

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

18 Europe 1 - Geschichte
eines Radiosenders

22 Anytone AT-D168UV -
kompakt und preiswert

25 AIS-Daten von Schiffen
empfangen und decodieren

28 POTA-DX-Cluster via Telnet

34 USB Power Delivery
für das Shack

46 CW-Keyer für Lokal- und
Remote-Betrieb



**Die Radio-in-a-Box-DXpedition
N5J von der Insel Jarvis**

HERAUSRAGENDE MOBILE KOMMUNIKATION

MIT FORTSCHRITTLICHER YAESU-TECHNOLOGIE

- **C4FM Digital mit AMS**
- **ASP (Digitaler Audio-Signalprozessor)**
- **PMG-Suchlauf (Primary Memory Group)**
- **System Fusion mit WIRES-X Link**
- **Touch & Go-Bedienung**
- **FACC-Kühlsystem (Funnel Air-Convection Conductor)**
- **MAG (Memory Auto Grouping)**
- **CFL (Customized Function List)**



**C4FM/FM 144/430 MHz Duoband
50 W Digital-Funkgerät**

FTM-500DE



**144/430 MHz Duoband
55 W/50 W FM-Funkgerät**

FTM-150E ASP



144 MHz 65 W FM-Funkgerät

FT-3165E ASP



144 MHz 85 W FM-Funkgerät

FT-3185E ASP



Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC Import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (030) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (030) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (030) 44 66 94-60 · Fax (030) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (030) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsch, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben **57,50 €** (PLUS-Abo 63,50 €), **jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar.** Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur **37,90 €**, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74 CHF (PLUS-Abo 79 CHF)

Digital-Abonnement 49,00 €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6 € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOFIGH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeigen online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5 € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 5.12.2024 **Erscheinungsstag:** 25.12.2024

Druckauflage: 22 700

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Funkamateure und Technik

Amateurfunk ist ein Hobby mit einer über 100-jährigen Geschichte und war von Anfang an eng mit der Entwicklung der drahtlosen Kommunikationstechnologie verknüpft. Die Faszination, die davon ausgeht, hat Generationen technikbegeisterter Menschen inspiriert, zu experimentieren und selbst Geräte zu bauen – eine Begeisterung, die bis heute anhält.

Ich kann dies gut nachvollziehen, weil mein Interesse für Funktechnik seinerzeit ausschlaggebend dafür war, die Amateurfunkprüfung abzulegen. Mein Ziel war damals die offizielle behördliche Erlaubnis, im gesetzlich vorgeschriebenen Rahmen mit selbstgebauter Technik HF-Energie abstrahlen zu dürfen. Mit der Zeit wurde mir dann bewusst, dass dies nur einer von vielen Aspekten unseres Hobbys ist, wenn auch ein wichtiger. Weltweite Funkverbindungen mit Gleichgesinnten auf verschiedenen Frequenzbändern gehören ebenso dazu, wie das gemeinsame Funken in der Contest-Gruppe und auf dem Fieldday.

Unser Hobby ist alles andere als elitär: Es steht allen offen, unabhängig davon, ob sie eine technische Vorbildung haben oder nicht. Vieles lässt sich erlernen, wenn der Wille und die Neugier groß genug sind. So mancher Funkamateure wusste früher nicht, was ein Schaltkreis oder ein Antennenkoppler ist und lötet heute wie selbstverständlich ein Bausatzgerät zusammen, repariert die Anschlussbuchse seiner Antenne und baut mit seinen Funkfreunden im Ortsverband etwa einen Sequenzer für die gemeinsame Contest-Station.

Zuweilen ist heutzutage davon die Rede, dass die Zukunft des Selbstbaus im Amateurfunk in der digitalen Signalverarbeitung und SDR-Technik liege. Gemeint ist speziell die Programmierung entsprechender Software. Zum Teil mag dies stimmen, denn deren unbestreitbare Vorteile im Vergleich zur herkömmlichen Technik sind höhere Flexibilität und Leistungsfähigkeit. Gegen eine größere Verbreitung im Selbstbaubereich sprechen aber hohe technische Hürden und Kosten sowie eine geringe „Greifbarkeit“, was für viele Funkamateure ein großer Nachteil ist. Klassische Technologien werden daher wahrscheinlich auf absehbare Zeit für den Selbstbau attraktiv bleiben, da sie eine niedrigere Einstiegsschwelle ermöglichen.

So weiß etwa jeder Hobbytelegrafist, dass man für einen CW-Transceiver keine SDR-Technik benötigt. Selbst für den Bau vieler nützlicher Zusatzbaugruppen für die Funkstation braucht man kein abgeschlossenes Hochschulstudium. Dabei muss man nicht einsam im Shack werkeln. Gerade das gemeinschaftliche Basteln im DARC-Ortsverband oder in anderen Gruppen macht nicht nur Spaß, sondern stärkt auch das Gemeinschaftsgefühl. Das Beispiel der über eintausend an Funkamateure und Ortsverbände verkauften Bausätze für einen Radio-DARC-Empfänger spricht für sich.

Viele Funkamateure werden sich noch an Peter Zenker, DL2FI, erinnern. Kaum jemand hierzulande stand über ein Vierteljahrhundert hinweg mit seinen Projektideen und interessanten Fachvorträgen so eindrucksvoll für den Selbstbaugedanken wie er. Dabei schaffte DL2FI es nicht nur, eine große Bastlergemeinschaft zu motivieren und zu begeistern. Er erreichte mit seinen Bausätzen zudem einen breiten Kreis an Interessenten und berücksichtigte dabei unterschiedliche fachliche Voraussetzungen. Sein früher Tod im März 2020 bedeutete einen großen Verlust.

Wir haben es uns mit unserer Zeitschrift unter anderem zur Aufgabe gemacht, durch die Vorstellung interessanter Bastelprojekte sowie das Angebot von Bauelementen und Bausätzen in unserem Online-Shop den Selbstbau weiterhin zu fördern. Wenn Sie, lieber Leser, ein nützliches elektronisches Gerät gebaut haben und Ihr kleines Projekt gern anderen Funkamateuren und Elektronikbastlern zugänglich machen möchten, zögern Sie nicht, uns zu schreiben. Wir freuen uns über jede realisierte gute Idee.

Peter Schmücking, DL7JSP
Peter Schmücking, DL7JSP

Amateurfunk

Amateurfunk und Naturschutz: N5J von der Insel Jarvis 14

Anytone AT-D168UV – DMR und FM, kompakt und dazu noch günstig



Die ursprünglich für den Betriebsfunk konzipierten Anytone-Funkgeräte erreichten durch die Möglichkeit, diese innerhalb der VHF/UHF-Bänder in FM und DMR nutzen zu können, bei Funkamateuren einen hohen Bekanntheitsgrad. Das trug, neben der offenen DMR-Infrastruktur, ganz wesentlich zur Verbreitung von DMR im Amateurfunk bei. In diesem Beitrag wird das neueste Anytone-FM/DMR-Handfunkgerät vorgestellt. Werkfoto

22

POTA-DX-Cluster via Telnet ins Logbuch einbinden 28

SatPathFinder – iOS/iPadOS-App zur Satellitenverfolgung 35

Vorgestellt: 10-GHz-Transverter MKU 10 G5 von Kuhne Electronic



Zur Technik für den Funkbetrieb auf den Amateurfunkbändern oberhalb von 1000 MHz gehören zumeist ein leistungsfähiger Transverter sowie ein nachgeschalteter KW- oder VHF/UHF-Transceiver. Die Send-Empfangs-Umsetzer von Kuhne Electronic sind für gute technische Daten und solide Konstruktion bekannt. Foto: DL2KCK

36

Selbst gebauter CW-Keyer mit dem Raspberry Pi Pico 46

2-m/70-cm-Diplexer für Sendeleistungen bis 10 W 50

Breitband-Sendeantennen für den KW-Bereich

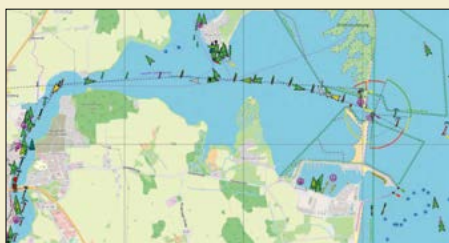


Eine Antenne, deren Eingangs-impedanz innerhalb eines großen Frequenzbereichs nur wenig vom Mittel abweicht, wird als Breitbandantenne bezeichnet. In diesem Beitrag werden drei unterschiedliche Ausführungen hinsichtlich ihrer Eignung für den Sendebetrieb näher untersucht. Abschließend folgen Aufbauhinweise für eine Reusenantenne. Foto: DL2NI

52

Funk

AIS – Empfang und Darstellung der Positionsdaten von Schiffen



Auf der offenen See sowie auf Seeschiffahrts- und Binnenwasserstraßen dienen diverse technische Maßnahmen der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer. Eine davon ist das automatische Identifikationssystem AIS. Die ausgesandten Daten lassen sich auch von Funkamateuren empfangen und in einer Navigationskarte darstellen. Screenshot: DC8FG

25

Aktive Ferritantenne mit Low-Power-Operationsverstärker 51

CB- und Jedermannfunk 69

Aktuell

Editorial 3

Postbox 6

Markt 8

Literatur 11

Ausbreitung Januar 2025 72

Inserentenverzeichnis 82

Vorschau FA 2/25 82

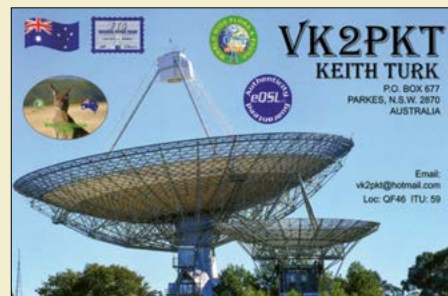
QTCs

AATiS e.V. 68

Bergfunk-QTC 73

SWL-QTC 73

DX-QTC 74



QSL-Splitter 75

Sat-QTC 75

CW-QTC 75

Digital-QTC 76

QRP-QTC 77

UKW-QTC 78

DL-QTC 80

Afu-Welt 80

OE-QTC 81

HB-QTC 81

Termine Januar 2025 82

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Im vergangenen August gelang es einem DXpeditionsteam, nach über 30 Jahren erstmals wieder das von vielen DXern ersehnte DXCC-Gebiet Jarvis, KH5, zu aktivieren. Wie einige weitere entlegene Pazifikinseln liegt Jarvis in einer heute unter strengem Naturschutz stehenden Region und ist für Funkamateure quasi unzugänglich. Da es aussichtslos war, von der zuständigen Umweltbehörde die Genehmigung für eine herkömmliche DXpedition zu erhalten, entwickelte ein Team das „Radio-in-a-Box“-Konzept weiter und installierte es auf einem Amphibienfahrzeug.

Foto: Team N5J

BC-DX

Kurzwelle in Deutsch 70

BC-DX-Informationen 71



Radio Carpathia sendet über Channel292 auf 9670 kHz. QSL: Lindner

Wissenswertes

FRAM und andere alternative
Speicherkonzepte 12

Geschichtliches

Europe 1 – ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze



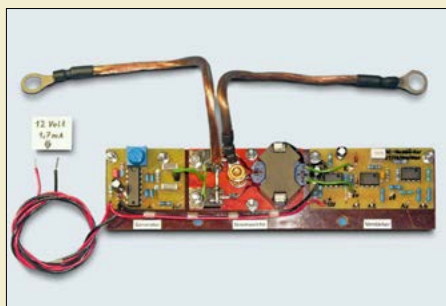
Unmittelbar an der deutsch-französischen Grenze befand sich bis Ende 2019 der leistungsstärkste Radiosender Deutschlands. Da diese Anlage nur in französischer Sprache sendete, war sie vielen deutschen Rundfunkhörern nicht bekannt, obwohl der Empfang auch in weiten Teilen Deutschlands gut möglich war. Die ereignisreiche Historie dieser Sendeanlage ist Gegenstand dieses Beitrags.

Foto: Lutz

18

Elektronik

Gleichstrommessung über sieben Dekaden ohne Umschaltung



Gleichströme werden meist anhand des Spannungsabfalls an einem Shuntwiderstand gemessen. Diese einfach anwendbare Methode weist prinzipbedingt einen kleinen Nachteil auf. Dieser Beitrag beschreibt ein alternatives Messverfahren, das ohne Messbereichsumschaltung über sieben Dekaden bis 50 A verwendbar ist, und zeigt die mit einem Versuchsmuster erzielten technischen Daten.

Foto: Franke

29

Grundsaltungen mit Operationsverstärkern (2) 32

USB Power Delivery für QRP-Transceiver und Zusatzgeräte 34

Schutz des Transceiverausgangs beim Einsatz als Messsender 38

Breitband-Pegelmessmodul bis 10 GHz auf dem Labortisch

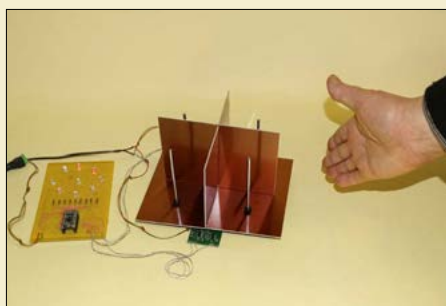


Auf den einschlägigen Internet-Handelsplattformen und in den Online-Shops von Fachhändlern sind diverse Elektronikmodule erhältlich, die für den Selbstbau von Mess- und Prüftechnik geeignet sein könnten. Einige davon wecken Erwartungen, die dann in der Praxis enttäuscht werden, andere, wie das hier beschriebene, sind durchaus brauchbar, wenn man sie richtig einsetzt.

Foto: DH8AG

39

Elektrostatistischer Bewegungsmelder mit Richtungserkennung



Für Bewegungsmelder nutzt man häufig Infrarot- oder in den letzten Jahren auch Radartechnik. Jedoch lassen sich in Bewegung befindliche Objekte oder Personen auch anhand von Änderungen elektrostatischer Ladungen erkennen. Hier wird eine Baugruppe beschrieben, die sowohl als Bewegungsmelder einsetzbar ist als auch vor hohen statischen Ladungen in der unmittelbaren Umgebung warnen kann.

Foto: Sander

42

Erfahrungen bei der Fehlersuche an einem Netzteil für Funkgeräte 48



SINAD-Messgerät Foto: DC7GB

120 Jahre Telefonwählscheibe

Der Beitrag „Die Telefonwählscheibe wird 120“ erinnerte mich an einen ganz anderen Einsatz zu Beginn der 1970er-Jahre.

Ich hatte meine erste Arbeitsstelle als Industriemeister Elektrotechnik bei einem Unternehmen der Konservenindustrie, das nicht besonders gut mit Finanzmitteln ausgestattet war. Um bestimmte Ausfälle einer Anlage über eine größere Entfernung zu übertragen, setzte ich einen alten Drehwähler bei einer Telefonwählscheibe ein und signalisierte damit Motorenausfälle. Jeder Ziffer der Wählscheibe war ein bestimmter Motorausfall zugeordnet.

Heinz Coenen, DF1EZ



Firmware-Update für SINAD-Messgerät

Für das von Thomas Schiller, DC7GB, im FA 9/2020 und FA 10/2020 vorgestellte SINAD-Messgerät gibt es mit V2.5 eine neue Firmware. Leser, die dieses Messgerät seinerzeit nachgebaut oder den dazugehörigen FA-Bausatz BX-270 erworben haben, könnte dieses Update bestimmt interessieren. Es steht ab Januar 2025 im Download-Bereich auf www.funkamateure.de einschließlich einer ausführlichen Beschreibung zum Herunterladen bereit. Die neue Firmware enthält einige Verbesserungen der Bedienung, der quasi-analoge Anzeige und neue Messmöglichkeiten:

- Das Ein-/Ausschaltverhalten bei langem Drehgeberdruck wurde verbessert.
- Eine überarbeitete Menüanzeige bietet die Auswahlmöglichkeit zwischen SINAD- und MDS-Messung.
- Der Sollwert der Messung wird unterhalb des Messbalkens als Fixwert klein dargestellt.
- Die Auswahl eines neuen NF-Filters ist möglich: Psophometer (CCITT O.41)
- Synchron, an die geringe Refresh-Geschwindigkeit des LC-Displays angepasste Messwertanzeige alle 128 ms (etwa acht pro Sekunde) für eine weniger „verschmierte“ Analoganzeige
- Analoganzeige des schnellen Messwerts als kleines Dreieck über dem langsamen Messwertbalken für eine schnelle Abschätzung des Ergebnisses bei Abgleicharbeiten
- Alle ausgewählten Einstellungen und die NF-Verstärkung werden im EEPROM des Controllers gespeichert und stehen nach einem Neustart wieder zur Verfügung.

Red. FA

EWf-fähige DAB-Radios

Zu diesem Thema gibt es einen Nachtrag. Ich hatte den Beitrag „Digitalradios mit EWf für Notfallwarnungen via DAB+“ im FA 5/2024 gelesen, in dem das Telestar DIRA M1A mobil gut abgeschnitten hatte. Am nächsten Tag war die Telestar-Homepage nicht aufrufbar, aber auf Verkaufsplattformen hieß es: lieferbar. Kurz danach kam die Meldung, dass die zum Elektronik-Imperium von Peter Lepper

gehörende Telestar die Produktion einstellen wird. Daraufhin habe ich mir schnell noch ein Gerät gekauft.

Am 23.7.2024 nahm ich an einem Workshop von WorldDAB und EBU (www.worlddab.org/events/detail/664#presentations) zum Thema DAB teil. Dort wurde von Herrn Lindsay Cornell für WorldDAB und von Herrn Carsten Zorger von Digitalradio Deutschland zum Notfallwarnsystem ASA berichtet, das zu diesem Zeitpunkt kurz vor der ETSI-Spezifizierung stand, was inzwischen erfolgt ist.

Ich fragte mich, ob das zwei konkurrierende Systeme seien. Nach ein paar Tagen wurde mir dies bestätigt. Dann stellte sich natürlich die Frage: Was passiert am Bundeswarntag? Werden dann simultan zwei verschieden codierte Warnungen für EWF und ASA ausgestrahlt? Die Antwort gab mir mein mit EWF ausgestattetes DAB-Radio – es blieb am Bundeswarntag stumm.

Und jetzt die Neuigkeit: EWF wurde u.a. von der Fraunhofer-Gesellschaft propagiert. Letztere münzt den Misserfolg nun um. Es gibt Meldungen, dass ASA jetzt Teil von EWFplus sei und man dies laut [1] und [2] unterstützen würde. Und es werde sogar ein Firmware-Update für mein Telestar-Radio geben, damit es dann auf ASA reagiert – immerhin.

Klaus Huber, DL5EC

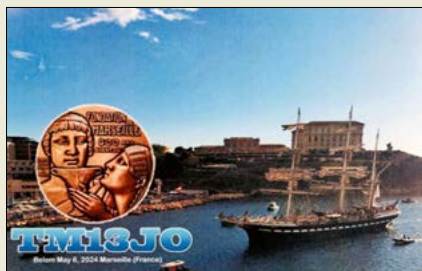
Literatur

- [1] Ross, T. C.: Automatic Wake Up Improves DAB Warnings. www.radioworld.com/tech-and-gear/digital-radio/automatic-wake-up-improves-dab-warnings
- [2] Informationsdienst Wissenschaft: Fraunhofer IIS präsentiert erste Integration der neuen Notfallwarnfunktion in DAB+ Head Units und als Empfänger-Modul. <https://nachrichten.idw-online.de/2024/11/15/fraunhofer-iis-praesentiert-erste-integration-der-neuen-notfallwarnfunktion-in-dab-head-units-und-als-empfaenger-modul>

Es ist schon toll, kaum gibt es einen funktionierenden Standard, kommt ein anderer! Aber das Thema werde ich aufgreifen, obwohl es bislang immer noch sehr schwammig ist. ASA hat es momentan eher geschafft, EWF zu stoppen und die Leute zum Abwarten zu bewegen. Grund dürfte sein, dass es schon zu oft Standards gab, die kläglich verwendeten. Hier seien nur DSR, ADR und DAB genannt.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Gegensätze: Der Weg des olympischen Feuers per Schiff und zu Fuß ...



SSTV-Sender im Miniformat

Ich habe mit großem Interesse den Beitrag „Preisgünstiger SSTV-Sender im Miniformat“ im FA 11/24 ab S. 885 gelesen und inzwischen auch alle Dateien heruntergeladen, die zu den Adressen auf der letzten Seite gehören. Darunter habe ich leider das Wichtigste, nämlich die Platinendateien (eventuell Gerber) nicht gefunden. Ohne diese Dateien hilft mir der Beitrag nicht weiter. Können Sie helfen?

Ludwig Schüler, DG7YHR



Alle zum Projekt gehörenden Dateien sollten eigentlich bei den im Beitrag unter [4] und [5] genannten Quellen verfügbar sein. Wenn dort einzelne Dateien fehlen, bitten wir Sie, den Autor über die am Ende des Beitrags angegebene E-Mail-Adresse anzuschreiben. Die Kommunikation mit uns erfolgte in der Regel in Englisch, sodass Sie nicht unbedingt des Französischen mächtig sein müssen, um eine Anfrage zu stellen.

Red. FA

Feliz Año Nuevo



Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe

Solche Beiträge wie „Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe für den KW-Bereich“ im FA 12/2024 ab S. 973 verfolge ich immer mit großem Interesse. Das Ergebnis ist leider negativ überzeugend. Eine Baugruppe für Kurzweile wird vom Hersteller angepriesen, ist aber nur als 80-m-Verstärker zu verwenden. Um das Projekt allbandtauglich zu machen, verlangt das viele „Ergänzungen“. Es gab vor einiger Zeit einen 20-W-Verstärker als Bausatz von DL2EWN. Dieser Bausatz ist aber leider nicht mehr zu haben. Das wäre eine richtige Alternative zu diesem Teil.

Jürgen Carow, DF3OL

Bedauerlicherweise werden bei recht vielen auf diversen Internetplattformen erhältlichen Baugruppen den Umsatz fördernde technische Daten angegeben. Sieht man genauer auf die Schaltung, wenn denn eine vorhanden ist, wird deutlich, dass diese Daten oft auf denen eines der verbauten Halbleiterbauelemente basieren. Die Schaltung „drumherum“ wurde bei den nicht wie angegeben funktionierenden Produkten dann oft nicht entsprechend gestaltet, um die publizierten Daten auch unter allen Bedingungen (hier den Frequenzbereich) einhalten zu können. Wie am Ende des Beitrags angegeben, kann das untersuchte Verstärkermodul jedoch als Basis für eigene Endstufen-Experimente dienen. Auf dem Weg zu einer Endstufe sollte man jedoch zwingend ein entsprechend dimensioniertes Tiefpassfilter vorsehen. Das Anpassnetzwerk eines nachgeschalteten Antennenkopplers reicht in der Regel nicht, um die Oberwellen auf das zulässige Maß zu reduzieren. Die als Alternative angesprochene und im FA 12/2013 bis 2/2014 vorgestellte Endstufe von Harald Arnold, DL2EWN, hatte sogar 50 W Ausgangsleistung. Doch der technische Aufwand war schon durch die vorhandenen Tiefpassfilter, Schutzschaltungen und die auf Betriebssicherheit ausgelegte Schaltung wesentlich höher als beim untersuchten Verstärkermodul.

Ingo Meyer, DK3RED

50-Ohm-System

Diese im Beitrag „Das 50-Ω-System in der Hochfrequenztechnik“ im FA 11/2024 dargestellte allgegenwärtige Präsenz sieht nur aus der Sicht der Funkamateure so aus. Der Radioelektroniker hat da eine andere Ansicht. Die weitaus meisten Systeme basieren auf 75 Ω, z.B. Kabel-TV-Anlagen. Diese haben auch eine viel größere Ausdehnung (ganze Häuserblocks, Ortschaften, Städte). Auch Videoüberwachungen sind für 75 Ω konzipiert, selbst wenn diese auch mit 50 Ω funktionieren.

Rudolf Hugl

Abstands-Preisfrage

Gefragt war, welche Spannung an einem Plattenkondensator liegt, der mit 12 V aufgeladen wurde, wenn man nach dem Trennen von der Spannungsquelle den Plattenabstand verdoppelt.

Für den mit $U_1 = 12 \text{ V}$ geladenen Plattenkondensator gilt:

$$U_1 = \frac{Q}{C_1} \text{ mit } C_1 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

Dabei sind Q die Ladung, C die Kapazität, d der Plattenabstand und A die Plattenfläche des Kondensators sowie ϵ_0 die elektrische Feldkonstante.

Bei Verdoppelung des Plattenabstands auf $2 \cdot d$ bleibt die Ladung Q auf dem Kondensator gleich, die Spannung ändert sich auf:

$$U_2 = \frac{Q}{C_2} \text{ mit } C_2 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{2 \cdot d} = 0,5 \cdot C_1$$

Aufgrund der Ladungserhaltung gilt

$$U_1 \cdot C_1 = Q = U_2 \cdot C_2$$

und daraus:

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot C_1}{C_2} = \frac{U_1 \cdot C_1}{0,5 \cdot C_1} = 2 \cdot U_1 = 24 \text{ V}$$

Die Spannung an den Platten des Kondensators verdoppelt sich somit beim Verdoppeln ihres Abstands.

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Holger Claußen
Bodo Fuhrmann, DB1BF
Knut Rothstein, DL1KRT

Herzlichen Glückwunsch!

Wasserkocher-Preisfrage

Welchen Wirkungsgrad besitzt ein am 230-V-Netz betriebener, mit 1000 W Heizleistung angegebener Wasserkocher, wenn dieser 1 l Wasser mit einer Temperatur von 12 °C in 7 min bei Normaldruck zum Kochen bringt?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 31.1.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Adventskranz-Preisfrage vom FA 12/24 können Sie sich noch bis zum 31.12.2024 versuchen. Dazu noch ein Hinweis: Die maximale Leuchtdauer impliziert, dass am Ende alle Batterien leer sind.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch



Redaktion und
Verlag wünschen
allen Leserinnen
und Lesern
ein gesundes
und erfolgreiches
Jahr 2025!



Foto: DC2HB, Pixabay



Die Bedienung der Endstufe OM2002 W erfolgt über das LC-Touchdisplay auf der Frontseite. Zur Fernsteuerung ist eine Ethernet-Schnittstelle vorgesehen.

Endstufe mit Wasserkühlung

OM-Power baut nicht nur leistungsfähige KW-Endstufen, sondern auch solche für den VHF-Bereich. Die bei WiMo erhältliche OM 2002 W bietet auf 2 m 1800 W in SSB und CW sowie 1600 W in AM, FM und Digimodes, Letzteres bei 50 % Duty Cycle. Somit steht mehr als genug Leistungsreserve für EME- oder Contestbetrieb zur Verfügung. Die Ansteuerung erfolgt mit einer Leistung von 25 W bis 30 W.

Die Endstufe ist mit LDMOS-Transistoren des Typs Freescale MRF1K8 ausgestattet. Dank einer Wasserkühlung, die durch zwei kräftige Axiallüfter unterstützt wird, ist Dauerbetrieb möglich. Funktionen zum Schutz bei zu hohem Stehwellenverhältnis, vor Übertemperatur und zu hoher Ein- bzw. Ausgangsleistung sind integriert.



Blick von oben in das geöffnete Gehäuse der 2-m-Endstufe mit den beiden Axiallüftern und der Wasserkühlung

OM-2002W

Leistungsverstärker

- Amateurfunkband: 2 m
- Ausgangsleistung: 1800 W SSB, CW; 1600 W AM, FM, Digimode
- Ansteuerleistung: 25...30 W
- Verstärkung: 19 dB
- Besonderheiten: Fernsteuerung per Ethernet, LC-Touchdisplay 480 x 272 Pixel, Wasserkühlung
- Abmessungen (B x H x T): 383 mm x 180 mm x 365 mm
- Masse: 12,7 kg
- Preis: 4880 €



Montage des Dreiband-Feeds mithilfe des Feed-Halters am Tragarm eines Offset-Parabolspiegels

Feed-Halterung für Offset-Parabolspiegel

Als Ergänzung für den im FA 11/2024 auf S. 848 vorgestellten Dreiband-Feed für 2,4 GHz, 5,6 GHz und 10 GHz ist bei BaMa-Tech Feinmechanik ein spezieller Feed-Halter erhältlich, der die Montage an einem Offset-Parabolspiegel ermöglicht. Der Halter wird aus einem UV-beständigen Kunststoff als Dreh-Frästeil gefertigt. Alle Schraubverbindungen sind aus Edelstahl.

Der Halter verhindert eine etwaige Kollision der Patch-Scheiben des Feeds mit dem Tragarm des Spiegels und ermöglicht zudem eine bessere Fokussierung.

BaMaTech Feinmechanik, Inh. Markus Baseler, DL6YYM, Veilchenweg 18, 04849 Bad Dübren; www.bamatech.net, info@bamatech.de



Die Schraubverbindungen des aus Kunststoff angefertigten Feed-Halters bestehen aus Edelstahl.

Feedhalter

Antennenzubehör

- Anwendung: Tragarm am Offset-Parabolspiegel
- Aufnahme: Ø 40 mm, 23 mm
- Material: Halter aus UV-beständigem Kunststoff, Schraubverbindungen aus Edelstahl
- Besonderheiten: Fokussiermöglichkeit, Dreh-Frästeil (kein 3-D-Druckteil)
- Masse: 125 g
- Preis: 26 €

DSP-Lautsprecher mit Rauschunterdrückung

Die DSP-Lautsprecher von bhi sind an den meisten Funkgeräten problemlos nutzbar. Lediglich Verbindungen zur Lautsprecherbuchse und 12-V-Versorgung sind erforderlich. Die Lautsprecher verstärken nicht nur den Ton, sondern filtern auch Rauschen sowie Interferenzen heraus und verbessern so die Verständlichkeit. Der NES10-2 MK4 eignet sich besonders für mobile oder tragbare Anlagen, während der NE-Desktop MKII für eine Heimstation vorgesehen ist. Die bei WiMo für 173,90 € bzw. 296,90 € erhältlichen Modelle verfügen über mehrere Rauschunterdrückungsstufen, sodass sie sich an die aktuellen Betriebsbedingungen anpassen lassen.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com



Zwei Bedienelemente des NES10-2 MK 4 befinden sich auf der Oberseite des Gehäuses, ein weiteres neben den Anschlüssen auf der Rückseite.



An den DSP-Lautsprecher NE-Desktop MK II lässt sich unterhalb der seitlich angebrachten Bedienelemente auch ein Kopfhörer anschließen.

Im **PotaCase** lassen sich neben Koaxialkabeln auch Werkzeuge und andere Gegenstände verstauen.



Für Transport und Staubschutz

Das **PotaCase** von **Messi & Paoloni** ist eine praktische Tasche, in der man z. B. das flexible **POTA-Flex** oder ein beliebiges anderes Koaxialkabel mit ähnlich kleinem Biegeradius sicher aufbewahren und transportieren kann. Das PotaCase verfügt über eine Außentasche und mehrere Innentaschen zur getrennten Aufbewahrung von Kabeln, Werkzeugen, Messgeräten und -zubehör sowie Befestigungselementen. Die Tasche ist in Gelb und Grün für 18,99 € bei **Bonito** erhältlich.

Ebenfalls von **Messi & Paoloni** stammt der **Strap Organizer**, der für das Bündeln von Koaxialkabeln im Portaleinsatz bestimmt ist. Mit dem integrierten Karabinerhaken können die so zusammengehaltenen Koaxialkabel beispielsweise während des Transports zum Einsatzort außen am Rucksack befestigt werden, was bequem ist und Platz spart. Die Straps eignen sich auch, um jede Art von Hilfsmaterialien, wie Stromkabel und Schläuche, geordnet und übersichtlich an der Haus- oder Garagenwand aufhängen zu können. Die Strap Organizer kosten einzeln je 4,50 €, als Dreier-set 10,99 €.

Für den **Icom IC-7760** ist ein passendes **DX Cover** erhältlich. Die Staubschutzhülle besteht aus Kunstleder mit weichem Filzfutter. Die Vorderseite ist stets mit dem Icom-Firmenlogo und der Modellnummer bestickt, wobei insgesamt fünf Gestaltungsvarianten zur Verfügung stehen. Die Rückseite ist so ausgeführt, dass alle Kabel eingesteckt bleiben können. Die DX Cover sind ab 45 € verfügbar.

Bonito, Dennis Walter, Gerichtsweg 3, 29320 Hermannsburg, Tel. (050 52) 60 52; E-Mail: anfragen@bonito.net; www.bonito.net



Mit Logos und Modellnummer besticktes **DX Cover** (Staubschutzhülle) für den Icom IC-7760



RSR200 mit Direktabtastung und Diversity-Empfang

Der von **Reuter Elektronik** hergestellte **RSR200** ist ein direkt abtastender Empfänger mit zwei A/D-Umsetzern, die jeweils 200 MHz Abtastfrequenz und 16 Bit Verarbeitungsbreite besitzen. Beide Umsetzer können unabhängig voneinander die im Frequenzbereich von nahe 0 Hz bis 71 MHz liegenden Signale der Eingänge **HF1** und **HF2** verarbeiten und über zwei Schnittstellen an einen oder zwei PCs weiterleiten. Für den Frequenzbereich von 70 MHz bis 250 MHz ist zusätzlich der Eingang **VHF** vorhanden, dessen Signal von Kanal 1 allein oder von beiden Kanälen parallel verarbeitet werden kann.



Alle PC-Anschlüsse und die Spannungsversorgung befinden sich auf der Frontseite des **RSR-Empfängers RSR200**, ...

... während die Anschlüsse für die Empfangsantennen und die GPS-Antenne auf der Rückseite angeordnet sind.

Für die HF-Eingänge ist eine vielseitige gemeinsame Signalverarbeitung möglich: Bei der Parallelschaltung beider ADUs erhöht sich die Auflösung auf 17 Bit. Die Serienschaltung verdoppelt die Abtastrate auf bis zu 400 MHz. Der Diversity-Betrieb von **HF1** und **HF2** ermöglicht die Addition der Signale mit einstellbarer Amplitude und Phase, wodurch sich Störungen ausblenden lassen. Beide ADUs werden von einer gemeinsamen Taktquelle versorgt, wobei diese von 100 MHz bis 200 MHz einstellbar ist und vom integrierten GPS-Empfänger auf bis zu 1 Hz Genauigkeit korrigiert werden kann.

Jeder Eingang besitzt eine Schaltmöglichkeit für die Fernspeisung von Vorverstärkern oder Aktivantennen, wie die **RLA4**, **RFA2** und **RAP1**.

Für die Ausgabe der digitalen Ausgangssignale gibt es zwei Schnittstellen. Der LAN-Anschluss mit SFP-Steckplatz eignet sich für den Anschluss von Patchkabeln oder Glasfaserleitungen, der USB-Anschluss ist für den Anschluss voll belegter USB-C-Kabel ausgelegt.

Als PC-Software zur Weiterverarbeitung der aufgenommenen digitalisierten Signale und zur Steuerung des **RSR200** eignet sich z. B. **HSDR**. Zur Verbindung mit der PC-Software wird die Datei **Ext-IO.DLL** mitgeliefert. **Burkhard Reuter, Konstruktion & Musterbau, Ziegelstr. 54, 06862 Dessau-Roßlau, Tel. (03 49 01) 6 72 75; www.reuter-elektronik.de, E-Mail: b.reuter@reuter-elektronik**

RSR200

SDR-Empfänger

- Prinzip: Direktabtastung
- Frequenzbereiche: HF1, HF2: 0...71 MHz; VHF: 70...250 MHz
- Digitalisierung: 2 x ADU, je 16 Bit/200 MHz
- Taktgenerator: 100...200 MHz, einstellbar
- GPS-Empfänger: integriert, zur Taktstabilisierung auf 1 Hz Genauigkeit
- PC-Anschlüsse: LAN, 1000 Mbit/s; USB 3.0, 5000 Mbit/s, PD-fähig 12 V/12 W
- Eine erste Kleinserie des **RSR200** in Version B ist für Dezember 2024 geplant. Der Preis soll zur Geräteinführung knapp unter 1000 € liegen. Vorabfragen und -bestellungen werden gern entgegengenommen.



Die Dateien für ein druckbares Cover und die Rückseite zum Einlegen in ein sogenanntes **Jewel-Case** sind im **Ordner Extras** auf der **Jahrgangs-CD 2024** zu finden.

Der Antennenverteiler **VT5-S** hat die Abmessungen **133 mm x 87 mm x 25 mm**.



Der **Comic-Kalender 2025** mit **Amateurfunkmotiven** von **DC2HB** ist unter der Bestellnummer **CK-2025** für **5,90 €** erhältlich. Nach dem Abtrennen des Monatskalendariums lassen sich die 12 Blätter als Postkarten versenden.



Die **FA-Taschenkalender 2025** sind einzeln für **2 €**, ab **10 Stück** für je **1,60 €** und ab **25 Stück** für je **1,50 €** erhältlich.

Markt

Neues aus dem Leserservice

Plus-Abonnenten erhalten mit dieser Ausgabe die **FA-Jahrgangs-CD 2024**. Außerdem stehen ihnen ab dem 28.12.2024 über <https://plusdownload.funkamateur.de> die PDF-Datei und das ISO-Image des aktuellen Jahrgangs zur Verfügung. Der monatlich auf dem Adressaufkleber aufgedruckte Code berechtigt auch zum Herunterladen der Dateien der Jahre 2020 bis 2023.

Darüber hinaus sind Jahrgangs-CDs im Jewel-Case für Abonnenten für jeweils **5 €** (2010 bis 2024) bzw. je **3 €** (1995 bis 2009) erhältlich.



Beim **FA-Leserservice** ist mit dem **VT5-S** ein aktiver Antennenverteiler mit fünf Ausgängen für Empfangssignale im Frequenzbereich von **9 kHz bis 52 MHz** erhältlich. Das technische Konzept und die Schaltung wurden von **Günter Fred Mandel, DL4ZAO**, entwickelt und im **FA 2/2023**, S. 110 ff., vorgestellt. Der Komplettbausatz kostet **169 €** und zeichnet sich durch eine hohe Großsignalfestigkeit, geringes Eigenrauschen sowie eine hohe Entkoppeldämpfung zwischen den Ausgängen aus. Der Antenneneingang besitzt einen ESD-Schutz und eine zuschaltbare Fernspeiseweiche für eine aktive Antenne. Kunden aus der Schweiz werden gebeten, den Bausatz direkt bei **Heinz Stampfl, HBOKOC**, auf www.heinzstampfl.ch zu bestellen.



Ergonomisch geformte, antistatisch beschichtete Pinzetten sind bei der manuellen Bestückung von SMD-Bauelementen vorteilhaft. Die Ausführung **PINZ-5-ESD** mit geraden Schenkeln ist aus **Edelstahl** gefertigt, antimagnetisch und säurebeständig. Die Enden sind relativ breit ausgeführt, um selbst größere Bauteile gut fassen und positionieren zu können. Die Pinzette ist **112 mm** lang und kostet **2,90 €**.

Bezug: **FA-Leserservice**, **Majakowskiring 38**, **13156 Berlin**, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateur.de, shop@funkamateur.de



Pollin Electronic präsentiert neuen Online-Shop

Laut eigenen Angaben treffen täglich mehr als **3000 Bestellungen** bei **Pollin Electronic** ein – über **85 %** davon online. Daher hat man sich bereits im **Oktober 2024** entschlossen, den **Online-Shop** für Deutschland und Österreich umfassend zu modernisieren.

Er bietet nun zahlreiche Neuerungen in Design, Funktionalität und Sicherheit. Außerdem ist durch die Optimierung der mobilen Version eine benutzerfreundliche und schnelle Navigation auf allen Endgeräten möglich. Darüber hinaus wurde der Shop barrierefrei gestaltet – er entspricht somit den Anforderungen, die ab **2025** für alle E-Commerce-Plattformen verpflichtend sind.

Ein Schwerpunkt des neuen Shops liegt auf dem wachsenden Angebot an **Refurbished-Artikeln** und Elektronik für Bastler. Damit verfolgt Pollin Electronic das Ziel, nachhaltige und kostengünstige Produkte anzubieten und dem Grundsatz *Reparieren vor Ersetzen* gerecht zu werden.

Pollin Electronic, www.pollin.de

Software von Markt + Technik

Das **Portable Document Format (PDF)** ist als plattformunabhängiges Dateiformat stark verbreitet. Viele Office-Programme können PDF-Dateien direkt erstellen, andere nutzen dafür PDF-Druckertreiber oder Zusatzprogramme. Während die Erstellung einfach ist, gestaltet sich die Bearbeitung mit den bord-eigenen Mitteln des kostenfreien Acrobat-Readers schwieriger.

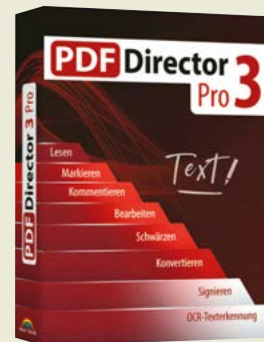
Für die nachträgliche, leichte Bearbeitung von PDF-Dateien ist bei **Markt+Technik** das Programmpaket **PDF Director 3** in drei Versionen erhältlich, die sich zeitlich unbegrenzt nutzen lassen. Die Version **Plus** (**39,99 €**) ermöglicht das Bearbeiten von Text und Bildern direkt im Dokument, das Zusammenfügen mehrerer Dateien und das Konvertieren in gängige Text- und Bildformate. Zusätzlich nutzt die Version **Premium** (**44,99 €**) OCR-Technologie zur Texterkennung gescannter Dokumente. Die Version **Pro** (**29,99 €**) ist darüber hinaus auf drei PCs mit Windows-Betriebssystem nutzbar, die anderen beiden nur auf jeweils einem Gerät. **Markt+Technik Verlag GmbH**, **Espenpark 1a**, **90559 Burghann**, Tel.: (091 88) 30 71 22-40, Fax -29; E-Mail: info@mut.de, www.mut.de

Ansicht des alten und des neu gestalteten Online-Shops von **Pollin Electronic**; selbst das Logo wurde einer Modernisierung unterzogen.

kurz und knapp

Weltbild-Artikel bei Thalia erhältlich

Bereits Ende August 2024 stellte die Weltbild GmbH den Geschäftsbetrieb ein. Ein Großteil der bis dahin dort angebotenen Bücher, Bausätze und sonstigen Artikel ist nun bei **Thalia** (www.thalia.de) erhältlich. Thalia verfügt über fast **400 Buchhandlungen** in Deutschland und Österreich.



Die Versionen **Plus**, **Premium** und **Pro** des **PDF Director 3** sind statt der ursprünglichen knapp **70 €**, **80 €** bzw. **90 €** für lediglich **39,99 €**, **44,99 €** bzw. sogar nur **29,99 €** im Angebot.



Almanach der Funkgeschichte – Band 2

Der zweite Band widmet sich der Restaurierung historischer Rundfunkempfänger und beleuchtet die Probleme, die sich dabei auftun. Das alte Gerät soll wieder optisch ansprechend aussehen, technisch einwandfrei sein und vor allem funktionieren.

Besonderer Wert wird in mehreren Beiträgen auf die elektrische Restaurierung der Empfänger gelegt, wobei der Ersatz und die Regenerierung der oft überalterten Bauelemente besonders wichtig sind.

Wie können sie mit modernen Teilen ersetzt werden, ohne den Gesamtcharakter der alten Technik zu stören? Die Erfahrungen, die zahlreiche Sammler bei der Erneuerung ihrer Geräte gemacht haben, werden in diesem Buch wiedergegeben und sollen Freunden alter Radios helfen, ihre Sammelobjekte zu pflegen und instand zu setzen.

Der Inhalt dieses Almanachs gibt einen bemerkenswerten Überblick über rund fünf Jahrzehnte technischer Entwicklung und ermöglicht einen detaillierten Einblick in die Geschichte der Rundfunkempfangstechnik: Obwohl auf den AM-Bereichen kaum noch Sender aktiv sind, bleibt die Faszination des Radios als erstes elektronisches Massenmedium erhalten, vor allem, wenn moderne Datentechnik, z.B. mithilfe von Bluetooth-Übertragung, unauffällig genutzt wird. -sew

GFGE
Düsseldorf 2024
240 Seiten, 25 €
ISBN 978-3-9822340-6-9
Bezug: www.gfgf.org



Software für den Funkamateure 2025

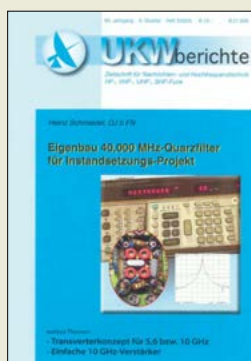
Mit diesem Sonderheft wird die Tradition fortgesetzt, Software gebündelt vorzustellen. Diese Sammlung belegt auf der beiliegenden DVD 4,25 GB.

Die darauf enthaltene Free- und Shareware umfasst Programme aus den Bereichen Amateurfunk, Antennen, APRS, Audio, CAT, CW, Digimodes, DMR, DX und Elektronik. In den einzelnen Rubriken sind neben Programmen, die die Berechnung physikalischer Größen und Schaltungsstrukturen erleichtern auch solche enthalten, welche der Steuerung, Simulation und Analyse dienen.

Im Begleitheft können aus Platzgründen nur einige Softwarepakete und Projekte vorgestellt werden – diesmal der Streamrecorder Audacity, das Monitoringsystem ENAMS, ein GPS-synchronisierter 10-MHz-Oszillator, Grundlagen zur FFT und verschiedene QRP-Transceiver.

Auch wenn der *DVD-Browser* nur auf Windows-Rechnern funktioniert, dürfte jeder beim Stöbern durch die Dateiverzeichnisse etwas für sich entdecken. Zusätzlich ist eine umfangreiche, nach Themengebieten geordnete Linkliste auf der DVD enthalten, die die Suche nach neuen Projekten erleichtert und Anregungen fürs Hobby geben kann. Als Lesebonus ist diesmal das Buch *Amateurfunk DX-Praxis* von Hans Cordes, DJ4AZ, enthalten. -red

vth
Baden-Baden, 2024
60 Seiten, 1 DVD, 15,90 €
FA-Leserservice V-9925



Smolka, E. L., DB7UP: UKW-Berichte

Vor uns liegt die Ausgabe 3/2024 der quartalsweise erscheinenden Zeitschrift. Von radiomuseum.org erfahren wir dazu, dass dieses Magazin ursprünglich aus Österreich stammt. Ab 1969 war Hans J. Dohlus, DJ3QC, aus Erlangen der Herausgeber, bis der Nürnberger Robert E. Lentz, DL3WR, ihn 1989 ablöste. Seit dessen Ausscheiden 1992 fungiert der 1989 zunächst als Redakteur hinzugestoßene Eberhard Smolka, DB7UP, als Chefredakteur und Herausgeber.

Der z.B. 1976 gültige Preis von 4,50 DM pro Ausgabe ist 48 Jahre später natürlich nicht mehr zu halten, wobei das Jahresabo nur 35 € kostet.

Von jeher bemühte sich die Redaktion um hochkarätige und renommierte Autoren. Etliche davon veröffentlichten seit Jahren auch im FA.

In dieser Ausgabe stellt DJ5FN ein „abgleichbares“ Quarzfilter vor, gefolgt von DJ8ES mit einem Transverterkonzept für die Bänder 3 cm und 6 cm. OM Leutbecher experimentiert mit Koaxialkabel-Transformatoren. Abschließend zeigen DJ1EE und DK9CL einfache 10-GHz-Verstärker.

Ebenso interessant sind die von der Redaktion auf den letzten Seiten beigezeichneten Rubriken *Ultrakurz* – mit interessanten Produkten – und *Fundstelle Internet*. -rd

UKW-Berichte
Eggolsheim 2024
64. Jahrgang,
68 Seiten, 10 €
ISBN 978-3-8085-5866-9



Klingenfuss, J. (Hrsg.) 2025 Shortwave Frequency Guide

Die 29. Ausgabe dieses bewährten Kurzwellen-Frequenz-Jahrbuchs liegt nun vor und enthält wieder die aktuellen Sendepläne und Frequenzen von Hörfunkstationen sowie professionellen Funkdiensten, die den HF-Bereich weiterhin nutzen.

Der erste Teil des Frequenzwerks dokumentiert Informationen über aktive Wetter-, Flug- und Seefunkstationen sowie weitere Funkdienste. Soweit bekannt, gehören zu jedem Frequenzeintrag Angaben über Rufzeichen, Stationsbetreiber, Standort mit ITU-Landeskenner sowie Sendart. Weitere Details, wie verwendete Funkverfahren oder Duplex-Frequenzen, kommen gegebenenfalls hinzu.

Thema des zweiten Buchteils sind die Hörfunkstationen auf Kurzwelle. Diese Frequenzliste enthält je Eintrag die Sendefrequenz in Kilohertz, den Stationsnamen, den Standort, den ITU-Landeskenner, den Sendebeginn und Sendeschluss in UTC, die Programmsprache sowie das Zielgebiet. Außerdem finden sich Hinweise auf Sendetage, Relaisstationen, Alternativfrequenzen. Zusätzlich sind alle Stationen nochmals in einem alphabetisch geordneten Länderverzeichnis aufgeführt. Für aktive Wellenjäger ist dieses Handbuch wie gewohnt ein hilfreicher Begleiter. -joi

Klingenfuss Publications
Tübingen 2025
336 Seiten, engl., 45 €
ISBN 978-3-941040-75-5
www.klingenfuss.org



Jansen, E. (Hrsg.): Elektor Mag Circuit Special 2024

Wer auf der Suche nach neuen Projektideen oder interessanten Schaltungslösungen ist, sollte sich die in regelmäßigen Abständen erscheinenden Sonderhefte des Elektor-Verlags näher ansehen. Die inhaltliche Palette der vorliegenden Ausgabe reicht von Audiotechnik über Stromversorgungsschaltungen bis hin zu Mikrocontroller-Projekten.

Der Schwerpunkt liegt dabei auf einfachen, pfiffigen Lösungen. Diese werden gut verständlich und leicht nachvollziehbar beschrieben. Dazu gehören z.B. ein Klasse-A-NF-Verstärker mit Stromausgang, eine digitale Last für Hochstromtests, ein „musikalischer“ Türöffner und ein softwaregesteuerter Drehstromgenerator für Synchronmotoren. Ein Audio-Eingangswahlschalter mit Verstärkungseinstellung, die Modifikation eines Autobatterie-Ladegeräts und die Nutzung von Touch-Sensoren an den Eingängen von Mikrocontrollern sind weitere Themen.

Bei insgesamt 40 Bastelideen dürfte für jeden Leser etwas dabei sein. Auch die Vermittlung von Grundlagenwissen kommt nicht zu kurz. So gibt es z.B. Beiträge zu digitalen Isolatoren sowie zu Aufbau und Funktion von Dioden. Tipps zum Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente runden den Inhalt ab. -jsp

Elektor Verlag
Aachen, 2024
132 Seiten, 14,90 €
FA-Leserservice E-0603

FRAM und andere alternative Speicherkonzepte

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Bei Computerspeichern denkt man heutzutage meistens an RAM, Flash-Speicher und Festplatten. Aber gibt es dafür nicht noch andere Technologien, die schneller, sparsamer und sicherer sind?

Die Geschichte der Computerspeichertechnik begann erst so richtig mit magnetischen Ringkernspeichern. Mit deren Hilfe flog die NASA erfolgreich zum Mond [1]. Der Nachteil dieser Technologie: Die Speicherbits waren wortwörtlich „handgestrickt“, manuell eingefädelt und relativ groß. Heutige Speicherkapazitäten wären in Ringkerntechnik unbezahlbar und würden ganze Wohnblöcke belegen. Die Lese- und Schreibgeschwindigkeit von Ringkernspeichern war ebenfalls begrenzt.

Der große Vorteil war allerdings, dass in Ringkernen gespeicherte Daten beim Abschalten der Stromversorgung erhalten blieben. Computer mit Ringkernspeicher konnten einfach ab- und wieder eingeschaltet werden, Programme und Daten waren unmittelbar wieder verfügbar und der Rechner konnte seine Arbeit dort fortsetzen, wo er aufgehört hatte.

■ Aktuelle Computerspeicher

Heute wird dagegen unterschieden in Arbeits- und Massenspeicher. Der Arbeitsspeicher als RAM (*Random Access Memory*) ist sehr schnell, kann beliebig oft gelesen und beschrieben werden, benötigt allerdings ständig Strom. Die günstigeren DRAMs (*Dynamic RAM*) müssen darüber hinaus ständig aktiv aufgefrischt werden, damit die Daten nicht verloren gehen. Hier ist nur ein Feldeffekttransistor pro Speicherzelle nötig, in dessen Eingangskapazität der Inhalt gespeichert wird. Letzterer ist nicht statisch, also dauerhaft verfügbar wie beim teureren und weniger dicht speichernden SRAM (*Static RAM*). Dieser benötigt pro Speicherzelle mehr als einen Transistor, die Schaltungsgrundlage ist ein Flipflop-Baustein pro gespeichertem Bit. Massenspeicher wie Flash-Speicher und magnetische Festplatten können mehr Daten speichern und halten diese auch ohne anliegende Versorgungsspannung permanent – dafür sind sie langsamer. Magnetische Festplatten verschleiben mechanisch, Flash-Speicher wiederum sind mit mehr als einem Bit Speicherdichte pro Zelle nur begrenzt beschreibbar. Mitunter ist schon nach 1000 Schreibvorgängen Schluss und der Speicher defekt. Lediglich das Lesen

ist beim ohne bewegliche Teile gebauten Flash-Speicher unproblematischer, allerdings auch nicht unbegrenzt. Die Varianten, bei denen in einer Speicherzelle mehr als 1 Bit gespeichert wird, fallen schneller aus, weil die unterschiedlichen Speicherwerte (nicht nur 0 und 1, sondern auch Zwischenstufen) schneller zu Fehlauflösungen führen.



Bild 1: FRAM-Speicher von Ramtron aus einem tragbaren Medizingerät

Foto: Raimund Spekking, CC BY-SA 4.0

Die Folge ist, dass heutige Computer nach dem Einschalten erst einmal das Betriebssystem vom Massenspeicher in den Arbeitsspeicher laden müssen, dann die Programme, anschließend deren Daten. Erst jetzt kann weitergearbeitet werden. Dies entspricht einer in Büros immer verbreiteteren, *Clean Desk Policy* genannten Praxis, wo man abends alles vom Tisch zu räumen, wegzusperren und am nächsten Morgen meist an einem anderen Tisch neu aufzubauen hat. Im *Homeoffice* kann man dagegen alles liegenlassen, ins Bett gehen und am nächsten Morgen weitermachen. Mancher schaltet dann den Computer nicht ab, um eben am folgenden Tag nicht alles wieder neu zusammensuchen zu müssen.

Mit Energiesparmodus oder Ruhezustand kann man umweltschonender vorgehen, heutige Computer im aktuellen Arbeitszustand einfrieren und mit geringen Verzögerungen wieder aufwecken. Der Ruhezustand übersteht dabei auch einen Stromausfall. Doch mehr als eine Woche schafft man auch so nicht ohne Rechnerneustart, denn das Betriebssystem sammelt zu viel Datenmüll an, läuft irgendwann nicht mehr vernünftig und spätestens nach einem Update muss es ohnehin neu gestartet werden.

■ Kann das ein Smartphone besser?

Ein Smartphone benötigt weit weniger Energie, weil es sparsamere Prozessoren und keine magnetischen Festplatten enthält. Es wird deshalb selten abgeschaltet und ein Neustart ist nur alle paar Wochen notwendig. Hier sind Programme möglich, die permanent im Speicher bleiben und ohne Verzögerung weiterarbeiten können. Die meisten Apps laden allerdings ihre Daten trotzdem bei jedem Start neu, ob vom Massenspeicher oder aus der Cloud. Das ist ärgerlich, wenn man z. B. einen Sicherheitscode per SMS erhält, um diesen zu lesen zur SMS-App wechselt und bei der Rückkehr zu der App, die den Sicherheitscode verlangt hat, wieder zum Startbildschirm zurückgeschickt wird, der erst einmal einen neuen Sicherheitscode anfordert.

Es gab andere Betriebssysteme und Speicher, die diese Trennung zwischen Arbeitsspeicher und Massenspeicher nicht kannten. Dazu wären allerdings schnelle, hochkapazitive und permanente Speicher notwendig gewesen. Magnetspeicher, die als integrierter Schaltkreis ohne bewegte Bauteile umgesetzt werden, könnten hierfür eine Lösung sein, bei der allerdings bis heute kein Durchbruch erzielt wurde. Die Speicherdichte ist bislang unzureichend und die Kosten sind zu hoch.

■ FRAM – schnell, aber teuer

Dies könnte sich im nächsten Jahrzehnt endlich ändern, so Experten. Zumindest das Geschwindigkeitsproblem wäre lösbar. Integrierte und nicht wie die Ringkernspeicher mit diskreten Bauelementen aufgebaute Permanentspeicher sind sogar älter als ROM (*Read Only Memory*). Das Funktionsprinzip des FRAM (*Ferroelectric Memory*) wurde bereits am 16. Mai 1952 von Dudley Allen Buck in seiner Doktorarbeit [2] veröffentlicht. Das maskenprogrammierte ROM, das als kompaktere Lösung für feste Speicherinhalte ebenfalls den Ringkernspeicher ablöste, wurde erst 1967 erfunden und andere, heute wieder vergessene Permanentspeicher wie EPROMs noch später.

FRAM ist auch heute noch gebräuchlich, beispielsweise in RFID-lesbaren Chips auf ID-Karten. Er ist mit bis zu 10^{15} garantierten Lese- und Schreibzyklen wesentlich haltbarer als Flash-Speicher und benötigt hierzu weniger Energie. Jedes Bit ist einzeln adressierbar und muss vor dem Beschreiben nicht erst gelöscht werden. Zudem hält der Speicherinhalt Röntgen- und kosmischer Strahlung stand [4].

Allerdings ist der Preis pro Bit etwa 100 000-mal so hoch wie bei Flash, wes-

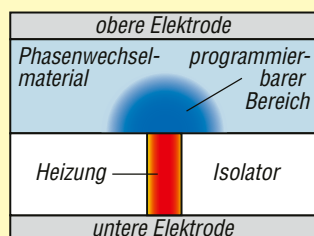


Bild 2: Prinzipdarstellung einer PCM-Speicherzelle

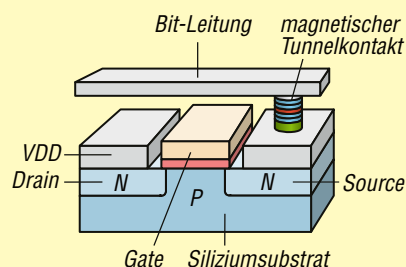


Bild 3: Schematischer Aufbau einer Spin-Transfer-Torque-MRAM-Speicherzelle

halb FRAM nur in wenigen Anwendungen nutzbar ist. Das Problem sind die Materialien, aus denen diese integrierten Bausteine gefertigt werden: Statt des preiswerten Siliziums sind dies Blei-Zirkonium-Titanat (PZT, $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$), Bariumtitanat (BaTiO_3) oder Strontium-Wismut-Tantalat (SBT, $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$). Diese Materialien sind absolut unverträglich mit normalen Halbleitern, die hiervon leicht kontaminiert und damit unbrauchbar werden. Im Baustein sind deshalb Schichten aus Platin notwendig, um den FRAM von normalen Halbleiterbaugruppen sicher zu trennen. Dies erklärt die hohen Kosten für solche Bausteine und damit deren geringe Fertigungsstückzahlen. Wobei „gering“ relativ zu sehen ist: Angesichts der vielen Jahrzehnte, in denen bereits FRAM-Bausteine gefertigt werden, sind längst Milliarden hergestellt worden.

Der ursprüngliche Baustein von Buck nutzte übrigens noch einen Chip pro Bit. 1955 integrierten Forscher am Bell Laboratory dann erstmals 256 Bit in 16 Spalten und 16 Reihen in einen Baustein. Der erste integrierte Baustein im heutigen Sinn wurde erst drei Jahre später 1958 von Jack Kilby bei Texas Instruments erfunden. Auch wenn FRAM von der Bezeichnung *ferroelektrisch* kommt, ist übrigens kein (deutlich billigeres) Eisen im Spiel: Nur die Speichercurve mit ihrer Hysterese und das permanente Bestehenbleiben der eingespeicherten Daten erinnert an Eisen und ferromagnetische Materialien, wie sie in Tonbändern oder Ringkernen Verwendung finden. Die Speicherung erfolgt dennoch elektrisch, nicht magnetisch.

Inzwischen wird FRAM auch mit Hafniumoxid entwickelt. Ob dies den preislichen Durchbruch bringt, wird man sehen. Die seltene Erde Hafnium, Element 72 des Periodensystems, wurde 1923 entdeckt, ist schwer von Zirkonium abzutrennen und wird auch in der Kernenergie-technik eingesetzt. Sie ist jedoch alles andere als preiswert. Die Geschwindigkeiten des heutigen DRAMs sind hier durchaus erreichbar und auch zu DRAM-kompatible Interfaces wie DDR (*Double Data Rate*) sind möglich. Ein Vorteil ist, dass das ständige Auffrischen (*Refresh*) der Daten wie bei heutigen

DRAMs nicht notwendig ist. Dies vereinfacht die Logik und reduziert den Strombedarf, denn für das Datenauffrischen ist mehr Energie notwendig als für den eigentlichen Speicherzugriff. Allerdings werden FRAMs beim Auslesen gelöscht und müssen deshalb anschließend neu mit dem ausgelesenen Wert beschrieben werden.

■ PCM – Intel Optane ohne Erfolg

Aktuell interessante weitere Speicheralternativen sind PCM, MRAM und ReRAM. Am PCM, auch PRAM genannt, forscht man seit den 1960er-Jahren. Die Speicherzelle wird erhitzt und je nach Geschwindigkeit der nachfolgenden Abkühlung kristallisiert das Material, wird leitend oder bleibt amorph und damit hochohmig. Das Auslesen des Speichers ist also besonders einfach. Es sind nur zwei Elektroden notwendig, keine drei, wie bei vielen anderen Speichersystemen, Bild 2.

Obwohl diese Technologien auch bei den wiederbeschreibbaren DVD-RW verwendet werden und bei diesen sogar zu besserer Langzeitstabilität als bei normalen DVD-R führen, ist die Nutzung auf einem integrierten Baustein schwieriger. Das unterschiedlich kontrollierte Abkühlen der Speicherzellen, um sie auf 0 oder 1 zu setzen, ist schwer umsetzbar. Intel hatte seine *Optane*-Speicher hiermit realisiert, doch diese Bausteine inzwischen wieder zurückgezogen. Als nur unter Windows nutzbarer reiner Cache für magnetische Festplatten – kein eigenständiges Speichermedium – waren sie gegenüber anderen Speichertechnologien für denselben Zweck nicht konkurrenzfähig.

■ MRAM – schwierig zu fertigen

MRAM verwendet zur Speicherung Materialien, die ihren elektrischen Widerstand unter dem Einfluss magnetischer Felder ändern, Bild 3. Dies beruht auf dem AMR-Effekt (anisotroper Magnetwiderstand), dem GMR-Effekt (Riesenmagnetowiderstand), der bereits in Leseköpfen für magnetische Festplatten und zur galvanisch isolierten Datenübertragung [3] zum Einsatz kommt, und dem TMR-Effekt (magnetischer Tunnelwiderstand), der ebenso bei Datenkopplern genutzt wird.

Die Speicher sind nichtflüchtig und praktisch verschleißfrei.

Die modernste Technologie, TMR, nutzt nur wenige Atomlagen dicke Schichten unter 1 nm, andernfalls tritt der genutzte Tunneffekt nicht auf. Dies macht die Fertigung schwierig. Bislang sind MRAM-Bausteine deshalb trotz intensiver Forschung nur von einem Hersteller am Markt und infolge ihres Preises auf Spezialanwendungen beschränkt. Eine Ablösung der heutigen Standard-Computerspeicher durch MRAM ist noch lange nicht abzusehen. Die Variante MeMRAM soll eine magnetische Spannung statt eines Stroms verwenden, was den Strombedarf der Bausteine in erheblichem Maße verringern würde.

■ ReRAM und Memristoren

ReRAM (*Resistive RAM*) ist ein Speicher, der seinen Widerstand in Magnetfeldern verändert. Dies trifft teils auch auf die bereits erwähnten Speichersysteme zu, doch beim eigentlichen ReRAM werden Atome im Material verschoben. Ähnlich wiederaufladbaren Batterien bringt dies bereits vom Funktionsprinzip her Verschleiß ins Spiel, doch dieser soll geringer sein als beim Flash-Speicher. Marktreif ist allerdings noch keine der aktuell untersuchten Technologien.

■ Fazit

Wann das heutige RAM durch eine permanent speichernde, kostengünstige Technologie ausreichender Speicherdichte abgelöst werden kann, ist noch nicht absehbar. Gelänge dies, wäre auch eine Änderung der Computer-Betriebssysteme möglich, bei denen dann nicht nach jedem Abschalten alles neu von externen Speichern geladen werden müsste. Allerdings hatten die alten, permanent betriebsbereiten Computer mit Ringkernspeichern noch nicht mit Viren und Ransomware zu kämpfen – von fehlerhafter regulärer Software, die Daten überschreibt, ganz abgesehen. Externe Backups auf Massenspeicher würden also auch mit neuen Speichertechnologien nicht überflüssig. dl2mcd@gmx.net

Literatur

- [1] Roth, W.-D., DL2MCD: Rechentechnik im Welt- raum: Blick in die Apollo-Computer. FUNK-AMATEUR 61 (2012) H. 3 S. 249–251.
- [2] Buck, D. A.: Ferroelectrics for digital information storage and switching. Massachusetts Institute of Technology 1952; http://dome.mit.edu/bitstream/handle/1721.3/40244/MC665_r12_R-212.pdf
- [3] Roth, W.-D., DL2MCD: Was kommt nach dem Optokoppler? Datenkoppler im Vergleich. FUNK-AMATEUR 59 (2010) H. 8 S. 826–828
- [4] Sander, K.: FRAM: Datenrettung für Controller. FUNKAMATEUR 52 (2003) H. 7, S. 696–670

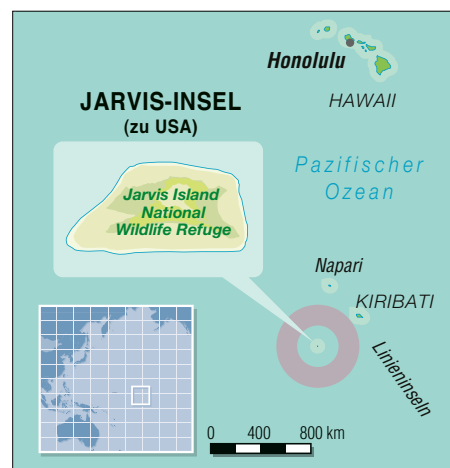
Amateurfunk und Naturschutz: N5J von der Insel Jarvis

DON GREENBAUM – N1DG

Im August 2024 waren erstmals nach über 30 Jahren wieder Amateurfunksignale von der Pazifikinsel Jarvis, KH5, zu hören. Ermöglicht hatte dies das Radio-in-a-Box-System. Dieses Konzept bietet die Gelegenheit für Amateurfunkbetrieb mit nur minimalen Umwelteinwirkungen und ebnet den Weg, künftig weitere DXpeditionen zu fast ausnahmslos unter Naturschutz stehenden Pazifikinseln zu unternehmen.

Erste Planungen für eine DXpedition auf die Insel Jarvis, Präfix KH5, begannen bereits vor acht Jahren, unmittelbar nach der erfolgreichen KH1/KH7Z-Aktivität von der Insel Baker. Während der Fahrt zurück auf die Fidschi-Inseln sagte George, AA7JV, damals zu mir: „Es muss noch

ständige Behörde eine Amateurfunkaktivität auf Jarvis genehmigt hatte. Die daher hohe Nachfrage nach Funkkontakten führte dazu, dass dieses DXCC-Gebiet inzwischen auf Rang 18 der meistgesuchten Funkländer der Welt vorgerückt war. In Zentraleuropa, so die Statistiken des



verträglichkeitsprüfung erforderlich war, traf ich mich im September 2022 persönlich mit Mitarbeitern des USFWS in Honolulu, um das RiB-Konzept mit dessen minimalen Umwelteinwirkungen vorzustellen. Ich betonte dabei, dass anstelle von 15 Funkamateuren, zehn Zelten, zwölf großen Antennen, einer Toilette und sieben Generatoren, wie sie bei unserer DXpedition auf Baker im Einsatz waren, lediglich ein schwimmfähiges Fahrzeug mit allen Funkgeräten und Generatoren an Bord sowie sechs oder sieben gekürzte Vertikalantennen auf der Insel eingesetzt würden. Zudem sei es nicht notwendig, dass sich bei dieser Funkaktivität Personen für längere Zeit auf der Insel aufhalten.

Darüber hinaus betonte ich unsere Bereitschaft, mehrere Biologen des USFWS mitzunehmen und ihnen die Gelegenheit zu geben, während der Dauer der DXpedition wissenschaftliche Studien vor Ort durchzuführen. Schließlich erhielten wir im Januar 2024 die gute Nachricht, dass die Behörde die Umweltverträglichkeit unseres Vorhabens positiv beurteilt hatte. Erst dieses Ergebnis ermöglichte es der USFWS, eine Genehmigung mit den konkreten Bedingungen für unser Vorhaben zu erteilen. Der in Aussicht gestellte Zeitraum war August 2024, abhängig davon,



Inselteam N5J
(v.l.n.r.): oben Mike, KN4EEI, George, AA7JV, Adrian, KO8SCA, Don, N1DG, und Tomi, HA7RY; unten Meagan, Beth und Anna vom USFWS

Fotos: Team N5J

eine bessere Lösung für die Durchführung einer solchen DXpedition geben.“

Dies war der Auftakt zu einer drei Jahre dauernden Entwicklung, an deren Ende eine Remote-Amateurfunkstation, ein schwimmfähiges und maßgeschneidertes Fahrzeug zum Anlanden, ausgeklügelte Kontrollsysteme zum Bedienen der Software sowie gekürzte Antennen standen. Das von AA7JV entworfene und gebaute Radio-in-a-Box-System (RiB) hat hauptsächlich die nordkalifornische DX-Stiftung NCDXF finanziert. Die von George angestrebte „bessere Lösung“ sollte mehrere Ziele erfüllen: Sicherheit, komfortable Bedienung, Kostenreduzierung. Wichtig war zudem der Nachweis gegenüber Naturschutzbehörden, dass es möglich ist, in besonders empfindlichen, geschützten Regionen der Erde Amateurfunkbetrieb mit nur minimalen Auswirkungen auf die Umwelt durchzuführen.

Es war bereits 34 Jahre her, dass der US Fish & Wildlife Service (USFWS) als zu-

DARC und der EUDXF, war sogar Platz vier *Mixed* erreicht. Berücksichtigte man allein die Nachfrage nach Phonie-Kontakten, lag KH5 in Zentraleuropa sogar auf dem zweiten Platz.

■ Genehmigungsverfahren

Da vor der Genehmigung unserer DXpedition die Durchführung einer Umwelt-

Eine seltene historische Aufnahme von Jarvis aus dem Jahr 1936: Vier Siedler verabschieden sich von der Besatzung eines Versorgungsschiffes.

Foto: L. A. B. Pearl Harbor, National Archives



welche Mitarbeiter des USFWS in dieser Zeit verfügbar wären.

■ Inselkunde: Jarvis

Jarvis ist ein Naturschutzgebiet und Teil des nationalen Marine-Naturdenkmals der entlegenen Pazifikinseln der USA. Letzteres umfasst etwa 490 000 Quadratmeilen, bestehend aus offener See, Korallenriffen und Inseln. Das Gebiet ist fast fünfmal größer als alle US-amerikanischen Nationalparks zusammen und etwa zweimal so groß wie der US-Bundesstaat Texas. Innerhalb der Grenzen des Naturdenkmals liegen sieben nationale Schutzgebiete, nämlich die Inseln Baker und Howland, KH1, Johnston, KH3, Jarvis, KH5, Palmyra, KH5, das Wake-Atoll, KH9, sowie das Kingman-Riff (früher KH5, inzwischen als separates DXCC-Gebiet gelöscht).

Jarvis ist unbewohnt, etwa 4,5 km² groß und liegt im Südpazifik, etwa auf halbem Weg zwischen Hawaii und den Cook-Inseln. Kapitän Brown vom britischen Schiff *Eliza Francis* entdeckte die Koralleninsel im Jahr 1821. Nachdem die USA diese in Besitz genommen hatten, baute man dort in den späten Jahren des 19. Jahrhunderts aufgrund des sogenannten *Guano Act*



Einziges Bauwerk auf der Insel ist ein alter Leuchtturm.

von 1856 Guano ab. Am 13. 5. 1936 wurde die Insel der Verwaltung des US-Innenministeriums unterstellt.

Heute ist Jarvis ein sogenanntes nicht inkorporiertes US-Territorium und die größte der drei US-amerikanischen Besitzungen in der Region; die beiden anderen sind Baker und Howland. Da Jarvis nicht nur zu einer anderen Gruppe als Palmyra gehört, sondern außerdem da-



So präsentierte sich Jarvis bei unserer Ankunft.

von durch eine Gebietsaufteilung getrennt ist, die aufgrund eines zwischen den USA und Kiribati im Jahr 2013 unterzeichneten Vertrags entstand, verdienen nach unserer Auffassung beide einen eigenen DXCC-Status. (Anmerkung der Redaktion: Das zuständige DXCC-Gremium sieht dies anders und führt Jarvis zusammen mit Palmyra und Kingman-Riff weiterhin als ein gemeinsames DXCC-Gebiet.)

■ Team Jarvis

Nachdem wir Anfang 2024 die „Genehmigung für eine besondere Nutzung“ der Insel (*Special Use Permit*) erhalten hatten, verblieb nur noch wenig Zeit, um die Jarvis-DXpedition N5J zu organisieren. Die Finanzierung für den Treibstoff und die Besatzung des Bootes waren zu sichern und wir mussten Funkamateure für den *Remote*-Betrieb ins Team einbinden. Bereits 2023 hatte unsere schwimmende Basis, die MV *Magnet* unseres Teamkollegen Georg, AA7JV, den Pazifik erreicht. Im Juni 2024 hatten wir bei mehreren RiB-Erprobungen von Französisch-Polynesien, FO, den Cook-Inseln, E5, Ducie, VP6D, Swains, KH8S, und Amerikanisch-Samoa, KH8, einige Funkamateure geschult, die nun den *Remote*-Betrieb für N5J übernehmen sollten.

Das Vor-Ort-Funkteam an Bord der *Magnet* bestand aus fünf Funkamateuren, nämlich George, AA7JV, Tomi, HA7RY, Adrian, KO8SCA, Mike, KN4EEI, und mir, Don, N1DG. Funkverbindungen mit einem dieser DXpeditionäre zählen auch für das IOTA- und das POTA-Diplomprogramm, was eine entscheidende Veränderung im Vergleich zu den bis dahin gültigen Bedingungen dieser Diplome bedeutete. Da die Verantwortlichen der beiden Aktivitätsprogramme wussten, dass die restriktiven Vorgaben des USFWS eine ständige Anwesenheit von DXpeditionären auf der geschützten Insel verhin-

geschaffen. N5J-Funkkontakte mit *Remote*-Operateuren, die sich also nicht auf der *Magnet* befanden, zählen dagegen nicht für IOTA und POTA.

■ Team „Remote“

Unter der Leitung von Ned, AA7A (für FT8), und Gerry, W1VE (für Telegrafie), stellten wir zwei *Remote*-Teams zusammen. Zu diesen gehörten Dennis, W1UE, Axel, DL6KVA, John, K6MM, David, WD6T, Ned, AA7A, Robin, W7YED, José, CT1BOH, Filipe, CT1ILT, José, CT1EEB, Champ, E21EIC, Florian, PB8DX, Daniel, N6MJ, Hal, W8HC, Paul, F6EXV, Stan, K5GO, Oku, JK1KSB, Angus, KJ7KOJ, Gerry, W1VE, Tack, JE1CKA, Jonathan, KL2A, Peter, W1RM, Ken, JN1THL, Vlado, E70T, David, N7NR, Mark, K6UFO, Eiki, JH8JWF, Braco, E77DX, Jacky, ZL3CW, Miriam, N1QV, Ewan, KK7EXT, Michael, KN4EEI, Atilano, PY5EG, Donald, AA1V, Stephen, KL7SB, Kevin, K6TD, Roberto, CE3CT, Lee, KY7M, Attila, HA2NA, Felipe, NP4Z, Sven, DJ4MX, Tom, ND2T, Todd, VE5MX, John, W2GD, Lee, VK3GK, Jim, K1IR, und Nathan, K4NHV.



Unser Schiff, die *Magnet*, vor einem Regenbogen.



George, AA7JV, mit Beth und Meagan auf der ersten Fahrt zur Insel

Für alle galten die Vorschriften der US-Telekommunikationsbehörde FCC. Daher hatten allein die Funkamateure an Bord der *Magnet* die Kontrolle über die Funkgeräte auf Jarvis. Die für den *Remote*-Betrieb in Morsetelegrafie und FT8 auf dem Schiff verwendeten Computer waren zwar drahtlos mit den auf der Insel eingesetzten Funkgeräten verbunden. Doch die Kontrolle der Funkgeräte erfolgte mittels separater Notebooks, auf die die *Remote*-Teams keinen Zugriff hatten. Als Pilotstationen unterstützten uns Don, AA1V, Eiki, JH8JWF, und Manny, CT1FPQ.

■ Super-Fox-Modus

Vergleichbar mit der *Baker-Island-DX*-pedition im Jahr 2018, bei der für den Digimode FT8 erstmals der Fuchs-Jäger-Modus (*Fox/Hound*) eingesetzt wurde, arbeitete die *Dateline DX Association* eng mit den Entwicklern der WSJT-X-Software zusammen. Geplant war, einen wei-

effektiv, um schnell viele europäische Anrufer ins Jarvis-Log zu bekommen. Doch etwa nach der Hälfte der Aktivität hatten offensichtlich viele Stationen Probleme mit dem Decodieren unserer Signale. Manche Anrufer verwendeten ältere WSJT-X-Programmversionen, außerdem



Der größte Teil der Antennen fand Platz auf dem RiB-Fahrzeug.

erschwerten die Eigenheiten des Polarpfades mit *polar flutter* das Decodieren. Daher wechselten wir zurück in den normalen Fuchs/Jäger-Modus, um allen DXern die Chance auf einen Funkkontakt zu ermöglichen.

■ Überfahrt und Ankunft

Am 31.7.2024 traf sich unser Vor-Ort-Team in Amerikanisch-Samoa mit drei Biologinnen des USFWS. Während wir auf optimales Wetter für die Fahrt warteten, informierten uns die Naturschützerin-

nen über die auf Jarvis geltenden Vorschriften. Außerdem machte sich das Team mit den Sicherheitsprozeduren der *Magnet* vertraut, darunter, wie man im Notfall von Bord springt und in das mitgeführte Rettungsboot klettert.

Anschließend beluden wir das RiB-Amphibienfahrzeug, das George und Mike aus einem ursprünglich für Süßwasserseen konzipierten Ponton-Boot gebaut hatten, und bereiteten es für einen schnellen Einsatz vor. Unsere schwimmende und fahrende RiB-Basis enthielt Funkgeräte, Endstufen, Generatoren, die Technik für die 900-MHz-Verbindung zur *Magnet* sowie den größten Teil der Antennen.

Am 3.8. begann die rund 1900 km lange Seereise von Amerikanisch-Samoa nach Jarvis. Wir erreichten unser Ziel nach einer ereignislosen Fahrt am 6.8. gegen 6 Uhr morgens. Bereits um 7 Uhr bestieg George mit Beth und Meagan, zwei Mitarbeiterinnen des USFWS, das erste Tenderboot und fuhr mit Vorräten zur Insel. Danach ließen wir das RiB-Amphibienfahrzeug zu Wasser und fuhren, gesteuert von Mike, ebenfalls in Richtung Jarvis. Um 7.50 Uhr waren alle auf der Insel und halfen, die RiB-Basis an einer geeigneten Stelle zu positionieren. Ein kurzes Video, auf dem man das Amphibienfahrzeug auf seiner Fahrt zur Insel sieht, kann man sich im Internet unter <https://youtu.be/4W3Q9iUhESI> ansehen.

Innerhalb von vier Stunden nach der ersten Anlandung waren fünf Funkgeräte und drei Vertikalantennen einsatzbereit sowie eine drahtlose Verbindung zum Schiff hergestellt. Nun war etwas Zeit für eine Pause und wir fuhren zurück zur *Magnet*. George versicherte sich, dass die Computer auf dem Schiff ordnungsgemäß mit den Funkgeräten des RiB-Systems verbunden waren, und gab für die erste Gruppe von *Remote*-Funkamateuren grünes Licht für den Betrieb von drei



Mike, KN4EEI, steuerte das RiB-Amphibienfahrzeug.

teren wesentlichen Fortschritt der digitalen Sendart FT8 einzuführen, nämlich den *Super-Fox*-Modus. In einem breiteren Sendekanal lassen sich damit bei guten Bedingungen im gleichen Zeitraum mehr Funkverbindungen durchführen. Anfangs erwies sich dieser Modus als sehr

Das RiB-System auf dem Strand von Jarvis; im Hintergrund die vor Anker liegende *Magnet*





Tomi, HA7RY, und George, AA7JV (r.), beim Abstimmen einer unserer Vertikalantennen

Funkgeräten. Innerhalb von nur vier Stunden nach dem ersten Betreten der Insel standen die ersten Funkverbindungen im N5J-Log.

■ Antennenarbeiten

Die Arbeiten an den Antennen auf Jarvis waren nie vollständig abgeschlossen. Am dritten Tag der Aktivität stellten wir eine DHDL-Empfangsantenne für die unteren Bänder und einen vertikal polarisierten 6-m-Beam auf. Die Mitarbeiterinnen des USFWS waren besorgt, dass die Abspannseile der Antennen die weltgrößte Kolonie von Rußseeschwalben auf der Insel stören könnten. Daher befestigten wir mehr kleine Flaggen und Bänder an den Strahlern und deren Abspannseilen.

Überdies reduzierten wir die Höhe der Vertikalantennen und versetzten diese weiter in Richtung Wasser.

Am Ende der N5J-Aktivität hatten wir die Länge der ursprünglich knapp 14 m hohen Vertikalstrahler auf 7 m verringert, was gleichzeitig die Zahl der benötigten Abspannseile reduzierte. Eingehende Empfangsberichte ließen darauf schließen, dass nur wenige Anrufer den Unterschied zwischen den verschiedenen Antennenhöhen bemerkten.

Dank der Unterstützung durch die weltweite Amateurfunkgemeinschaft konnten die drei mitgereisten Biologinnen nahezu zwei Wochen lang wissenschaftliche Arbeiten auf Jarvis durchführen. Die enge Zusammenarbeit mit dem USFWS und die wertschätzende Reaktion der Behörde waren essenziell, um künftige Bemühungen zu unterstützen, weitere seltene DXCC-Gebiete in der geschützten Region zu aktivieren.

■ Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das auf Jarvis eingesetzte RiB-Konzept dabei geholfen hat, bestehende Vorbehalte bezüglich der Genehmigung von Amateurfunkaktivitäten in Naturschutzgebieten zu überwinden. Während der DXpedition wurde zudem der *Super-Fox*-Modus eingeführt. Wir haben sämtliche FT8-Kontakte unter N5J manuell durchgeführt und in unserem Log gibt es entsprechend keine FT8-Verbindungen, die unbeaufsichtigt und vollständig automatisiert liefen.

Insgesamt waren wir 13 Tage und 7 h auf der Insel, wobei an allen Tagen Funkbetrieb lief. Ein Team von fünf Funkamateuren befand sich vor Ort und installierte die sechs Funkgeräte sowie acht Antennen der DXpedition. Überdies führten wir von Bord der *Magnet* 25 300 Funkverbindungen durch, die nun für IOTA und POTA zählen.

Darüber hinaus trugen 46 Funkamateure mit ihrem *Remote*-Betrieb wesentlich dazu bei, dieser Aktivität zum Erfolg zu verhelfen. Das Gesamtergebnis umfasst rund 107 000 Funkkontakte mit 21 000 anrufenden Stationen. Die Auswertung der Datenbank von Club Log zeigt, dass über 14 % der N5J-Funkkontakte zu einem neuen DXCC-Gebiet führten. Über 43 % der Funkverbindungen verhalfen den Anrufern zu einem neuen Band- oder Mode-Punkt.

Unter Berücksichtigung der Statistik der meistgesuchten Funkländer war sicher Europa unser Hauptzielgebiet. Daher ent-



Typische Einheimische: zwei Maskentölpel



Einsiedlerkrebse besiedeln Jarvis ebenfalls.

wickelte José, CT1BOH, aufgrund von Ausbreitungsvorhersagen detaillierte Pläne mit den Zeiträumen, in denen sich die Bänder voraussichtlich in Richtung Europa öffnen würden. Diese sorgfältige Planung zahlte sich aus, da 24 % aller Funkverbindungen mit europäischen Anrufern liefen, obwohl diese über den schwierigen Polarpfad verliefen. Die fast 26 000 Funkkontakte von N5J mit europäischen DXern verteilen sich auf 3731 SSB-, 10 262 Telegrafie- und 11 915 Digimode-Kontakte.

Zum Abschluss meines Berichtes bedanken wir uns herzlich bei den Mitarbeitenden des *U. S. Fish and Wildlife Service* in Hawaii für die Erteilung einer „speziellen Genehmigung“ für unsere Funkaktivität, die die Umwelt der Insel Jarvis im Vergleich zu früheren DXpeditionen (siehe Tabelle) nur minimal beeinträchtigt hat.

**Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**

Vergleich der Aktivitäten von der Baker-Insel (2018) und der Jarvis-Insel (2024)

	Baker	Jarvis
Rang der meistgesuchten DXCC-Gebiete (Club Log)	12	18
Gesamtzahl der QSOs	69000	106892
Individualrufzeichen	18091	21298
Tage auf bzw. bei der Insel	12	13,5
Betriebstage	9	13
kampierende Personen	11	0
Duschen, Toiletten	2	0
Funkgeräte/Endstufen	6/6	6/3
Antennen	12	8
Zelte mit Tischen und Stühlen	10	0
Generatoren	8	4
benötigter Treibstoff	1135,6 l	454,2 l
auf der Insel verbrauchtes Wasser	1514,2 l	3,8 l
Aufbauzeit vor dem ersten QSO	48 h	4 h
Zeit zum Abbauen und Verpacken	24 h	3 h

Europe 1 – ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze

HARALD LUTZ

Unmittelbar an der deutsch-französischen Grenze befand sich bis Ende 2019 der leistungsstärkste Radiosender Deutschlands. Da diese Anlage mit ihren umfangreichen Antennen und dem futuristischen Sendegebäude nur in französischer Sprache sendete, war sie vielen deutschen Rundfunkhörern nicht bekannt, obwohl der Empfang auch in weiten Teilen Deutschlands gut möglich war. Die ereignisreiche Historie dieser Sendeanlage ist Gegenstand des nachstehenden Beitrags.

1936 kaufte der französische Geschäftsmann Charles Michelson einen Radiosender im marokkanischen Tanger, denn zu dieser Zeit war der Rundfunk in diesem Gebiet nicht gesetzlich reguliert. In der Folgezeit modernisierte er diesen Sender und erhöhte dessen Leistung. Zu Beginn des Zweiten Weltkrieges musste er den Sender an die Vichy-Regierung verkaufen.

Zu jener Zeit war das Saarland eine Republik unter französischem Protektorat. Am 17.5.1952 gründeten *Image et Son* und die *Saarländische Rundfunkverwaltung* die *Saarländische Fernseh-AG* (später *Europäische Rundfunk- und Fernseh-AG*, ab 1999 in der Rechtsform einer GmbH) mit dem Ziel, ein kommerzielles Radio- und Fernsehprogramm im Saarland zu verbreiten. Knapp einen Monat



Sendegebäude von Europe 1 mit Richtfunkturn im Jahr 2016

Fotos: Lutz (3)

Nach dem Zweiten Weltkrieg erhielt Michelson eine Entschädigung vom französischen Staat und wollte damit ursprünglich *Radio Andorra* kaufen, was ihm aber nicht gelang. Stattdessen durfte er die KW-Frequenz von *Radio Monte Carlo*, an dem der französische Staat mehrheitlich beteiligt war, für fünf Jahre nutzen. Allerdings konnte er auf diesem Sendepunkt nur wenige Hörer erreichen.

1949 erhielt Michelson deshalb vom damaligen französischen Informationsminister, dem späteren französischen Staatspräsidenten François Mitterrand, die Option für eine Konzession am geplanten Fernsehsender von *Radio Monte Carlo*. Um diese nutzen zu können, gründete er mit Unterstützung der monegasischen Gesellschaft der Banken und Edelmetalle das Unternehmen *Image et Son* (zu Deutsch *Bild und Ton*), welches von Monaco eine Konzession für Radio- und Fernsehsendungen erhielt.

später, am 18.6.1952, verabschiedete der Landtag des Saarlands ein Rundfunkgesetz, mit dem die Funkhoheit von Frankreich auf das Saarland übertragen wurde. Es erlaubte in- und ausländischen Gesellschaften, Radio- und Fernsehsender im Saarland zu bauen und zu betreiben. Jetzt stand der Errichtung eines privaten Fernseh- und Radiosenders im Saarland juristisch nichts mehr im Wege. Interes-

sant war allerdings, dass in diesem Zusammenhang auf das Thema Frequenzuteilung nicht eingegangen wurde, was später für einige Probleme sorgte.

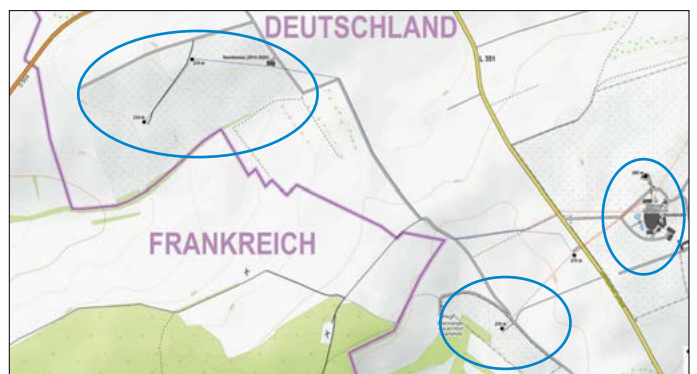
Der geplante Radiosender sollte ein Gegenstück zu *Radio Luxemburg* werden und alle Bevölkerungsschichten ansprechen. Um ein möglichst großes Gebiet abdecken zu können, war ein LW-Hochleistungssender mit Richtstrahlung nach Frankreich geplant. Für die Programmgestaltung engagierte Charles Michelson den Journalisten Louis Merlin, der auch *Radio Luxemburg* zum Erfolg verhalf. Er wählte für den geplanten Radiosender den Namen *Europe 1*, um zu signalisieren, dass er „die Nummer eins in Europa“ sein sollte. Tatsächlich war er später sogar einer der leistungsstärksten Rundfunksender der Welt.

■ Die Anfangsjahre

Als Standort für diesen LW-Sender wurde das Felsbergplateau südlich von Saarlouis, unmittelbar an der deutsch-französischen Grenze ausgewählt, wo schon im Dritten Reich mit dem Bau eines Radiosenders begonnen worden war. Außerdem war ein Fernsehsender für das Saarland geplant, der den Namen *Tesasaar* erhalten sollte.

1952 begann der Bau des LW-Senders. Da für dessen Standort große Pläne existierten und dort auch Fernsehstudios und weitere Sendeanlagen gebaut werden sollten, errichtete man die Sendehalle nicht – wie sonst üblich – als technischen Zweckbau, sondern als futuristisches Gebäude aus Glas, Metall und Beton in Form einer Jakobsmuschel. Dieses außergewöhnliche Design wurde gewählt, nachdem einer der Investoren in der Nähe des Standortes eine versteinerte Muschel gefunden hatte, die ihn hierzu inspirierte. Die Sendehalle hat einen elliptischen Grundriss von 86 m Länge und 46 m Breite. Ihre maximale Deckenhöhe beträgt 16,22 m. Der Bau, für den es seinerzeit keine Vorbilder gab, begann am 14. Juni 1954. Er ging rasch voran, doch gab es

Übersichtskarte des Sendezentrums von Europe 1 mit den markierten Standorten der Gebäude und Antennenanlagen in der Nähe der Staatsgrenze zu Frankreich
Grafik: Vakarel, CC BY-SA 3.0



bald Probleme, denn das Dach drohte einzustürzen. Man beschuldigte den Architekten François Guedy, der zusammen mit Bernard Laffaille die Halle entworfen hatte, einen fehlerhaften Entwurf geliefert zu haben. Ersterer nahm sich diesen Vorwurf so zu Herzen, dass er Ende 1954 den Freitod wählte.

Später stellte sich heraus, dass der Entwurf korrekt war, aber bei der Bauausführung Fehler gemacht wurden. Der Architekt Freyssinet übernahm die Fertigstellung der Halle. Die Verstärkung der Schale an den Rändern und das Hinzufügen von Spanngliedern unter der Hallendecke lösten das Stabilitätsproblem des Hallendachs.

Am 1.1.1955 fand die erste reguläre Sendung auf 240 kHz statt. Allerdings musste die Ausstrahlung nach kurzer Zeit abgebrochen werden, da der Sender das Funkfeuer des Genfer Flughafens störte. Dann folgten Tests auf 245 kHz und 239,5 kHz, die jedoch Radiosender in Dänemark bzw. Luxemburg störten.

Am 3. April 1955 begann die Ausstrahlung auf der Frequenz 182 kHz. Zwar war auch diese nicht frei, denn die *Stimme der DDR* in Zehlendorf nördlich von Berlin sendete auf 185 kHz. Allerdings kam dieser Sachverhalt der damaligen Bundesrepublik Deutschland durchaus gelegen, machte er doch den Empfang des Programmes der *Stimme der DDR* in weiten Teilen Deutschlands unattraktiv.

Da vom Felsbergplateau der Sender Zehlendorf ziemlich genau entgegengesetzt zur Hauptstrahlrichtung von *Europe 1* lag, konnte später eine Richtantenne realisiert werden, welche in hohem Maße die Abstrahlung in diese Richtung unterdrückte. Nach Inkrafttreten des Genfer Wellenplans 1978 vereinbarten *Europe 1* und die *Stimme der DDR* auf 183 kHz bzw. 177 kHz zu senden. Diese Maßnahmen reduzierten die gegenseitigen Störungen, beseitigten sie aber nicht vollständig.

Die Antennenanlage des LW-Senders bestand ursprünglich aus zwei Antennenträgern: einem 280 m hohen, geerdeten Mast und einem 282 m hohen, gegen Erde isolierten Mast in 305 m Entfernung. Durch diese Anordnung wurde ein Richtdiagramm mit Hauptstrahlrichtung nach Südwesten in Richtung Bordeaux realisiert. Der geerdete Mast, der auch die bis zu $\frac{2}{3}$ seiner Höhe gespannten 20 Antennenstränge trug, hatte an seiner Spitze eine geschlossene Kabine und war mit einer Treppe ausgestattet, die 1500 Stufen besaß. Er sollte später auch Antennen für Fernseh- und UKW-Sender tragen, was aber nie geschah.

Die Zuleitung der HF-Energie von der Sendeendstufe zu den Sendemasten erfolgte über offene, koaxiale Freileitungen, sogenannte *Reusenleitungen*.

Wenig später kam zur Verbesserung des Richtdiagramms ein dritter, 276 m hoher und gegen Erde isolierter Sendemast 348 m südwestlich des 280-m-Mastes hinzu. Neben dem Sendegeäude baute man noch einen 59 m hohen Sendeturm aus Beton. Dieser sollte das Programm von *Telesaar* verbreiten, was er aber nur zehn Tage lang tat. Hauptsächlich diente er als Richtfunkturm für die Zuspierung des Radioprogramms von den Studios, die in einem ehemaligen Gebäude der *Voice of America* in Paris eingerichtet wurden. Obwohl *Europe 1* Programme für Hörer in Frankreich in französischer Sprache ausstrahlen sollte, gab es in der Anfangszeit auch einige deutsch- und englischsprachige Sendungen.

Veränderungen durch neue politische Rahmenbedingungen

Am 23.10.1955 fand das im Saar-Statut festgelegte Saar-Referendum statt, bei dem sich die Mehrheit der Bevölkerung gegen das Saar-Statut und für einen Anschluss an die Bundesrepublik Deutschland aussprach, der am 1.1.1957 vollzogen wurde. Hiermit galt ab diesem Tag auch im Saarland die Funkhoheit der Bundesrepublik Deutschland, welche seinerzeit keine privaten Radio- und Fernsehsender gestattete.

Der LW-Sender in Felsberg-Berus durfte weiterhin in Betrieb bleiben, allerdings mit der Auflage, nur in französischer Sprache zu senden. Hingegen waren die Verhältnisse beim Fernsehsender *Telesaar*, der ein deutschsprachiges Programm ausstrahlte, anders. Zuerst durfte auch er weitersenden, weil sein Programm mit den üblichen deutschen Fernsehgeräten, die für eine Fernsichtbildnorm von 625 Zeilen ausgelegt waren, nicht empfangen werden konnte.

Als allerdings am 15.1.1958 in Felsberg-Berus auf dem bereits erwähnten Betonturm ein leistungsstärkerer, zweiter Fernsehsender in Betrieb ging, griff man zu einer ungewöhnlich drastischen Maßnahme und beantragte klammheimlich einen Tausch des in Felsberg-Berus genutzten Kanals mit einem Nachbarkanal. Die Betreiber erhielten zwar daraufhin eine Anweisung zur Abschaltung, doch da auch der Landesregierung nichts bekannt war, blieb der Sender weiter in Betrieb, bis ihn am 25.1.1958 ein Trupp Postbeamter unter Polizeischutz zwangsweise stilllegte.



Reusenleitung von *Europe 1*

Der Sender am Eschberger Hof blieb zunächst weiter in Betrieb, doch führten die in der Folgezeit stattfindenden juristischen Auseinandersetzungen, bei denen die deutschen Behörden die Oberhand behielten, dazu, dass *Telesaar* am 16.7.1958 seinen Betrieb komplett einstellen musste.

Der Sender selbst blieb noch bis zum November 1958 in Betrieb und verbreitete nach der Einstellung von *Telesaar* das deutsche Fernsehprogramm nach französischer Norm. Dies war sehr kurios, denn es wurde als Argument für die Abschaltung von *Telesaar* auch angeführt, dass Fernsehsendungen nach französischer Norm in Deutschland verboten seien.

Ein Sendemast wird versetzt

Im selben Jahr fiel auf, dass das Richtdiagramm des LW-Senders nicht optimal war und dieser dadurch einen großen Teil der Sendeenergie „ungenutzt“ in Richtung Nordsee abstrahlte. Um dieses Problem zu beseitigen, beschloss man, den 282 m hohen, nordwestlichen Mast um 102 m in nördliche Richtung zu verschieben, und zwar im lotrechten Zustand!

Hierfür wurden die mit Isolatoren unterteilten Abspannseile des Mastes durch Metallseile, die zu Winden führten, ersetzt und der Mast auf einen Transportwagen gestellt, der auf zwei parallel verlegten Bahnschienen lief. Da sich durch den Sendebetrieb und die Luftelektrizität an diesem Mast gefährlich hohe Spannungen bilden konnten, wurde er während der ganzen Aktion mittels Metallbändern geerdet.

Während dieser, vom Unternehmen *Entrepose* zwischen dem 19.9.1959 und dem 22.9.1959 durchgeführten Maßnahme



**Verschiebung des 282 m hohen Sendemas-
tes im Jahr 1959** Quelle:

www.radiomuseum.org

justierte man die Abspannseile fortlaufend mithilfe von 16 Winden nach. Trotzdem bog sich der Mast sichtbar durch. Nach seiner Ankunft am neuen Standort wurde er wieder auf einen Isolatorfuß abgesetzt und erhielt wieder seine alten, mit Isolatoren unterteilten Pardunen.

■ Ausbau der Anlage

1964 erkannten die deutschen Behörden den Sendebetrieb von *Europe 1* endgültig juristisch an. Im selben Jahr erhielt die Anlage zwei weitere 300-kW-Sendeblöcke. Deren Ausgangsleistung konnte in der Folgezeit durch diverse konstruktive Maßnahmen auf 400 kW pro Block erhöht werden.

1974 erfolgte die Komplettierung der Antennenanlage. Als Erstes wurden der 280 m hohe geerdete Mast in einen gegen Erde isolierten Mast umgebaut, die Kabine von der Spitze entfernt und zur Verringerung der Windlast die Treppe durch eine Steigleiter ersetzt. Außerdem errichtete man 349 m südwestlich des 276 m hohen Sendemastes einen 270 m hohen, gegen Erde isolierten Sendemast, dessen Pardunenfundamente teilweise nur wenige Meter von der französischen Grenze entfernt waren. Für den Bau dieses Mastes musste der *Karlshof*, der in den Erzählungen des Dichters Johannes Kirchweg eine Rolle spielte, abgerissen werden.

Durch diese Umbauten und Erweiterungen unterdrückte die Hauptantenne von nun an das Signal in Richtung Zehlendorf um den Faktor 1000 während in Hauptstrahlrichtung eine Verstärkung um den Faktor 3 erfolgte. Der exakte Wert des

Minimums war stark frequenz- und wetterabhängig. Mitunter wurde in Richtung des Minimums der Träger stärker unterdrückt als die Seitenbänder, was beim Empfang mit Hüllkurvendemodulatoren zur verzerrten Wiedergabe führte.

Um besagte Richtstrahlung zu erreichen, speiste man die Maste der Hauptantenne phasenverschoben und mit unterschiedlichen Leistungen: Der am nordöstlichen Ende gelegene 282 m hohe Mast strahlte 1 %, der 280-m-Mast 41 %, der 276-m-Mast 56 % und der am südwestlichen Ende gelegene 270-m-Mast 2 % der Sendeleistung ab.

Im folgenden Jahr wurden nördlich der Hauptantenne noch eine Reserveantenne errichtet und ein Senderblock mit einer Leistung von 1000 kW installiert. Diese Antenne bestand aus zwei je 234 m hohen, gegen Erde isolierten Sendemasten im Abstand von 280 m. Da der neue Block im Parallelbetrieb mit einem der 400-kW-Blöcke lief, gab es nun eine Sendeleistung von 1400 kW.

Doch dies war noch nicht das Ende des Ausbaus, denn 1976 kam ein zweiter Sender hinzu, sodass jetzt 2000 kW Sendeleistung möglich waren. Der Sender war damit – obwohl seine Existenz den meisten Deutschen nicht bekannt war – nicht nur der leistungsstärkste Radiosender Deutschlands, sondern gehörte in dieser Hinsicht sogar zur Weltspitze.

In der Folgezeit wurde mit der Idee gespielt, die Sendeleistung auf 3000 kW zu steigern, doch stellte sich heraus, dass eine derartige Maßnahme die Empfangbarkeit nur geringfügig verbessern, jedoch die Betriebskosten stark erhöhen würde. Ende der 1970er-Jahre gab es diverse

Drohungen von französischen Terrororganisationen gegen *Europe 1*, sodass die Anlage damals zeitweise erhöhten Polizeischutz erhielt.

Gesendet wurde bis in die 1990er-Jahre zwischen 5 Uhr und Mitternacht (später 1 Uhr). Die nächtliche Sendepause war für Reparaturarbeiten reserviert. Bis 1990 vermietete man zwischen 0 Uhr und 5 Uhr auch gelegentlich Sendezeit, insbesondere an religiöse Anbieter aus Osteuropa. Sollte hierbei die übliche Richtcharakteristik verwendet worden sein, dann war in den Zielgebieten der Empfang wahrscheinlich schwierig.

1981 erfolgten die Sanierung der Spannbetondecke der Halle und in diesem Zusammenhang die Errichtung einer neuen externen Tragkonstruktion, wodurch sich das Erscheinungsbild leicht veränderte.

Einführung von Privاتفunk in Deutschland und Frankreich

Im selben Jahr wurde in Frankreich der private Rundfunk erlaubt und so begann man dort mit dem Aufbau eines Netzes von UKW-Sendern für die Verbreitung des Programms von *Europe 1*. Schwerpunktmäßig lagen diese Sender in den Ballungsgebieten. Sie sendeten im Unterschied zum LW-Sender rund um die Uhr.

Die aus den 1950er-Jahren stammenden Pläne zum Ausbau des Senders in Felsberg wurden, nachdem 1984 auch in Deutschland privater Hörfunk und privates Fernsehen erlaubt waren, nicht wieder aufgegriffen.

Mehr Worte und weniger Musik im Programm der 1990er-Jahre

Das Programm war ursprünglich ein von Werbesendungen und Nachrichten unterbrochenes Musikprogramm mit Hörerwünschen und wies schon in der Anfangszeit eine hohe Aktualität auf. Ab Anfang der 1990er-Jahre wandelte es sich zu einem stark wortlastigen Programm.

Zu jener Zeit nutzte ich den Empfang von *Europe 1* öfters zur Gewittervorhersage. Um an meinem Wohnort diesen Sender optimal zu empfangen, musste man ein Radio mit Ferritantenne in Nord-Süd-Richtung drehen, sodass das Empfangsmaximum in Ost-West-Richtung zeigte. Wenn die atmosphärischen Störungen zunahmen, wusste ich, dass da irgendwo in der Ferne in östlicher oder westlicher Richtung ein Gewitter war. Fast immer entlud sich dann einige Stunden später an meinem Wohnort oder in unmittelbarer Nähe tatsächlich ein Gewitter! Als das Programm immer wortlastiger daherkam, gab ich diese Form der Gewittervorher-



Trotz der leider nur mäßigen Bildqualität dieses zeitgenössischen Schnappschusses lassen sich die enormen Kräfte erahnen, die während der Verschiebung auf den Sendemast wirkten. Foto: DK8VR

sage auf, denn ich höre lieber Musik als französische Textbeiträge.

Anfang der 1990er-Jahre wurde in einem Nebengebäude ein neuer 2000-kW-Sender installiert, der keine Röhren mehr verwendete, sondern aus mehreren, parallelgeschalteten, halbleiterbestückten Modulen bestand, die so im Takt der Modulation angesteuert wurden, dass sich ein amplitudenmoduliertes Ausgangssignal ergab. Dieser neue Sender brachte eine nicht unerhebliche Energieeinsparung gegenüber seinen Vorgängern. Zu dieser Zeit begann man auch – zumindest an den Wochenenden – den LW-Sender rund um die Uhr zu betreiben.

■ Die letzten Jahre auf Langwelle

Am 8.8.2012 brach von dem 1954 errichteten, 280 m hohen Sendemast infolge eines defekten Isolators die Spitze zwischen der dritten und vierten Pardunen-ebene ab und stürzte zu Boden, wodurch auch die Speiseleitung beschädigt wurde. Obwohl keine Schäden außerhalb des Betriebsgeländes auftraten, warnte man seinerzeit im Verkehrsfunk vor einem „Strommast“ auf der am Sendegebäude vorbeiführenden L351.

Nach diesem Vorfall erfolgten die Ausstrahlungen über die Ersatzantenne. An meinem Wohnort konnte ich keine Veränderung der Empfangbarkeit feststellen. Der beschädigte Mast, der durch den Vorfall etwa 100 m an Höhe verlor und einen interessanten Anblick bot, wurde am 19.11.2012 gesprengt. Möglicherweise hatte es mit diesem Mast schon in der Anfangszeit Probleme gegeben. In einem Artikel der Zeitung der Kommunistischen Partei des Saarlands vom 13.1.1955 ist die Rede von einem „schiefen Mast“ der Sendestation von *Europe 1*.

Leider war die Richtantenne in diesem Zustand nicht mehr nutzbar und so wurde am 13.6.2013 der nordwestlichste Mast der Anlage, also jener, der 1959 verschoben worden war, gesprengt. Von der einstigen Viermastanlage blieb somit nur noch eine Zweimastanlage übrig. Da die Re-

serveantenne gut funktionierte, arbeitete sie fortan als Hauptantenne und die beiden Masten der einstigen Hauptantenne waren nun die Reserveantenne. Bei ihr diente der 276 m hohe Mast als Strahler, während der südwestlich gelegene 270-m-Mast die Funktion des strahlungsgekoppelten Direktors übernahm.

In der Nähe der einstigen Reserveantenne errichtete man ein neues Sendegebäude in Fertigbauweise, welches zwei volltransistorisierte 750-kW-Sender beherbergte. Kontrolliert und betrieben wurde diese Anlage von der Firma *BCE* in Lu-



Sendemast von *Europe 1* mit abgebrochener Spitze
Foto: Hoschdebacha, CC BY-SA 3.0

xemburg, die auch die Sendeanlagen von *RTL* in Luxemburg betrieb und die im Jahr 2014 den Betrieb des LW-Senders von *Europe 1* ebenfalls übernahm.

Bemerkenswert war, dass diese letzte Modernisierung zu einer Zeit stattfand, als die ARD schon längst das Ende aller Lang-, Mittel- und Kurzwellensender beschlossen hatte und einige Rundfunkanstalten dies bereits realisiert hatten.

Am 19.10.2015 wurden die Sendeanlagen in der „Jakobsmuschel“ stillgelegt und die Leitungen gekappt. Die Halle selbst ver-

kaufte man am 1.8.2016 an die Gemeinde Überherrn für 120 000 €. Von diesen Veränderungen bekam ich an meinem Wohnort nichts mit, auch die Signalstärke des Senders blieb praktisch unverändert.

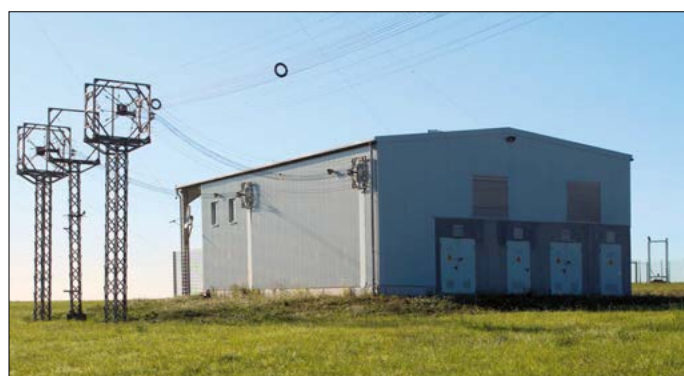
Allerdings sank in der Folgezeit die Zahl der Hörer von *Europe 1*. In einer Sendung, die ich im Februar 2019 empfing, wurde die Einstellung des Sendebetriebs auf Langwelle zum Jahresende angekündigt. Bereits zwischen dem 1.11.2019 und dem 4.11.2019 schaltete man diesen Sender ab. Als offizieller Grund galten Wartungsarbeiten, doch sollte möglicherweise herausgefunden werden, wie viele Leute diese Art der Programmverbreitung nutzten.

Obwohl es am 23.12.2019 konkrete Hinweise zur Abschaltung zum Jahresende gab, kam diese am 31.12.2019 um 23.28 Uhr dann doch überraschend. Allerdings dürfte es seinerzeit noch zahlreiche Hörer des LW-Senders von *Europe 1* gegeben haben, denn einer französischen Zeitung war dieses Ereignis immerhin die Erstellung einer Karikatur wert. Mein Versuch, für den Empfang einer Sendung von *Europe 1* am 31.12.2019 eine QSL-Karte zu erhalten, blieb erfolglos.

Seitdem kann das Programm von *Europe 1* nur noch über UKW in Frankreich (und manchen Grenzgebieten), über Satellit sowie über einen Livestream gehört werden. Nach der Stilllegung baute man das neue Sendegebäude ab und entfernte die Reusenleitungen. Die beiden verbliebenen Masten der alten Hauptantenne wurden am 20.10.2020 und die der alten Reserveantenne am 27.10.2020 gesprengt. Allerdings war dies nicht das Ende der Sendeanlage, denn am 30.11.2020 begannen vom 59 m hohen Sendeturm aus Beton neben der „Jakobsmuschel“ Fernsehsendungen im Standard DVB-T2 und Radiosendungen im Modus DAB+. Somit hat dieser Turm seine ursprüngliche Aufgabe, die er nur zehn Tage lang wahrnehmen konnte, nach 65 Jahren doch noch gefunden. *harald_der_grosse@gmx.de*

Literatur

- [1] Zippo: Wie die Saarländer das Privatfernsehen erfanden. www.sarrelibre.de/309/wie-die-saarlaender-das-privatfernsehen-erfanden
- [2] Lill, W.: Sender Berus ist wieder aktiv. www.radio-museum.org/forum/sender_berus_ist_wieder_aktiv.html
- [3] Freyer, R.: Ein Sendemast ging auf Wanderschaft. https://saar-nostalgie.de/EuropeNo1_Wanderschaft.htm
- [4] Wikipedia: Europe 1. https://fr.wikipedia.org/wiki/Europe_1
- [5] Wikipedia: TMC (chaîne de télévision). [https://fr.wikipedia.org/wiki/TMC_\(chaîne_de_télévision\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/TMC_(chaîne_de_télévision))
- [6] Brummer, W.: Europe 1. <https://www.wabweb.net/radio/radio/europe1.htm>



Sendegebäude für den 2014 installierten, volltransistorisierten 750-kW-Sender neben der Reserveantenne, zu der ebenfalls eine Reusenleitung führte

Anytone AT-D168UV – DMR und FM, kompakt und dazu noch günstig

MICHAEL PEIL – DJ2VA

Anytone-Funkgeräte waren ursprünglich für den Betriebsfunk konzipiert und daher bei Funkamateuren kaum bekannt. Die Möglichkeit, diese Geräte innerhalb der VHF/UHF-Bänder analog und digital zu nutzen, hat, neben der vorhandenen DMR-Infrastruktur, ganz wesentlich zur Verbreitung von DMR im Amateurfunk beigetragen.

Weitere Features, wie der VFO-Modus des im Jahr 2017 vorgestellten AT-D868UV, und natürlich die im Vergleich zu anderen Digitalfunkgeräten günstigen Preise, befördern bis heute den DMR-Hype.

Schon 2018 kam das Nachfolgemodell AT-878UV auf den Markt, das nun auch mit Bluetooth ausgerüstet war. Dank Bluetooth-Headsets und Bluetooth-PTT konnte dieses Funkgerät sehr flexibel portabel oder auch im Auto betrieben werden. Derzeit gibt es das AT-D878UVII Plus, das sich großer Beliebtheit erfreut, da es GPS und APRS unterstützt.

Jetzt hat Anytone das FM/DMR-Handfunkgerät AT-D168UV als kompaktes und leicht abgespecktes Modell vorgestellt. Mit seinen Abmessungen von 103 mm × 53,5 mm × 35,5 mm ist es etwa 20 mm kleiner als das AT-878UV II Plus. Es liegt

angenehm in der Hand und ist dank der recht großen Tasten sehr gut zu bedienen.

■ Lieferumfang

Obwohl das Funkgerät ziemlich preisgünstig ist, wird es mit umfangreichem Zubehör geliefert. Dazu gehören zwei Lithium-Ionen-Akkumulatoren mit 1800 mAh und 2600 mAh Kapazität, Bild 2. Neben der kompakten Antenne mit 12 cm Länge gehört auch eine flexible Antenne mit 38 cm zum Lieferumfang. Wenn diese Antenne im Vergleich zum Gerät auch ziemlich lang und unhandlich erscheint, bietet sie deutliche Vorteile beim Funkverkehr mit weiter entfernten Stationen. So konnte ein DMR-Repeater in etwa 30 km Entfernung mit der kurzen Antenne praktisch nicht erreicht werden. Mit der langen Antenne ist der Empfang problemlos möglich. Standlader, USB-Kabel und USB-Netzteil gehören ebenfalls in den Lieferumfang.

Das USB-C-Kabel ist gleichzeitig Datenkabel, um das AT-D168UV vom Windows-PC aus programmieren zu können. Die Software ist kostenlos als Download erhältlich. Ein großer Vorteil ist, dass das Gerät mit einer normalen USB-C-Buchse ausgerüstet ist und das Gerät dadurch über ein übliches USB-C-Kabel geladen und programmiert werden kann.

Beim mitgelieferten Gürtelclip ist positiv anzumerken, dass dieser mittels zweier Schrauben direkt am Chassis und nicht am Akkumulator montiert wird. Er ist somit schnell gewechselt, ohne den Gürtelclip dafür demontieren zu müssen.

■ Bedienelemente

Aufgrund der kompakten Abmaße besitzt das AT-D168UV auf der Frontseite weder eine Wippe noch irgendwelche Funktionstasten. Stattdessen gibt es einen Zehnerblock sowie vier weitere Tasten (Menu, Exit, Up, Down). An der Oberseite neben dem Antennenanschluss sind die beiden Drehknöpfe für die VFO/Kanal-Umschal-

Lieferumfang des Anytone AT-D168UV

Handfunkgerät AT-D168UV
Lithium-Ionen-Akkumulator 7,4 V/2600 mAh
Lithium-Ionen-Akkumulator 7,4 V/1800 mAh
Antenne, 12 cm lang, SMA-Reverse
Flexantenne, 38 cm lang, SMA-Reverse
Gürtelclip mit Schrauben
USB-C-Programmier- und Ladekabel
USB-Netzadapter, 2 A
Operating Manual (englisch)



Bild 2: Zwei Akkumulatoren und zwei Antennen gehören u. a. zum Lieferumfang

tung sowie zur Einstellung der Lautstärke angeordnet. Eine Abdeckung an der rechten Seite, unter der sich die Anschlüsse für Lautsprecher und Mikrofon sowie der USB-C-Anschluss befinden, schützt gegen Staub und Verschmutzung, wobei der Hersteller keine IP-Schutzart angibt, Bild 4.

Die Belegung der Klinkenbuchsen entspricht dem Kenwood-Standard, sodass Kenwood-Audiozubehör nutzbar ist. An der linken Seite, unterhalb der PTT gibt es zwei Tasten (PF1, PF2), die vom Nutzer frei mit Funktionen belegt werden können, Bild 3. So kann mit diesen Tasten beispielsweise direkt die Umschaltung der beiden VFOs oder der Wechsel zwischen Speicher- und VFO-Modus erfolgen. Eine Mehrfachbelegung ist möglich.

■ Display

Das Gerät ist mit einem farbigen Display ausgestattet, das eine Vielzahl an Informationen bereitstellt, Bild 5. Die oberste Zeile enthält Statusinformationen wie z. B. Digitalmonitor, Aufnahme und Ladezustand des Akkumulators. Darunter teilt sich das Display auf die beiden VFOs auf, welche gleichzeitig angezeigt werden. Wem die farbliche Darstellung nicht gefällt, der kann die Farben für Kanalname/Frequenz und Zone beider VFOs getrennt einstellen.

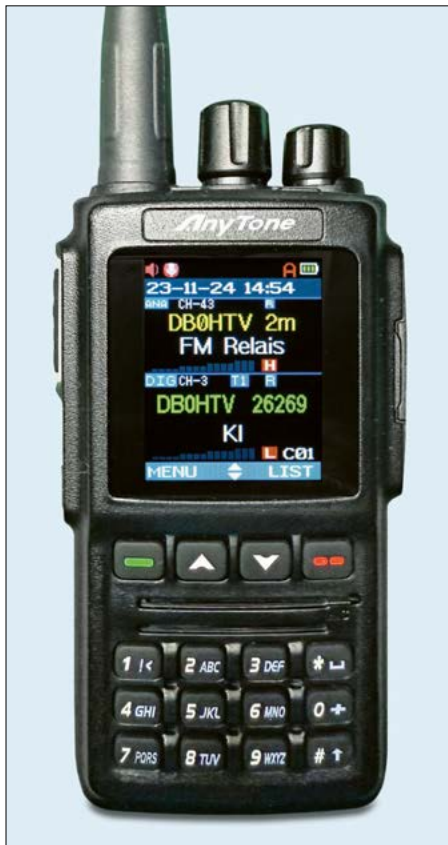


Bild 1: Das Anytone AT-D168UV ist mit einem farbigen Display ausgerüstet, das eine Vielzahl an Informationen bereitstellt.

Fotos und Screenshot: DJ2VA

Das AT-D168UV besitzt nur einen Empfänger, weshalb immer nur ein Signal empfangen werden kann. Liegt beispielsweise auf der VFO-A-Frequenz ein Signal an, ist gleichzeitiger Empfang mit VFO B nicht möglich. Diese Einschränkung erscheint im Hinblick auf den günstigen Preis akzeptabel.

Um zwischen beiden VFOs umzuschalten, kann z.B. eine der Funktionstasten an der linken Geräteseite entsprechend programmiert werden. Beim jeweils aktiven VFO wird der Kanalname bzw. die Frequenz im Display fett dargestellt. Die Unterscheidung ist leider nicht sehr eindeutig. Hier wären beispielsweise unterschiedliche Farben oder Schriftgrößen wünschenswert. Davon abgesehen bietet das 1,77-Zoll-Farbdisplay eine hervorragende Ablesbarkeit. Alle Zeichen und Symbole sind auch bei starker Sonneneinstrahlung gut zu erkennen.

Bedienung

Das Bedienkonzept des AT-D168UV gleicht weitgehend dem der bereits bekannten Modelle AT-868UV und AT-878UV. Die Menüpunkte – in englischer Sprache – sind praktisch identisch mit den anderen Handfunkgeräten. Wer also bereits Anytone-Gerät besitzt, wird mit der Bedienung auf Anhieb gut zurechtkommen. Offensichtlich wurde bei der Entwicklung des AT-D168UV die Firmware des AT-878UV aus Kostengründen größtenteils übernommen. Denn obwohl das neue Gerät kein GPS besitzt, kann über ein Menü GPS ein- und ausgeschaltet werden. Dazu stehen verschiedene Unterpunkte zur Verfügung, wie die Mode-Auswahl von *GPS*, *BDS*, *GLONASS* oder *GPS Information*, jedoch sind jegliche Einstellungen ohne Funktion.

Bis zu 4000 Speicher und 250 Zonen bieten ausreichend Platz, um alle benötigten analoge und digitalen Relais- und Direktfrequenzen zu speichern. Wie bereits erwähnt, unterstützt das Handfunkgerät neben dem Speichermodus auch den VFO-Modus, um Frequenzen direkt einstellen



Bild 3: Bedienelemente auf der linken Seite



Bild 4: Abdeckung für Anschlussbuchsen auf der rechten Seite

zu können, falls diese doch einmal noch nicht im Speicher abgelegt sind. Die Frequenzeingabe kann in diesem Fall über die Tastatur erfolgen oder alternativ mit dem VFO-Knopf an der Oberseite. Die Umschaltung von FM auf DMR oder andere Funktionen lässt sich über das Menü konfigurieren.

APRS-Unterstützung

APRS wird vom AT-D168UV sendeseitig unterstützt. Zwar besitzt das Gerät keinen GPS-Empfänger, dennoch können analoge und digitale APRS-Informationen gesendet werden. Um eine APRS-Bake zu senden, muss die GPS-Position manuell im Gerät gespeichert werden, die dann für Baken-Aussendungen genutzt wird. Selbstverständlich lässt sich auch ein Text hinterlegen, der über APRS ausgesendet werden kann. Empfangene, digitale APRS-Informationen werden

laut Hersteller im Gerät gespeichert und lassen sich unter dem Menüpunkt *Digi ARPS Info* anzeigen.

DMR-Betrieb

Für viele Funkamateure ist die digitale Sendart DMR, die auch vom AT-D168UV unterstützt wird, ein interessantes Betätigungsfeld. Das Handfunkgerät ist kompatibel zum ETSI-Standard DMR Tier I und Tier II. Neben allen notwendigen Funktionen zur Auswahl von Zeitschlitz, Talkgroup usw. besitzt das AT-D168UV zusätzlich den Menüpunkt *Digi-Moni*, der es ermöglicht, unabhängig von den programmierten Talkgroups alle DMR-Signale auf der eingestellten Frequenz zu empfangen. So lassen sich beispielsweise sämtliche Talkgroups auf beiden Zeitschlitz gleichzeitig überwachen. Findet auf beiden Zeitschlitz Funkbetrieb statt, hört man jeweils das zuerst empfangene Signal.

Im 2 GB großen, internen Speicher des AT-D168UV können bis zu 1000 Talkgroups und 500 000 Kontakte gespeichert werden. Sind die Kontakte einmal gespeichert, werden auf dem Display Rufzeichen, Name und Standort der gerade sendenden Station angezeigt.

Wie bei DMR üblich, ist für den Betrieb ein Codeplug erforderlich, der alle relevanten Informationen wie z.B. DMR-IDs, Frequenzen, zu verwendende Zeitschlitz, Talkgroups und Kontakte enthält. Dies ist aber keine Besonderheit des AT-D168UV, sondern bei allen DMR-Geräten notwendig. Der Codeplug wird mittels Programmiersoftware unter Windows auf das Funkgerät übertragen.

Analogbetrieb

Für den Betrieb als FM-Funkgerät besitzt das AT-D168UV alle Funktionen, die Funkamateure benötigen. Manuelle Frequenzeingabe über Tastatur oder VFO-Knopf, Unterstützung von CTCSS, DCS und DTMF lassen sich beliebig einstellen. Die DTMF-Tonfolgen können entweder aus einem der 16 Speicher oder direkt über die Tastatur ausgesendet wer-



Bild 5: Typische Anzeige im Display – Hauptband oben

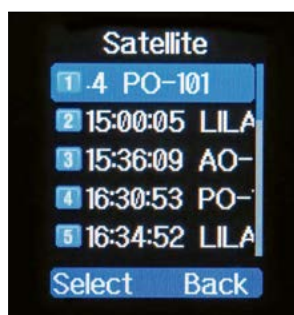


Bild 6: Liste der nächsten Satellitenüberflüge

ID	Write	Name	RX Freq(Hz)	TX Freq(Hz)	CTCSS/DCS Decode	CTCSS	DCS	CTCSS/DCS Encode	CTCSS	DCS
1	No	OSCAR 7 (AO-7)			OFF			OFF		
2	No	PHASE 3B (AO-10)			OFF			OFF		
3	No	UOSAT 2 (UO-11)			OFF			OFF		
4	No	LUSAT (LO-19)			OFF			OFF		
5	Yes	EYESAT A (AO-27)	43679500	14585000	OFF			OFF		
6	No	ITAMSAT (IO-36)			OFF			OFF		
7	No	RADIO ROSTO (RS-15)			OFF			OFF		
8	No	JAS-2 (JO-29)			OFF			OFF		
9	No	TECHSAT 1B (GO-32)			OFF			OFF		
10	Yes	ISS (ZARYA)	43780000	14599000	CTCSS	67.0		CTCSS	67.0	
11	No	PCSAT (NO-44)			OFF			OFF		
12	Yes	SAUDISAT 1C (SO-50)	43679500	14585000	CTCSS	67.0		CTCSS	67.0	
13	No	CUTE-1 (CO-55)			OFF			OFF		
14	No	CUBESAT XI-IV (CO-57)			OFF			OFF		
15	No	MOZHAYETS 4 (RS-22)			OFF			OFF		

Bild 7: Screenshot beim Editieren der Satellitenfunktion; aktuelle Kepler-Daten lassen sich z.B. von www.celestrak.com herunterladen.

den. Auch der gute alte 1750-Hz-Rufton zum Öffnen von Repeatern ist vorhanden und lässt sich bei Bedarf auf eine Funktionstaste legen.

Für Funkamateure weniger interessant sind Funktionen, die vorrangig für den Betriebsfunk gedacht sind. So kann das Gerät Zwei- und Fünftonfolgen senden bzw. auswerten. Außerdem wird QDC-Signalisierung unterstützt, die im Amateurfunk jedoch ebenfalls keine Verwendung findet. Gleiches trifft auf die Sprachverschlüsselung zu, die im Amateurfunk nicht genutzt werden darf. Als weiteres Feature besitzt das Handfunkgerät eine Rauschunterdrückung, die Hintergrundgeräusche bei FM-Empfang deutlich reduziert.

■ Recorder-Funktion

Eine weitere interessante Funktion des AT-D168UV ist die Möglichkeit, analoge und digitale Signale aufzuzeichnen. Hierzu wird der Menüpunkt *Record* gewählt. Anschließend werden empfangene analoge oder digitale Signale automatisch im internen Speicher abgelegt. Laut Hersteller lassen sich bis zu vier Stunden Sprache aufzeichnen. Das Abrufen der Aufzeichnungen erfolgt ebenfalls über das Menü *Record*.

Beim Speichern legt das Funkgerät Listen an, in denen die einzelnen Aufzeichnungen mit Datum, Uhrzeit und Länge aufgeführt werden. Die Dateinamen beginnen mit *ANA* oder *DIGI*. Somit ist sofort erkennbar, ob man ein FM oder DMR-Signal aufgezeichnet hat. Bei DMR wird zusätzlich die DMR-ID der sendenden Station gespeichert. Aufzeichnungen können bei Bedarf über den Menüpunkt *Send* wieder ausgesendet werden.

■ UKW-Rundfunkempfänger

Im Anytone AT-D168UV ist auch ein FM-Radio enthalten. Dieses bietet neben dem VFO-Modus auch die Möglichkeit, bis zu 100 Frequenzen im Speicher abzulegen. Der Empfang starker Rundfunksender funktioniert hervorragend. Für die Umschaltung auf UKW-Empfang lässt sich eine Funktionstaste programmieren.

■ Satellitenmodus

Besonders interessant für alle Satellitenfreunde ist der Satellitenmodus, der mit dem AT-878UV eingeführt und in das AT-D168UV übernommen wurde. Wählt man den Menüpunkt *Satellite*, erscheint für einige Sekunden im Display *Predicting*. Das Gerät berechnet dann die nächsten Überflüge von LEO-Satelliten und zeigt eine entsprechende Liste an, Bild 6. Die-



Bild 8: Sat-Ansicht 1/3 mit Satellitenname sowie grafischer Darstellung von Richtung und Elevation

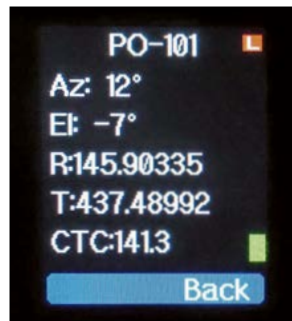


Bild 9: Sat-Ansicht 2/3 mit Name, Richtung, Elevation, Sende- und Empfangsfrequenzen sowie CTCSS-Ton

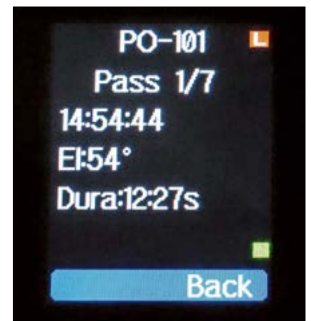


Bild 10: Sat-Ansicht 3/3 mit Aufgang (AOS, Acquisition of signal), maximaler Elevation und Überflugdauer

se enthält die Uhrzeit und den Namen des Satelliten, der in der jeweils gewählten Zeile als Laufschrift angezeigt wird. Wählt man eine der Zeilen aus, wechselt die Anzeige und zeigt in der obersten Zeile den Namen des Satelliten, Bilder 8 bis 10. Darunter stehen die aktuelle Antennenrichtung und Elevation des Satelliten. Zusätzlich werden Richtung und Elevation in einem Kreisdiagramm grafisch dargestellt.

Über die Pfeiltasten können zum jeweiligen Überflug weitere Informationen, wie Dauer des Überflugs, maximale Elevation, aktuelle TX- und RX-Frequenz angezeigt werden. Als besonderes Feature aktualisiert das Gerät während eines Überflugs die Frequenzen ständig automatisch, um den Dopplereffekt auszugleichen. In Verbindung mit einer entsprechenden Duoband-Richtantenne vereinfacht sich dadurch der Betrieb über LEO-Satelliten erheblich.

Da das AT-D168UV kein GPS besitzt, muss der eigene Standort vorher im Gerät hinterlegt werden. Die Bahndaten der Satelliten lassen sich sehr einfach über die Programmiersoftware aktualisieren. Hierzu steht unter *Tools* der Menüpunkt *Satellite Data Updating* zur Verfügung.

Während der Erstellung dieses Beitrags wurde von Anytone die neue Firmware und Programmiersoftware 1.03 veröffentlicht (*Anmerkung der Redaktion: Es gibt inzwischen die Version 1.04.*) Während sich mit der vorherigen Version 1.02 lediglich die Daten aktualisieren ließen, wurden die Möglichkeiten zur Bearbeitung der Satellitendaten mit der Version 1.03 deutlich erweitert. Nach dem Anklicken des Menüpunktes öffnet sich ein Fenster, in dem die Satellitendaten angezeigt werden.

Im ersten Schritt sind die aktuellen Daten über *http Download* von einer Quelle im Internet herunterzuladen. Hierzu kann zwischen den Daten der AMSAT und CellesTrak gewählt werden. Alternativ kann man aber auch eigene Daten aus einer Datei importieren. Anschließend lassen sich die Satelliten auswählen, deren Da-

ten auf das AT-D168UV geschrieben werden sollen. Frequenzen und CTCSS können ebenfalls angepasst werden.

Der Funktionsumfang wurde mit der neuen Firmware für den Satellitenbetrieb deutlich erweitert. Wer über Satelliten funken möchte, sollte die Satellitendaten regelmäßig aktualisieren, da sich die Bahndaten niedrig fliegender Satelliten schnell ändern können.

■ Programmierung über USB

Anytone stellt die Programmiersoftware *AT-D168UV* kostenlos zum Download bereit. Wie schon erwähnt, erfolgt die Programmierung über die USB-C-Buchse am Funkgerät, ein einfaches Datenkabel genügt, um einen Codeplug aufzuspielen.

Während sich viele grundlegende Einstellungen über die Menüs am AT-D168UV vornehmen lassen, bietet die Software Zugriff auf sämtliche Funktionen und Einstellungen, auch auf die, welche mit Tastenbedienungen am Gerät nicht erreichbar sind. In der Praxis erwies sich, dass die Programmierung per Software weitaus komfortabler ist, als die Einstellungen über die Tastatur vorzunehmen.

■ Fazit

Um über LEO-Satelliten Funkbetrieb zu machen, dürfte es für Einsteiger in den Satellitenfunk kaum eine einfachere Möglichkeit geben, aktiv zu werden.

Die Sendeleistung kann in vier Stufen zwischen 0,2 W und 5 W (UHF max. 4,5 W) gewählt werden. Das Gerät liefert sowohl beim Empfang als auch sendeseitig eine sehr gute Sprachqualität. Der Funktionsumfang und das mitgelieferte Zubehör sind für einen Preis von 170 € kaum zu übertreffen, sodass es sicherlich viele Freunde finden wird.

Ich danke der DIFONA Communication GmbH für die leihweise Überlassung eines Testgerätes.

dj2va@dj2va.de

Bezugsquelle

[1] Webseite des Herstellers Anytone;
www.anytone.net

AIS – Empfang und Darstellung der Positionsdaten von Schiffen

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Auf der offenen See sowie auf Seeschifffahrts- und Binnenwasserstraßen dienen diverse technische Maßnahmen der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer. Eine davon ist das automatische Identifikationssystem AIS. Dieser Beitrag zeigt, wie sich die ausgesandten Daten empfangen und in einer Navigationskarte darstellen lassen.

Das Kürzel AIS steht für *Automatic Identification System*. Es basiert auf der ungerichteten Aussendung von Informationen im UKW-Seefunkband und dient dem Austausch nautischer Daten zum Zweck der Sicherheit für die Schifffahrt. Ein Pendant ist ADS-B in der Luftfahrt [1].

Am 31. Dezember 2004 wurde im Rahmen der UN-Konvention zur Schiffssicherheit

■ AIS-Sender und -Empfänger

Für die Aussendung und den Empfang von AIS-Daten wird für den Bereich der See und der Seeschifffahrtsstraßen zwischen *Klasse-A- und -B-Transceivern* und für die Binnenschifffahrt zwischen *Inland-AIS-Transceivern* unterschieden. Darüber hinaus gibt es noch weitere Systeme wie *AtoN-Transceiver* (engl. *Aid to Navigation*), die auf Schifffahrtszeichen

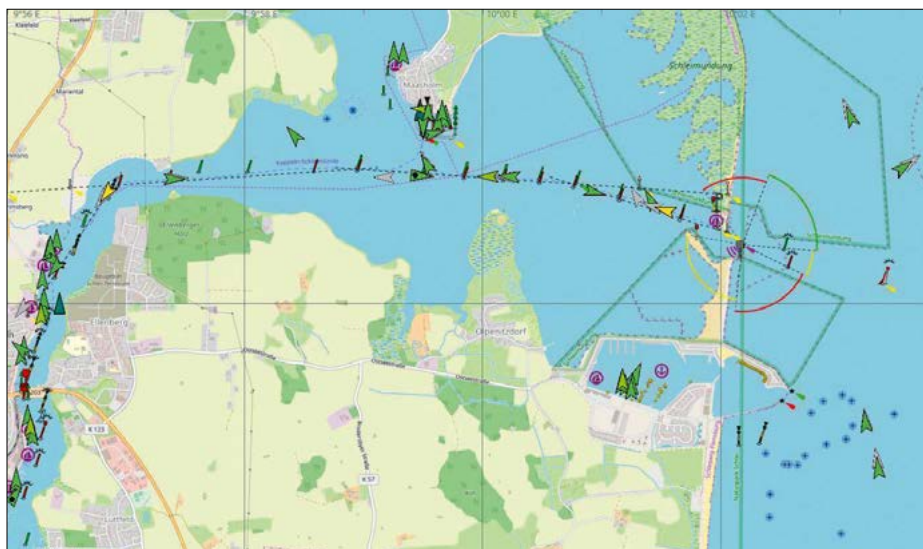


Bild 1: Ausschnitt der Seekarte im Bereich der Schleimündung in die Ostsee mit zahlreichen AIS-Objekten
Screenshots: DC8FG

SOLAS (*International Convention for the Safety of Life at Sea*) und der damit verbundenen *Ausrüstungspflicht* festgelegt, dass Wasserfahrzeuge wie *seegehende* Schiffe auf *internationaler Fahrt* ab einer BRZ (*Bruttoreaumzahl*, ehemals BRT, *Bruttoregistertonne*) 300 oder Schiffe auf *nationaler Fahrt* ab BRZ 500 bestimmte Daten über AIS auszusenden haben. Im Dezember 2016 wurde diese Verpflichtung in der Bundesrepublik Deutschland auch für verschiedene Schiffe auf Wasserstraßen, auf denen die *Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung* (BinSchStrO) gilt, eingeführt.

Seit geraumer Zeit sind AIS-Anlagen auch auf nicht ausrüstungspflichtigen Schiffen, wie beispielsweise Sportbooten, zu finden.

wie Tonnen oder Leuchtfeuern montiert sind, um in der Nähe befindliche Schiffe auf diese aufmerksam zu machen. Auf Letztere gehe ich jedoch nicht weiter ein. AIS-Transceiver der Klasse A sind für

die ausrüstungspflichtige Schifffahrt vorgeschrieben und senden mit einer Ausgangsleistung von bis zu 12,5 W. Dabei ändern sie, abhängig u. a. von der Schiffsgeschwindigkeit, die Intervalle ihrer Aussendungen. Dies ist unabdingbar, um die Gefahr einer Kollision bei Begegnungskursen zu minimieren.

Auf Schiffen, welche nicht der Ausrüstungspflicht unterliegen, werden Klasse-B-Transceiver eingesetzt, Bild 2. Diese senden mit maximal 2 W und in längeren Intervallen. Inland-AIS-Transceiver entsprechen denen der Klasse A, übertragen jedoch zusätzliche binnenspezifische Informationen.

Auf Sportbooten und anderen Schiffen, die nicht der Ausrüstungspflicht unterliegen, sind oftmals auch nur reine AIS-Empfänger zu finden. Die AIS-Aussendungen erfolgen auf zwei reservierten Kanälen des UKW-Seefunkbandes, welches im Frequenzbereich von 156,025 MHz bis 162,025 MHz in die Kanäle 1 bis 28 und 60 bis 88 sowie zwei AIS-Kanäle unterteilt ist. Diesen sind die Frequenzen 161,975 MHz (AIS 1) und 162,025 MHz (AIS 2) zugewiesen.

■ Vorteile von AIS

Der wohl größte Vorteil von AIS gegenüber Radaranlagen liegt darin, dass man damit gewissermaßen „um die Ecke“ schauen kann. Schiffe, die aufgrund des Verlaufs der Wasserstraße bzw. Küstenlinie vom Radar anderer Wasserfahrzeuge noch nicht zu erfassen sind, werden durch ihre niederfrequenten AIS-Aussendungen meist früher sichtbar, was der Schiffsführung die Beobachtung der aktuellen Verkehrslage erleichtert.

Hinzu kommt, dass viele Schiffe, die nicht der Ausrüstungspflicht unterliegen, keine Radaranlage an Bord haben und so trotzdem über das Aufkommen der Großschifffahrt informiert werden können – ein unschätzbare Sicherheitsaspekt.

Seit geraumer Zeit kommt AIS auch in den sogenannten EPIRBs (engl. *Emergency*

Bild 2:
Basisvariante des AIS-Sende-Empfängers *easyTRX3-IS-IGPS-N2K (A20000)* von Weatherdock
Werkfoto



Position-Indicating Radio Beacon) oder PLBs (*Personal Locator Beacon*) zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um kleinformatige, schwimmfähige Notfunkbaken. PLBs werden „am Mann“ getragen, Schiffsbesatzungen befestigen sie meist an der Rettungsweste. Neben einem GPS-Empfänger verfügen sie auch über einen Sender, der auf der Notfrequenz 406 MHz des COSPAS-SARSAT-Systems (rus. *Kosmitcheskaja Sistema Poiska Awarinitisch Sudow*; engl. *Search and Rescue Satellite-Aided Tracking*) arbeitet. Außerdem erfolgt eine Aussendung auf der im Luftverkehr genutzten Notfrequenz 121,5 MHz, die auch auf den SAR-Rettungskreuzern und -booten der DGzRS (*Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger*) überwacht wird [3]. Der Vorteil der Integration von AIS in diese Notfunkbaken liegt auf der Hand. Wie auch bei ADS-B, gibt es Plattformen wie www.marinetraffic.com und www.vesselfinder.com, die den weltweiten Schiffsverkehr für jeden frei zugänglich visualisieren. Wer an der Küste oder an einer Binnenwasserstraße wohnt, kann die AIS-Aussendungen allerdings auch selbst empfangen und grafisch darstellen lassen. Als Segler und da ich auch beruflich mit Funk- und Navigationsanlagen auf Schiffen zu tun hatte, habe ich immer noch Interesse an dieser interessanten Technik.

■ Antenne

Zwar ist der Empfang auch mit einer Antenne für das 2-m-Amateurfunkband möglich, wer jedoch auch „weit schauen“ möchte, sollte in eine für das VHF-See-funkband optimierte Antenne investieren. Mit meiner für den Amateurfunk ausgelegten Diamond X30 in einer Höhe von rund 24 m über NN empfangen ich meist nur in einem Radius von 20 sm (Seemeilen), etwa 37 km. Bei Inversionswetterlagen, wie sie im Sommer in den frühen Vormittagsstunden auftreten können, sind mir allerdings auch schon AIS-Signale von Schiffen nördlich von Rügen „ins Netz gegangen“, was einer Entfernung von rund 120 sm, also ungefähr 220 km entspricht. Eine gute Wahl sind Seefunkantennen der Firma Procomm, diese sind jedoch nicht ganz billig.

■ Hard- und Softwarevoraussetzung

Wie bereits Hans Klausmann, DL5RAZ [7] verwendete auch ich einen RTL-SDR. Aufgrund meiner positiven Erfahrungen beim ADS-B-Empfang [1] setzte ich jedoch wieder auf den RTL-SDR No-

oelec NESDR SMart v5 SDR sowie auf SDRangel als Empfangssoftware. Nach der Installation der erforderlichen Treiber und von SDRangel sind nachstehend beschriebene Konfigurationen vorzunehmen.

Nach dem Start ist der NESDR als Empfangsgerät hinzuzufügen, was durch Klick auf *Add RX Device* erfolgt. Im Dropdown-Feld des Dialogfensters sollte dazu *RTL-SDR[0]* zur Auswahl stehen. Nach Betätigen der Schaltfläche *OK* öffnen sich die Fenster *Empfängerbedienfeld* und *Hauptspektrum*, Bild 3.

Da die Aussendung der AIS-Daten über zwei Kanäle erfolgt, sind auch zwei Empfangskanäle erforderlich. Hierzu klickt man im Empfängerbedienfeld auf *Add Channels* und wählt anschließend im Dropdown-Menü die Option *AIS Demodulator* aus. Nach Klick auf die Schaltfläche *Apply* erscheint das Fenster *AIS Demodulator*. Um den zweiten Kanal hinzuzufügen, klickt man *Apply* erneut an; danach kann dieser Dialog geschlossen werden.

Nun ist im Empfängerbedienfeld als Mittelfrequenz 162 MHz einzustellen. Für eine saubere Decodierung ist außerdem eine Abtastrate eines Vielfachen der Empfangsfrequenz erforderlich, ich verwende hier grundsätzlich 2200 Samples/s, Bild 3. Den Schiebeknopf für die Verstärkung (*Gain*) stellte ich auf den maximalen Wert ein. Zusammen mit aktivierter AGC funktionierte der Empfang nach dem Klick auf die Start/Stopp-Schaltfläche hervorragend.

Damit die beiden AIS-Demodulatoren korrekt arbeiten können, ist im Feld Δf für den AIS-Kanal 1 (161,975 MHz) ein negativer Offset von -25 kHz und für den AIS-Kanal 2 (162,025 MHz) ein positiver Offset von 25 kHz einzutragen, Bild 4.

■ OpenCPN

Um die decodierten AIS-Daten vollständig nutzen zu können, müssen sie an entsprechende Anzeigeeinheiten übertragen werden. In der Berufsschiffahrt befindet sich auf der Brücke mindestens ein sogenanntes ECDIS (engl. *Electronic Chart Display and Information System*). Dies ist ein Gerät, welches auf einem übersichtlichen Bildschirm elektronische Navigationskarten für die See oder Binnengewässer darstellt.

Über diese Anzeige lassen sich weitere Datenebenen legen, wie z. B. das Radarbild des Bordradars, Position und Kurslinie des Schiffes, Informationen aus nautischen Handbüchern oder auch AIS-Daten. Aus diesem Gesamtbild hat die Schiffsführung stets einen detaillierten Echtzeit-Überblick über das Verkehrsaufkommen in ihrem Umfeld.

Private Yachten verfügen heute überwiegend über kleinere ECDIS (auch als Kartenplotter bezeichnet), es kommt jedoch noch immer auch ein Laptop oder Bordcomputer zum Einsatz. Neben einem Programm zum Decodieren der empfangenen AIS-Daten wird eine Software zur Darstellung der Navigationskarten benötigt. Dazu stehen neben kommerziellen auch kostenlose Lösungen wie *OpenCPN* [4] zur Verfügung, das u. a. für Windows, macOS, Linux, Android und Raspberry Pi OS erhältlich ist.

OpenCPN erlaubt die Verwendung diverser Kartenformate. Für die Navigation an Bord wird meist den Vektorkarten der Vorzug gegeben. Sie erfordern gegenüber Rasterkarten weniger Speicherplatz und sind zudem stufenlos skalierbar. Abseits des Bordbetriebes reichen jedoch die günstigeren und teilweise auch kostenlos erhältlichen Rasterkarten größtenteils aus.

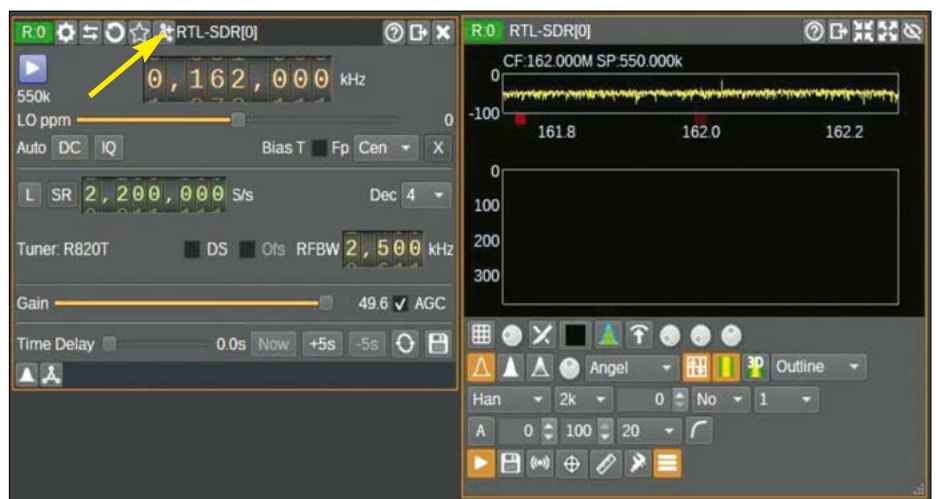


Bild 3: Empfängerbedienfeld (links) und Hauptspektrum (rechts); die Schaltfläche *Add Channels* ist durch einen Pfeil gekennzeichnet.

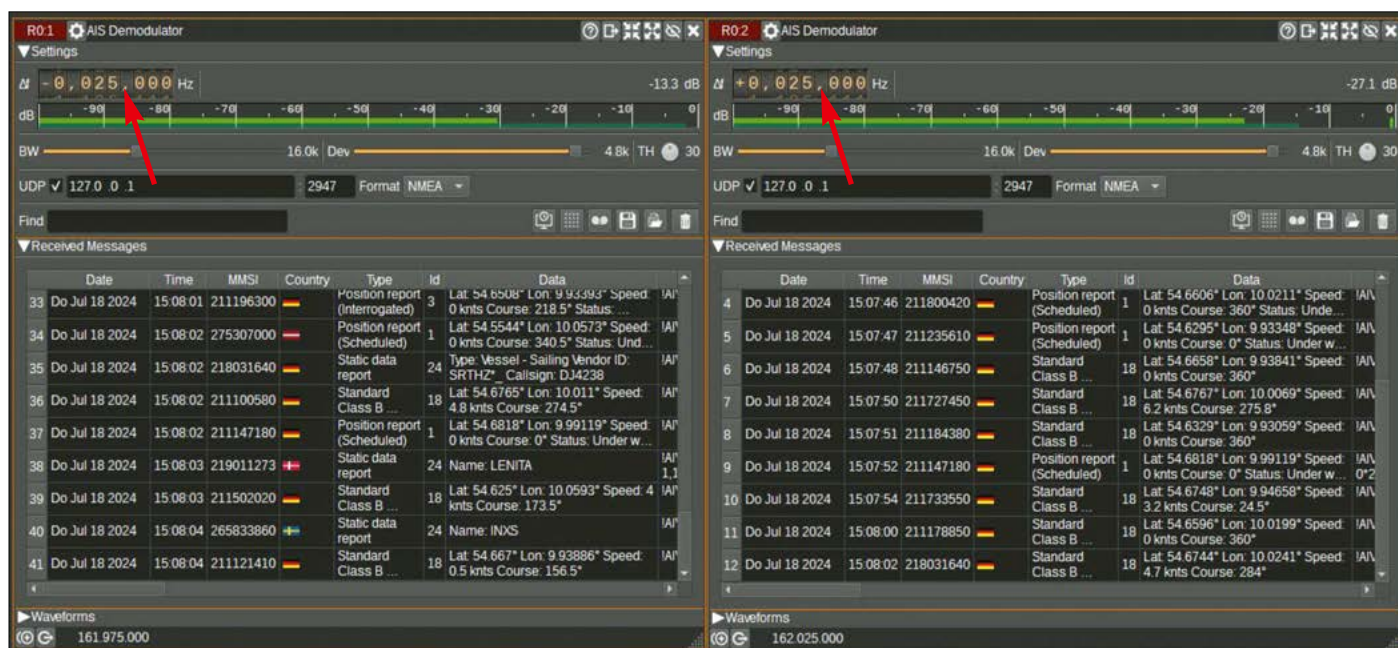


Bild 4: AIS-Demodulatoren für beide AIS-Kanäle mit decodierten Daten; die Offsetfrequenz (roter Pfeil) jedes AIS-Kanals liegt jeweils 25 kHz oberhalb und 25 kHz unterhalb der im Empfängerbedienfeld eingestellten Mittenfrequenz 162 MHz.

OpenCPN einrichten

Nach der Installation sind die für das interessierende Gebiet erforderlichen Karten herunterzuladen. Wem eine kostenlose Lösung ausreicht, der wird bei *OpenSeaMap* [5] fündig. Hier stehen KAP-Karten und Karten im MBTile-Format zur Verfügung. Aufgrund der höherwertigen Darstellung bevorzuge ich MBTile. Beide Kartenformate lassen sich bei [6] herunterladen.

Die Datei speichert man an einem beliebigen Verzeichnis auf der Festplatte. Nun ist dieses unter *Werkzeuge* → *Optionen* → *Seekarten* hinzufügen. Nach dem Klick auf *Anwenden* werden die Karten importiert und anschließend im Programm angezeigt.

AIS-Daten an OpenCPN weiterleiten

Um die AIS-Daten zur grafischen Auswertung an OpenCPN weiterzuleiten, ist in beiden AIS-Demodulatoren die Checkbox *UDP* (engl. *User Datagram Protocol*) anzuklicken. Hiermit wird die Datenweiterleitung auf Netzwerkebene aktiviert. Das UDP ist ein minimalisiertes und verbindungsloses Netzwerkprotokoll, das auf Schicht 4 (*Transport Layer*) des ISO/OSI-Schichtenmodells arbeitet. Da die Daten in diesem Fall ausschließlich innerhalb des Computers zwischen den Anwendungen weitergereicht werden, wird hier anstatt der IP-Adresse des Computers die sogenannte Loopback-Adresse *127.0.0.1* (auch als *localhost* bekannt) verwendet. Vereinfacht dargestellt greifen die Zielanwendungen – in diesem Fall OpenCPN – auf einen virtuellen Server des Computers zu.

Um Anwendungen die Kommunikation über ein Netzwerk zu ermöglichen, ist neben der IP-Adresse des Computers auch der *Port* des jeweiligen Programmes von Bedeutung. Erst dieser stellt sicher, dass die Datenpakete im Netzwerk auch der richtigen Anwendung zugeordnet werden. Portadressen werden als Zahl angegeben und aus dem Pool von 0 bis 65 535 zugewiesen. Da es in diesem Bereich bereits fest zugeteilte Ports (*Well-Known Ports*) wie beispielsweise Port 80 für HTTP oder Port 21 für FTP gibt, sollte man bei der Zuweisung umsichtig vorgehen. In meinem Fall verwendete ich den von OpenCPN vorgeschlagenen Port 2947 und trug ihn im Feld neben der Loopback-Adresse ein.

Da auch AIS-Daten im NMEA-Format (engl. *National Marine Electronics Association*) übertragen werden, ist es erforderlich, in der Dropdown-Liste *Format* die Option *NMEA* auszuwählen.

Nun ist OpenCPN noch mitzuteilen, wie es an die AIS-Daten aus SDRangel gelangt. Hierzu klickt man unter *Werkzeuge* → *Optionen* → *Verbindungen* auf die Schaltfläche *Verbindung hinzufügen* und trägt nach dem Aktivieren der Radiobuttons *Netzwerk* und *UDP* die Loopback-Adresse und den Daten-Port ein.

Wer OpenCPN zwecks Positionsbestimmung und Berechnungen zu Kollisionswarnungen usw. mit einem GPS-Empfänger verbinden möchte, muss eine weitere Verbindung mit den entsprechenden seriellen Schnittstellenparametern des GPS-Empfängers hinzufügen. Nach dem Klick auf die Schaltfläche *OK* ist OpenCPN eingerichtet.

■ AIS-Empfang

Nach Betätigen der Start/Stop-Schaltfläche im Empfängerfenster von SDRangel sollten jetzt in beiden AIS-Demodulatoren die decodierten AIS-Daten durchlaufen und in der OpenCPN-Seekarte die ersten Dreieckssymbole erscheinen.

Hält man den Mauszeiger auf eines dieser Symbole, werden – je nach Einstellung – weitere Details wie der Schiffsname, die MMSI (*Maritime Mobile Service Identity*), das Rufzeichen, der Schiffstyp sowie der Kurs über Grund und die Geschwindigkeit angezeigt.

Die Ausgabe dieser wie auch weiterer Informationen, z. B. der Vorauslinie (grafisch verlängerte Kiellinie des Schiffes, welche den Ist-Kurs anzeigt) oder des Tracks (bisher gelaufener Kurs), lassen sich bei Bedarf unter *Werkzeuge* → *Optionen* → *Schiffe* → *AIS-Ziele* aktivieren bzw. deaktivieren. **dc8fg@t-online.de**

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: ADS-B-Empfang mit dem Nooelec NESDR SMart v5 und SDRangel. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 10, S. 784–785
- [2] Weatherdock AG, Emmericher Straße 17, 90411 Nürnberg, www.easysais.com
- [3] Sommer, F. G., DC8FG: Funk in der Seenotrettung am Beispiel der DGzRS. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 2, S. 124–127
- [4] OpenCPN: Chart Plotter Navigation Software. <https://opencpn.org/index.html>
- [5] OpenSeaMap: Die freie Seekarte. www.openseamap.org
- [6] OpenSeaMap: KAP-Karten/MBTile zum Download. https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:KAP-charts_from_OpenSeaMap
- [7] Klausmann, H., DL5RAZ: Schiffspositionsdaten (AIS) mit SDR-Stick und PC empfangen. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 9, S. 842–843

POTA-DX-Cluster via Telnet ins Logbuch einbinden

HEIKO BENKENSTEIN – DC2HB

Im Rahmen des beliebten POTA-Diplomprogramms wollen nicht nur die Aktivierer beehrte Wertungspunkte erreichen, sondern ebenfalls die Jäger – Letztere gern auch vom heimatlichen Shack aus. Für sie steht ein neues Hilfsmittel bereit.

Wer von zu Hause aus als Jäger Punkte für das Diplomprogramm *Parks on the Air* (POTA) sammelt, musste sich bisher auf der Website <https://pota.app> infor-

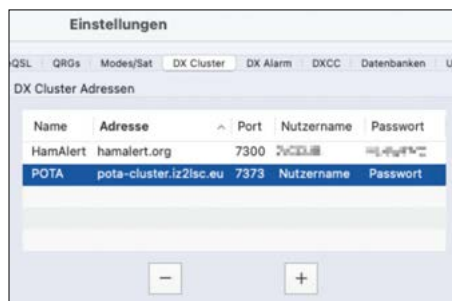


Bild 1: Die Cluster-Adresse wurde hinzugefügt.

mieren oder bestimmte Apps bemühen, um herauszufinden, auf welchen Frequenzen Aktivierer gerade zu finden sind. Dafür gibt es nun das von Andrea Timpanaro, IZ2LSC, entwickelte *POTA-DX-Cluster* [1]. Dieses ist mit dem globalen DX-Cluster-Netzwerk verbunden und leitet ausschließlich POTA-Meldungen von der eingangs genannten Website und vom *Reverse Beacon Network* weiter. SOTA-Meldungen werden bereits getestet. Das Cluster basiert auf dem *DXSpider*-System und lässt sich in alle Logbuchpro-

gramme einbinden, die eine Telnet-Anbindung unterstützen. Als Beispiel findet hier *RUMlogNG* [2] von Thomas Lindner, DL2RUM, Anwendung.

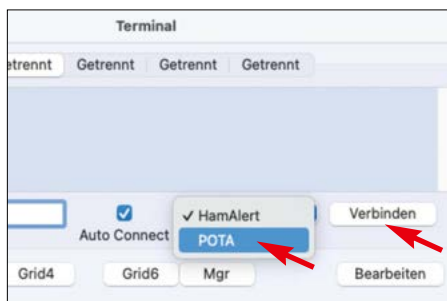


Bild 2: Auswahl des POTA-Clusters und Verbinden

Einrichtung

Für die Implementierung des Clusters ist in den Programmeinstellungen im Menüpunkt *DX Cluster* eine neuer Eintrag anzulegen, für den zunächst ist ein sinnvoller Name, z.B. *POTA*, vergeben wird. Anschließend folgt die Eingabe der Adresse *pota-cluster.iz2lsc.eu*. Als Portnummer ist 7373 einzutragen, Bild 1. Nutzernamen und Passwort sind nicht erforderlich.

Im geöffneten Terminalfenster kann man sich jetzt mit dem POTA-Cluster verbinden, siehe Bilder 2 und 3. Mein Rufzei-



Bild 3: Begrüßung im Terminalfenster

chen wurde hierbei anhand der Logbuch-einstellungen automatisch erkannt. Eintreffende Meldungen erscheinen nun im Fenster *DX Spots*, Bild 4. Möchte man diese ausschließlich von *pota.app*, nicht aber vom *Reverse Beacon Network* empfangen, ist im Terminalfenster der Filterbefehl *ACC/SPOTS INFO -POTA-* zu senden.

Betrieb

Wenn die Funkstation so konfiguriert ist, dass sich der Transceiver über das Logbuchprogramm steuern lässt, genügt ein Doppelklick auf einen gewünschten Listeneintrag. Der Transceiver schaltet dann auf die entsprechende Sendart und Frequenz um; das Rufzeichen sowie zusätzliche Informationen werden in das Logfenster übernommen, Bild 5. Jetzt ist die Station im besten Fall zu hören und kann gearbeitet werden. dc2hb@posteo.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Cimino, P., K1PCN: New POTA DX-cluster. https://groups.io/g/CT-POTA/topic/new_pota_dx_cluster/105722492
- [2] Lindner, T., DL2RUM: RUMlog Next Generation. <https://dl2rum.de/rumsoft/RUMLog.html>
- [3] Dahlhofer, M., K8MRD: Add A POTA Spotting Cluster To Your Logging Software! www.youtube.com/watch?v=U8DKivbjY

DX de	DX Call	Frequenz	Mode	DXCC	Entity	cq	IOTA	Bemerkung	Vor	Entfernung	Hdg.	LP	Source
YO2CK	DO9RAI	21.074,0	FT8	DL	Federal Republ...	14		[-POTA-] DE-0407 F...	Jetzt	288 km	236 °	56 °	POTA
CU3HN	EA6FM	14.275,0	Phone	EA6	Balearic Islands	14		[-POTA-] ES-1297 SS...	Jetzt	1.666 km	214 °	34 °	POTA
YO2MAX	M0UNG	28.180,0	Data	G	England	14		[-POTA-] GB-0424 F...	Jetzt	937 km	269 °	89 °	POTA
LZ4UX	M7MJW	28.074,0	FT8	G	England	14		[-POTA-] GB-1876 FT...	1 min	937 km	269 °	89 °	POTA
M1GRY	M1GRY	28.074,0	FT8	G	England	14		[-POTA-] GB-0670 F...	10 min	937 km	269 °	89 °	POTA
LA2GCA	M7MJW	14.075,0	FT8	G	England	14		[-POTA-] GB-1876 FT...	11 min	937 km	269 °	89 °	POTA
PD5RM/P	PD5RM/P	28.074,0	FT8	PA	Netherlands	14		[-POTA-] NL-0230 F...	13 min	583 km	272 °	92 °	POTA

Bild 4: Meldungen von *pota.app* sind mit *[-POTA-]* gekennzeichnet, vom *Reverse Beacon Network* mit *[RBN]*. Nach einem Doppelklick ...



Bild 5: ... werden Rufzeichen, Frequenz, Sendart und weitere Informationen in das Logfenster übernommen. Screenshots: DC2HB

Gleichstrommessung über sieben Dekaden ohne Umschaltung

MICHAEL FRANKE

Gleichströme werden meist anhand des Spannungsabfalls an einem niederohmigen Shuntwiderstand gemessen, der in den Laststromkreis eingefügt ist. Diese einfach anwendbare Methode weist prinzipbedingt einen kleinen Nachteil auf. Der Beitrag beschreibt ein alternatives Messverfahren, das ohne Messbereichumschaltung über sieben Dekaden bis 50 A verwendbar ist, und zeigt die mit einem Versuchsmuster erzielten technischen Daten.

Das allgemein bekannte Messprinzip mit einem in den Stromkreis eingefügten Shuntwiderstand R_S ist in Bild 2 skizziert. Selbst wenn R_S wesentlich kleiner als R_L ist, hat er eine Rückwirkung auf den Stromkreis.

$$I_L = \frac{U_Q}{R_L + R_S} \quad (1)$$

Je niedriger R_S gewählt wird, desto kleiner ist die Messspannung U_M und desto stär-

ker wirken sich unvermeidbare Störgrößen aus, hier symbolisiert durch die Spannungsquelle B. Typische Störgrößen sind: – Eingangsoffset und -drift sowie Rauschen des Messverstärkers, – thermoelektrische Spannungen innerhalb des braun markierten Maschenstromkreises; die Verbindung Manganin-Kupfer weist rund $1 \mu\text{V/K}$ auf. Die schaltkreisinterne Verbindung Gold-Silizium hat bereits rund $400 \mu\text{V/K}$. Temperaturdifferenzen verursachen hier Offsetspannungen, die sich zu U_M addieren und nicht separierbar sind.

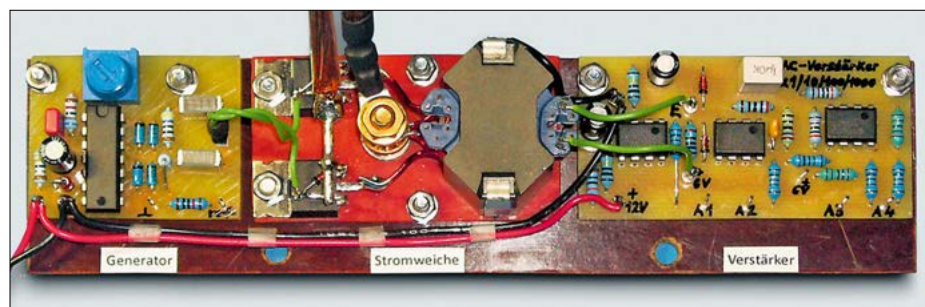
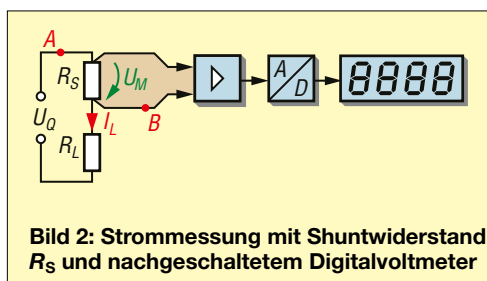


Bild 1: Das beschriebene Versuchsmuster besteht aus drei Modulen, die auf eine Isolierstoffplatte geschraubt sind. Es wird über möglichst dicke, direkt an die Stromweiche angeschlossene Leiter (oben) in den Laststromkreis eingefügt. Fotos und Screenshots: Franke

ker wirken sich unvermeidbare Störgrößen aus, hier symbolisiert durch die Spannungsquelle B. Typische Störgrößen sind: – Eingangsoffset und -drift sowie Rauschen des Messverstärkers, – thermoelektrische Spannungen innerhalb des braun markierten Maschenstromkreises; die Verbindung Manganin-Kupfer weist rund $1 \mu\text{V/K}$ auf. Die schaltkreisinterne Verbindung Gold-Silizium hat bereits rund $400 \mu\text{V/K}$. Temperaturdifferenzen verursachen hier Offsetspannungen, die sich zu U_M addieren und nicht separierbar sind.

Dieselben Störgrößen im Laststromkreis – zusammengefasst als Spannungsquelle A – sind hingegen vernachlässigbar, weil U_Q sehr viel größer ist. Der übliche Weg zur Verringerung des Zielkonflikts zwischen Rückwirkung und allzu kleinen Werten für U_M besteht darin, R_S umschaltbar zu gestalten. Multimeter haben daher wählbare Messbereiche. Oft sind

Strömen, die schnell über mehrere Größenordnungen variieren, ist mit diesem Messprinzip nicht leicht. An einigen Multimetern habe ich den Spannungsabfall direkt über den Strommessbuchsen ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de in einer Tabelle dargestellt. Es treten zum Teil relativ große Spannungsabfälle und damit Rückwirkungen auf den Laststromkreis auf. In manchen Fällen, etwa bei der Aufnahme der Kennlinie einzelner



Solarzellen, erreicht dieser Spannungsabfall die Größenordnung von U_Q . Das Gerät zeigt dann zwar einen Stromwert mit mehreren Nachkommastellen an, aber dieser kann um einige zehn Prozent zu klein sein, im Vergleich zu einem idealen Amperemeter mit $R_S = 0 \Omega$.

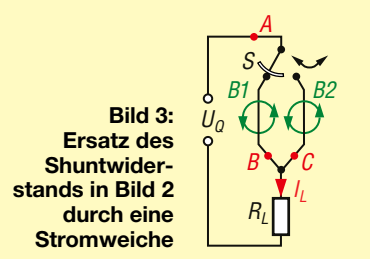
■ Messung mit der Stromweiche

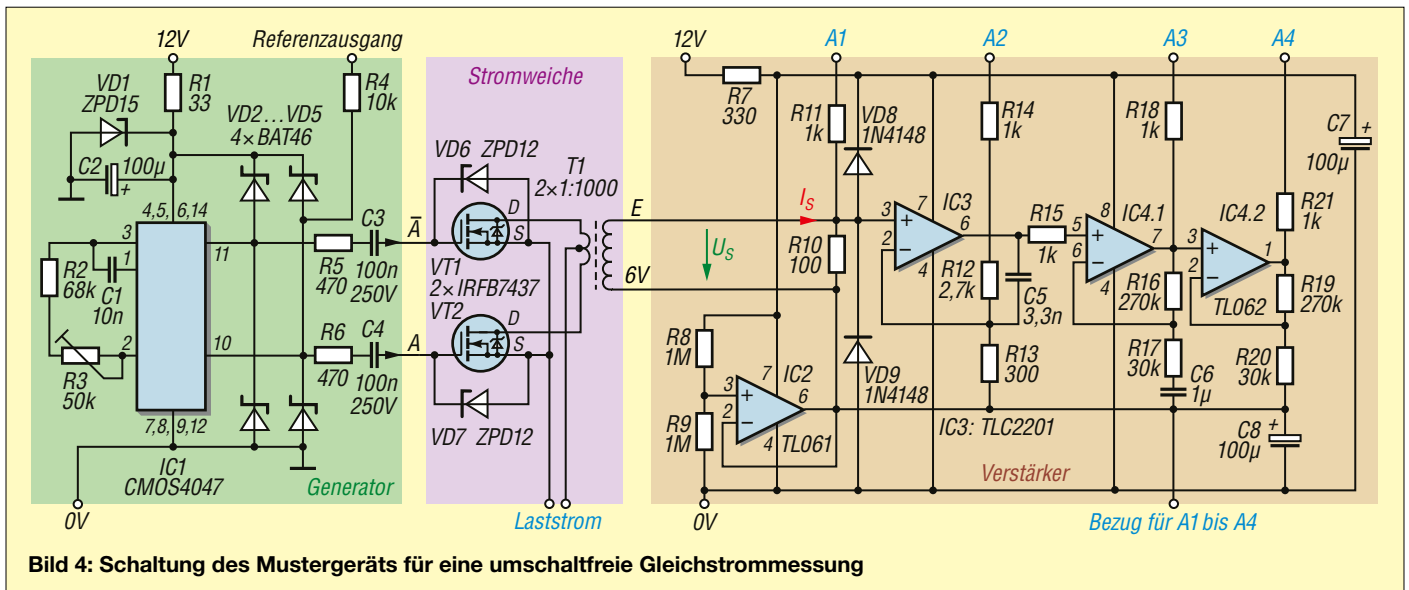
Dieses Verfahren weicht vom Üblichen ab und ist schematisch in Bild 3 dargestellt. Ein Maschenstromkreis wie in Bild 2 existiert hier nicht. Stattdessen ist der Umschalter S eingefügt, der den Laststrom periodisch über zwei räumlich getrennte Wege leitet. Dabei tritt zu keinem Zeitpunkt eine Unterbrechung von I_L auf, vielmehr überlappen sich die Leitphasen sicherheitshalber sogar kurzzeitig, wie es der skizzierte mechanische Umschalter verdeutlicht. Die reale Ausführung der Stromweiche ist mit gegenphasig angesteuerten, sehr niederohmigen MOSFETs bestückt.

Selbstverständlich treten die eingangs erwähnten Störgrößen zunächst ebenfalls auf. Thermo- und Rauschspannungen an der Stelle A sind auch hier belanglos. Bei B oder C verursachen sie lediglich während der Überlappungsphasen einen Kreisstrom, der I_L nicht beeinflusst, während der übrigen Zeit haben sie dieselbe vernachlässigbar geringe Auswirkung wie bei A, indem sie sich zur viel größeren Spannung U_Q addieren.

Das Messsignal ist nun der entstehende alternierende Magnetfluss B_1 , B_2 , der proportional zu I_L ist. Er könnte z. B. mit einem Hallsensor erfasst werden. Das Signal liegt von Beginn an als Wechselgröße mit der Umschaltfrequenz von S vor. Offset- und Thermospannungen bei der weiteren Verstärkung und Signalverarbeitung stören daher nicht. Erst ganz zuletzt erfolgt eine phasensynchrone Gleichrichtung, vorzugsweise mittels Software, zur Gewinnung des Messwertes für den Gleichstrom I_L . Zweckmäßigerweise blendet dabei das Programm die kurzen Zeiten während der überlappenden Leitphasen aus.

Um das gesteckte Ziel zu erreichen, eine mit sechs bis sieben Dekaden recht große





Spanne für I_L ohne Umschaltung zu messen, muss ein ebenso großer Amplitudenbereich für das entstehende Wechselstromsignal gehandhabt werden. Das würde einen A/D-Umsetzer mit mindestens 21 Bit Auflösung erfordern. Um hier mit relativ einfacher Digitaltechnik auszukommen, hat das nachfolgend beschriebene, nur den Analogteil umfassende Versuchsmuster vier simultan arbeitende Kanäle mit dezimal gestufter Verstärkung. Diese sind durch vier gewöhnliche 12-Bit-A/D-Umsetzer auszulesen.

Je nach Größe von I_L sind dann einzelne Kanäle übersteuert, andere liefern ein zu geringes Messsignal. Die Software muss also stets das größte, noch nicht übersteuerte Signal weiterverarbeiten. In Verbindung mit der Verstärkung des Kanals ergibt dessen Amplitude letztlich den Rechenwert für den zu messenden Strom. Weil alle Größen proportional zueinander sind, handelt es sich um eine nicht allzu schwierige programmiertechnische Aufgabe.

Beschreibung des Versuchsmusters

Der Testaufbau in Bild 1 ist mit bedrahteten Bauelementen realisiert und besteht aus drei Teilbaugruppen, Bild 4. Die als Ergänzung auf www.funkamateur.de verfügbare Stückliste enthält u.a. Details zur Realisierung des Übertragers T1. IC1 arbeitet als astabiler Multivibrator mit einer an R3 einstellbaren Frequenz von 190 Hz bis 330 Hz und liefert zueinander inverse Rechteckspannungen an den Pins 10 und 11. Diese steuern wechselseitig die MOSFETs VT1 und VT2 der Stromweiche an. C3 und C4 sowie die Schutzdioden VD6 und VD7 stellen sicher, dass die Weiche keine galvanische Verbindung

zum Massepotenzial haben muss und damit auch in Laststromkreise auf hoher Spannung eingefügt werden kann. Die Grenze ist die Spannungsfestigkeit von C3 und C4.

Der Strom fließt nun wechselseitig durch VT1 oder VT2 und die jeweilige Primärwindung des Ferritkern-Übertragers T1. Als Einfügewiderstand der Weiche habe ich 3,2 mΩ gemessen, unabhängig von Richtung und Größe des Laststroms. Bei 10 A ist der unerwünschte Spannungsabfall mit 32 mV wesentlich kleiner als die entsprechenden Werte der untersuchten Multimeter und bei geringeren Strömen vernachlässigbar.

Der annähernd rechteckförmige Sekundärstrom I_S von T1 beträgt gemäß Übersetzungsverhältnis:

$$I_S = \pm I_L / 1000 \quad (2)$$

Der von I_S verursachte Magnetfluss im Ferritkern hat annähernd dieselbe Größe wie der von I_L primärseitig bewirkte Fluss, aber umgekehrtes Vorzeichen. Dank dieser Kompensation tritt auch bei $I_L \geq 50$ A keine Sättigung des Kerns auf. Die durch I_S verursachte Rechteckspannung an R10 beträgt:

$$U_S = I_S \cdot 100 \, \Omega \quad (3)$$

Bei $I_L = 10$ A sind es $U_S = \pm 1$ V und bei $I_L = 10 \, \mu\text{A}$ nur noch $U_S = \pm 1 \, \mu\text{V}$. Wie bereits erläutert wird U_S in drei Stufen mit IC3, IC4.1 und IC4.2 jeweils um den Faktor 10 verstärkt. An einem der vier simultan aktiven Ausgänge A1 bis A4 ist stets ein Messsignal mit zuverlässig auswertbarer Amplitude abnehmbar – nicht zu klein, aber auch noch nicht übersteuert.

Damit der vorliegende Verstärker mit einer unipolaren Betriebsspannung aus-

kommt, erzeugt IC2 ein Hilfspotenzial in halber Höhe (6 V gegen Masse), auf das alle vier Ausgänge bezogen sind. Die Stromaufnahme des Generatormoduls liegt bei etwa 0,3 mA, die des Verstärkers bei 1,5 mA bis 3,5 mA.

Die rauschbegrenzte Messauflösung der ganzen Anordnung wird hauptsächlich durch die Eingangsrauschspannung von IC3 bestimmt, das thermische Rauschen von R10 ist hier vernachlässigbar. Der TLC2201 hat laut Datenblatt ungefähr $10 \, \text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$. Dividiert durch den Wert von R10 entspricht das $100 \, \text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$. Bei 1 s Messdauer ist theoretisch ein Gleichstrom von nur $1 \, \mu\text{A}$ mit einem rauschbedingten Fehler von 10 % Standardabweichung messbar. In Relation zu 50 A Maximalstrom ergibt sich eine umschaltfreie Messspanne von $1:5 \cdot 10^7$ oder umgerechnet 154 dB.

Ergebnisse

Als hochstromfähige Spannungsquelle U_Q kam ein Bleiakкумулятор zum Einsatz. Als Lastwiderstand R_L nutzte ich für sehr niedrige Widerstände wenige Zentimeter Draht bis hin zu einem 1-MΩ-Widerstand. Der Laststrom wurde zeitgleich mit einer Stromzange UT203 kontrolliert, unterhalb von 10 A mit einem Multimeter MS8265. Die Messungen bei verschiedensten Werten für I_L sind ausführlich im Download-Bereich auf www.funkamateur.de erläutert und bebildert.

Auszugsweise zeigt Bild 5 die Signale an den Ausgängen A1 bis A4 bei 65 A Laststrom, dargestellt durch die Oszilloskopkanäle 1 bis 4. Die MOSFET-Umschaltfrequenz war auf 300 Hz justiert. Wie erwartet sind die Signale 2, 3 und 4 mit über ± 5 V wegen Übersteuerung nicht auswertbar. Die unverstärkte Spannung

an A1 hat eine Sprunghöhe von 12,56 V, entsprechend $\pm 6,28$ V. Eine Begrenzung durch VD8, VD9 würde erst bei $\pm 6,7$ V auftreten. Mit den Gleichungen 2 und 3 folgt $I_L = 62,8$ A, ein angesichts der mäßigen Genauigkeit der Stromzange plausibler Wert.

Der geringfügige Dachabfall des gültigen, nicht übersteuerten Messsignals erklärt sich durch den Hochpasscharakter der Anordnung mit der Zeitkonstante $\tau = L_S / (R_S + R_{I0})$. Bei der vorgesehenen

Noch immer liegt ein gut messbares Rechtecksignal vor. Die überlagerten Spannungsspitzen an den Umschaltflanken werden von den Gate-Ansteuersignalen verursacht, die über C_{GD} von VT1, VT2 in die Primärwindungen von T1 koppeln. Von der Software sind die Spitzen einfach auszublenden. Das Generator-Referenzsignal dient dabei als Zeitmaßstab. Bei noch kleineren Lastströmen lässt sich ein Messoffset von $6 \mu A$ feststellen, der nicht merklich von der Temperatur ab-

Ergänzung

Wenn die Stromweiche in eine Leitung des Laststromkreises eingefügt wird, die eine auf Masse bezogene Brummspannung von mehr als etwa 5 V führt, dann beeinträchtigen die resultierenden Umladeströme durch C3, C4 die MOSFET-Umschaltung. Um trotzdem korrekt messen zu können, gibt es drei Möglichkeiten:

- Einfügen der Weiche in die Masseleitung des Laststromkreises, sofern dies praktikabel ist,
- Übertragung der Ansteuersignale zu den MOSFETs mittels Optokopplers; ein entsprechendes Versuchsmuster mit ähnlichen, z. T. auch besseren Leistungsdaten ist in der Ergänzung zum Beitrag zu sehen. Es ist gegen solche Brummüberlagerungen immun.

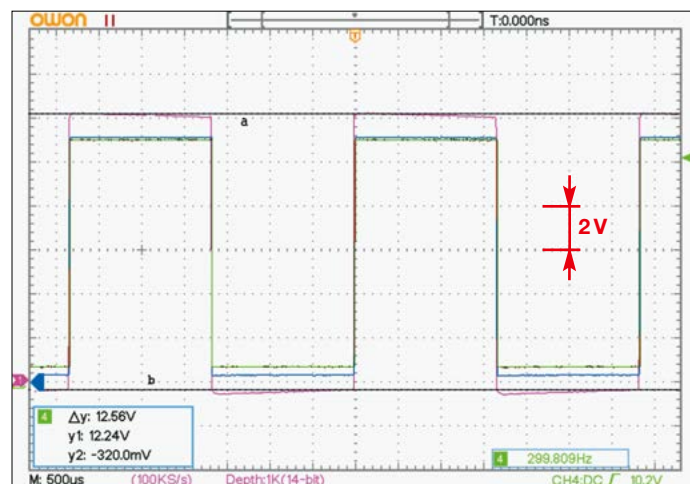
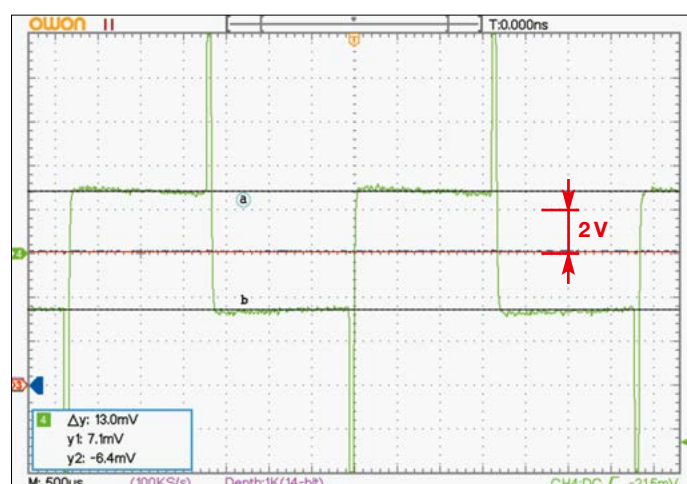


Bild 5: Verlauf der vier simultan auswertbaren Rechteckspannungen bei 65 A Laststrom; die grüne und die rote Kurve sind nahezu deckungsgleich.

phasensynchronen Signalauswertung mittels Software sind in der High- und der Low-Phase jeweils viele Abtastungen erforderlich, die zu mitteln sind und von denen anschließend die Differenz ($U_{MHigh} - U_{MLow}$) zu bilden ist. Nach $1/300$ s liegt dann bereits ein Rohwert für die Amplitude und das Vorzeichen von I_L vor. Optional könnten mehrere dieser Rohwerte noch gemittelt werden.

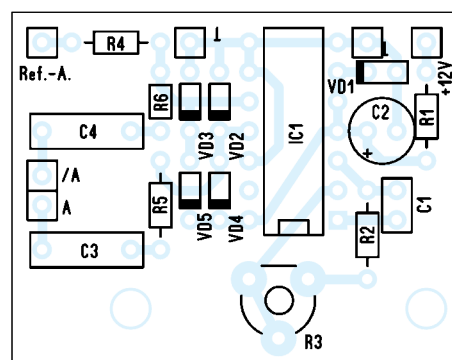
Mit einem um den Faktor 10^6 kleineren Laststrom entstand Bild 6. Die Ausgänge 1, 2 und 3 liefern jetzt sehr geringe Amplituden, daher wird nur Ausgang 4 ausgewertet. Der Oszilloskopkanal 4 ist auf Wechselstromkopplung und auf 5 mV pro Raster geschaltet, die Nulllinie liegt in der Bildmitte. Zur Rauschverringerung ist *average x64* aktiviert, was hier einer Mittelungszeit von $64 \cdot 3,33$ ms = 0,21 s für einen Zyklus entspricht.

Bild 6: Signalverlauf bei 63,5 μA Laststrom; der höchstverstärkende Ausgang 4 (grün) liefert noch ein gut auswertbares Signal.



hängt und somit bei der Auswertung leicht durch die Funktionen *tara* oder *Re- Δ* subtrahiert werden kann. Eine herkömmliche Strommessung ohne Bereichsumschaltung, aber mit $R_S = 3,2$ m Ω dem vorgestellten Versuchsmuster gleichend, müsste einen Messverstärker mit illusorisch niedrigem Eingangsoffset von $3,2$ m $\Omega \cdot 6 \mu A = 19$ nV haben. Auftretende thermisch bedingte Störspannungen würden aber selbst bei einem völlig offsetfreien Verstärker das Ergebnis verfälschen.

– Zusammenschaltung aller Komponenten wie in einem handelsüblichen Multimeter; dann liegen Generator, Stromweiche, Wechselstromverstärker, A/D-Umsetzer, Display und Batterie auf demselben Potenzial – in diesem Fall dem der *High-side*-Leitung des Laststromkreises – sind aber durch das Kunststoffgehäuse vom Benutzer isoliert. Die Spannung U_Q des Laststromkreises darf dann ebenfalls beliebige Wechselanteile, z. B. Brummspannungen, aufweisen. emmmf@posteo.de

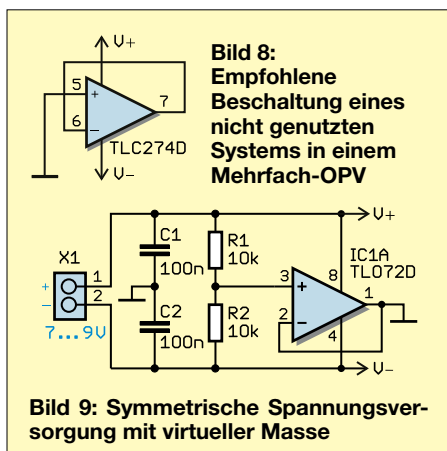


Grundsaltungen mit Operationsverstärkern (2)

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Nachdem im ersten Teil Spannungsfolger, invertierende und nicht invertierende Verstärker sowie Addierer erläutert und eine symmetrische Stromversorgung vorgestellt wurde, folgen abschließend logarithmische Verstärker sowie aktive Tief- und Hochpassfilter, die aus einer unipolaren Quelle versorgt werden.

Heutzutage gibt es eine Vielzahl von Operationsverstärkern. Daher sollte man bei der Auswahl eines Typs zumindest die in den Datenblättern angegebenen Parameter zur Betriebsspannung und dem Verstärkungs-Bandbreite-Produkt (GBP, engl. *Gain Bandwidth Product*) beachten. Der THS4302 von Texas Instruments weist z. B. GBP = 12 GHz auf, sodass er sich selbst im HF-Bereich vielseitig einsetzen lässt.



Ungenutzte OPVs

Oft erfordern Anwendungen den Einsatz mehrerer Operationsverstärker. Seit Jahren werden Schaltkreise hergestellt, in die ein, zwei oder vier Operationsverstärker integriert sind. Daher kann es beim Entwurf von Schaltungen vorkommen, dass z. B. bei der Verwendung eines Vierfach-IC ein einzelner OPV übrig bleibt. Dessen Eingänge sollte man nicht offen lassen, um wilde Schwingungen zu vermeiden. Empfehlenswert ist, den OPV als Spannungsfolger zu beschalten, wie in Bild 8 dargestellt. Der Ausgang ist dann direkt mit dem invertierenden Eingang (–) und der nicht invertierende Eingang (+) mit Masse verbunden. Da bei dieser Schaltung die Verstärkung $V=1$ ist, sind Ein- und Ausgangspegel identisch, hier also 0 V. Ein OPV eignet sich auch, um aus der zugeführten unipolaren Versorgungsspannung zwei symmetrische Betriebsspannungen zu erzeugen. Dazu wird in Bild 9

der Operationsverstärker IC1A als Impedanzwandler eingesetzt. An dessen nicht invertierendem Eingang (+) liegt die mithilfe des Spannungsteilers R1 und R2 halbierte Betriebsspannung, sodass am Ausgang des IC1A der gleiche Spannungswert niederohmig als virtuelle Masse ausgegeben wird. Auf diese Weise erhält der Operationsverstärker in der Anwendungsschaltung eine symmetrische Betriebsspannung. Zu beachten ist, dass weder der Plus- noch der Minusanschluss von X1 mit der virtuellen Masse verbunden sein dürfen.

Logarithmische Verstärker

Heutzutage stellen u. a. Analog Devices und Texas Instruments logarithmische Verstärker-ICs her. Solche Schaltkreise sind recht komplex aufgebaut und daher relativ teuer. Kommt es hingegen weder auf eine besonders exakte noch auf eine schnelle Signalumsetzung an, lassen sich logarithmische Verstärker auch mit Operationsverstärkern aufbauen, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen.

Anwendungsbeispiele bieten relativ langsame, aber über einen großen Bereich verlaufende Signaländerungen, die beispielsweise von Sensoren stammen. So kann z. B. der bei Holz messbare Widerstand aufgrund eines unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalts zwischen 1 k Ω und 1 G Ω und somit über sechs Dekaden schwanken.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für logarithmische Verstärker ist die optische Übertragung von Signalen. Auch hierbei kann das empfangene Signal sehr niedrige und sehr hohe Pegel aufweisen, die auf den eher engen Bereich nachgeschalteter A/D-Umsetzer anzupassen sind. Ein Spannungsteiler ist in solchen Fällen ungeeignet, da dieser zwar hohe Pegel mindern kann, jedoch auch niedrige Pegel so weit dämpft, dass sie sich nicht mehr auswerten lassen.

In Bild 10 sind die Kennlinien eines logarithmischen Verstärkers und eines Spannungsteilers symbolisch dargestellt. Wäh-

rend der Spannungsteiler die am Eingang anliegende Spannung linear in den kleineren Ausgangsspannungsbereich umsetzt, werden am Ausgang des logarithmischen Verstärkers besonders geringe Pegel stärker angehoben als die ohnehin gut auswertbaren hohen Pegel.

In Bild 11 ist die einfachste Schaltung eines logarithmischen Verstärkers dargestellt. Bei dieser wird die Kennlinie einer Diode ausgenutzt, bei der das Verhältnis von Durchlassspannung und -strom nicht linear ist. Bei steigender Spannung an der Diode steigt der Strom exponentiell. Da die Diode im Gegenkopplungszweig liegt, entsteht somit eine logarithmische Übertragungsfunktion des Verstärkers.

Bei einem niedrigen Spannungspegel am Eingang ist die sich ergebende Verstärkung des OPV somit hoch. Steigt die Amplitude des Eingangssignals, wird mehr über die Diode gegengekoppelt und die Verstärkung sinkt. Diese vor Jahrzehnten genutzte Schaltung hat jedoch einen Nachteil: Das Strom-Spannungs-Verhältnis bei Dioden ist temperaturabhängig und somit das Ausgangssignal davon abhängig.

Später wurde die Schaltung verbessert. Im logarithmischen Verstärker in Bild 12 ist eine zusätzliche Diode vorhanden, jedoch mit anderer Funktion und nachfolgendem Verstärker. Die Durchlassspannung der Diode identischen Typs wird von der Ausgangsspannung subtrahiert. Da beide Dioden gleichermaßen auf die Temperaturänderungen reagieren, werden die dadurch hervorgerufenen Änderungen kompensiert. Sowohl mit der Schaltung in Bild 11 als auch der in Bild 12 lassen sich Eingangsspannungen im Bereich von 1 mV bis 100 V logarithmisch umsetzen, wenn für R1 ein Widerstand

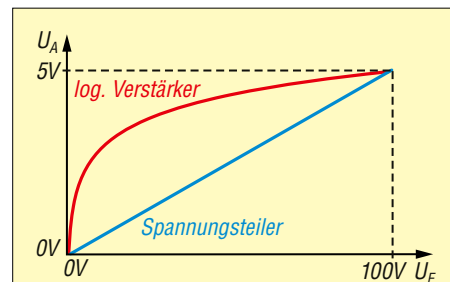


Bild 10: Ausgangsspannung eines logarithmischen Verstärkers und eines Spannungsteilers

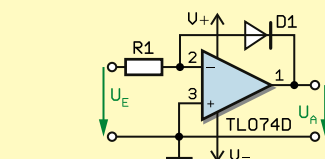


Bild 11: Einfacher logarithmischer Verstärker

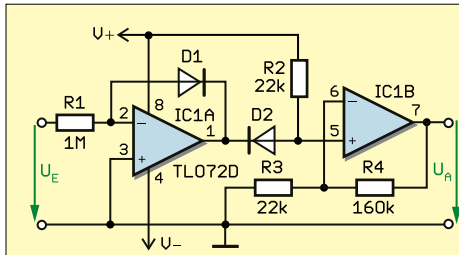
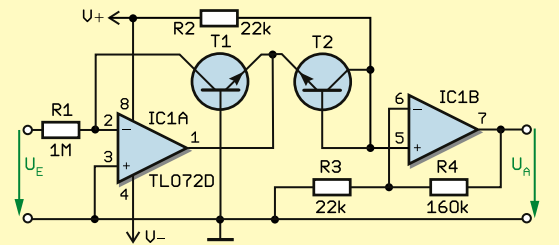


Bild 12:
Logarithmischer Verstärker
mit verbessertem Temperatur-
verhalten

Bild 13:
Logarithmischer Verstärker,
bei dem zwei Transistoren
die Funktionen der Dioden in
Bild 12 übernehmen



von 1 MΩ zum Einsatz kommt. Sollen die Schaltungen zur Strommessung im Bereich von 1 nA bis 1 mA genutzt werden, ist $R_1 = 0 \Omega$ zu wählen.

Die Eigenschaften eines logarithmischen Verstärkers lassen sich durch den Einsatz von Transistoren verbessern. Deren Kennlinien der Basis-Emitter-Spannung und des Kollektorstroms weisen über einen größeren Bereich eine logarithmische Form auf. In Bild 13 ist die Schaltung mit einem Transistor im Gegenkopplungs-zweig dargestellt. Ein zweiter Transistor mit nachfolgendem Operationsverstärker dient zur Kompensation der Temperaturabhängigkeit.

■ Tief- und Hochpassfilter

Filter sind wichtige Schaltungselemente der Nachrichtentechnik und dienen dazu, Signale mit unterschiedlichen Frequenzen voneinander zu trennen oder unerwünschte Signalbestandteile zu dämpfen. Die z. B. in [9] beschriebenen passiven Filter haben den Nachteil, dass die im niederfrequenten Bereich erforderlichen Induktivitätswerte kaum realisierbar sind. Dies lässt sich durch *aktive Filter* umgehen, die auf Operationsverstärkern basieren und in denen nur Widerstände sowie Kondensatoren zum Einsatz kommen. Deren Einsatz zur Gegenkopplung oder im Eingangszweig hat Einfluss auf das Frequenzverhalten.

Da aktive Filter im einfachsten Fall lediglich einen Kondensator als frequenzabhängiges Bauelement enthalten, ist ihre Flankensteilheit geringer als die passiver Filter, bei denen Spulen und Kondensatoren den Frequenzgang bestimmen. Dieser Nachteil lässt sich ausgleichen, wenn aktive Filter höherer Ordnung zum Einsatz kommen oder mehrere identische Stufen hintereinandergeschaltet werden. Dann lassen sich aktive Filter auch im höherfrequenten Bereich effektiv nutzen.

Die einfache Schaltung eines aktiven Tiefpassfilters ist in Bild 14 dargestellt. Der Operationsverstärker arbeitet dabei invertierend. Dadurch sind Ein- und Ausgangssignal um 180° phasenverschoben. Der im Gegenkopplungszweig liegende Kondensator C1 hat für Signale mit hoher Frequenz einen geringeren Blindwider-

stand als niederfrequente, sodass die Gegenkopplung bei hohen Frequenzen vergrößert wird, wodurch die Dämpfung dieser Signalanteile zunimmt. Die Grenzfrequenz, bei der eine Dämpfung von 3 dB auftritt, lässt sich mithilfe der Formel

$$f_G = 1 / (2 \cdot \pi \cdot C_1 \cdot R_3) \quad (1)$$

berechnen. Soll die Filterflanke oberhalb der Grenzfrequenz steiler abfallen, kann ein Tiefpassfilter 2. Ordnung zum Einsatz kommen. Dessen Schaltung ist in Bild 15 dargestellt. Die Grenzfrequenz lässt sich ebenso einfach gemäß

$$f_G = 1 / (2 \cdot \pi \cdot C \cdot R) \quad (2)$$

berechnen. Die dabei eingesetzten Kondensatoren und Widerstände müssen jeweils gleiche Werte aufweisen, also $R = R_1 = R_2$ und $C = C_1 = C_2$. Um diese Forderung auch in der Praxis einhalten zu können, sind Bauelemente mit geringer Toleranz auszuwählen. Stehen diese nicht zur Verfügung, lassen sich alternativ passende Bauelemente mit den berechneten Werten anhand von Messungen aus einer größeren Anzahl selektieren.

Im Gegensatz zu einem Tiefpassfilter dämpft ein Hochpassfilter die Signale, deren Frequenz unterhalb der Grenzfrequenz liegen. Im Gegenzug können hochfrequente Signale passieren. In Bild 16 ist die Schaltung eines aktiven Hochpassfilters dargestellt. Der Operationsverstärker arbeitet dabei als nicht invertierender Verstärker. C1 und R1 bestimmen die Grenzfrequenz, die sich ebenfalls mithilfe der Formel (1) berechnen lässt. Die Flanke im Frequenzverlauf ist jedoch nicht besonders steil.

Besser ist die in Bild 17 dargestellte, erweiterte Schaltung eines Hochpassfilters geeignet. Im Zusammenhang mit dem Tiefpassfilter 2. Ordnung, Bild 15, ist zu erkennen, dass lediglich die Positionen der Bauelemente R1, R2 mit denen von C1 und C2 getauscht sind. Auf diese Weise wurde aus einem Tief- ein Hochpassfilter. Die Berechnung der Grenzfrequenz erfolgt daher analog zum Tiefpassfilter gemäß Formel (2). Auch hier müssen die Kondensatoren C1 und C2 sowie Widerstände R1 und R2 gleiche Werte

aufweisen, die in der Formel als R und C angegeben sind.

Der Vorteil von aktiven Tief- und Hochpassfiltern ist, dass sie sich relativ kompakt aufbauen lassen und dass sie bei entsprechender Auslegung der Stufen das Signal zusätzlich verstärken können, was bei passiven Filtern nicht der Fall ist. Die dann geltenden Formeln sind jedoch relativ komplex und in [5] bis [7] sowie [10] enthalten. k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [9] Sander, K.: Passive Filterschaltungen verstehen und berechnen. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 10, S. 786 – 787
- [10] Kühnel, C.: Lineare und nichtlineare Analogschaltungen mit OPV. MV, Berlin 1982

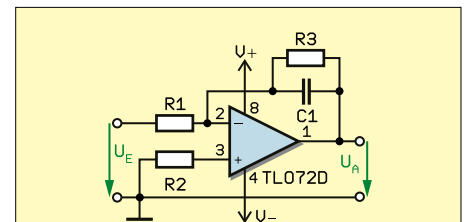


Bild 14: Aktives Tiefpassfilter 1. Ordnung
mit RC-Glied als Gegenkopplung

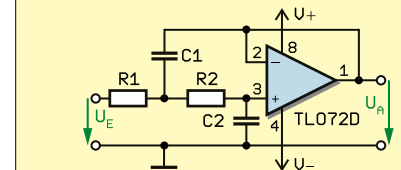


Bild 15: Aktives Tiefpassfilter 2. Ordnung
mit RC-Netzwerk am Eingang

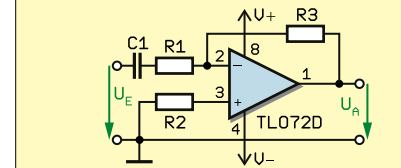


Bild 16: Aktives Hochpassfilter mit einem
RC-Glied am Eingang

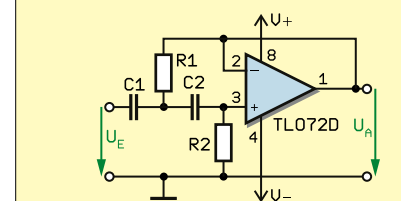


Bild 17: Aktives Hochpassfilter 2. Ordnung
mit RC-Netzwerk am Eingang

USB Power Delivery für QRP-Transceiver und Zusatzgeräte

ANDREAS BILSING – DM4TG

Die Leitungen einer USB-C-Steckverbindung dienen nicht nur der Übertragung von Daten, sondern auch der Spannungsversorgung des angeschlossenen Geräts. Je nach Spezifikation können bis zu 15 W bereitgestellt werden. Wo mehr Leistung erforderlich ist, kommt USB Power Delivery zum Einsatz. Damit ergeben sich auch für den Funkamateurliebhaber interessante Anwendungsmöglichkeiten.

USB Power Delivery (USB-PD) ist eine bereits 2012 eingeführte Erweiterung des USB-Standards. Hiermit lassen sich über eine USB-C-Steckverbindung höhere Leistungen als die bei normalem USB-C maximal zulässigen 15 W bereitstellen. Mittels dieser Technologie ist im sogenannten *Standard Power Range* sowohl das schnelle Aufladen von Akkumulatoren als

tolle zur Anwendung: PD2.0, PD3.0, QC2.0, QC3.0 und AFC [1]. Aufgrund dieses Verfahrens ist das System nicht abwärtskompatibel zu Endgeräten, die es nicht unterstützen; das Netzteil liefert in einem solchen Fall keine Spannung. Dies trifft auch zu, wenn ein Gerät mit einer USB-PD-Spannungsversorgung nachgerüstet werden soll, da die Voraussetzungen

schaften des vorgeschalteten Netzteils an den Verbraucher weitergegeben werden. Dies umfasst die Kurzschlussfestigkeit, den Überstromschutz, den Temperaturschutz und die Hochfrequenzverträglichkeit sowie das Rauschen, welches auf der Spannung „transportiert“ wird. Insbesondere im Hinblick hierauf ist bei der Verwendung im Shack auf geeignete Komponenten zu achten. Alle Tests wurden mit einem USB-PD-Standardnetzteil durchgeführt.

■ USB-PD-Experimentiernetzteil

Für meine erste Anwendung baute ich das Modul *COM-ZY12PDN-ST* in eine Pastillendose aus Blech, die ich mit Anschlussbuchsen für 4-mm-Laborstecker und einem Ausschnitt für ein Mini-Digitalvoltmeter mit Siebensegment-Anzeige (0,28 Zoll, 2,5 V bis 30 V) versah. Den inneren Boden bedeckte ich mit einer durchgehenden Isolations- und Fixierschicht, welche ich aus zwei in Stücke geschnittenen und mit einer Heißluftpistole geschmolzenen Heißklebstoffstangen herstellte. Auf den noch zähflüssigen Klebstoff platzierte ich das PD-Triggermodul und das Mini-Digitalvoltmeter.

Um den auf dem Modul befindlichen Taster betätigen zu können, montierte ich den Betätigungsstößel eines Mikrotasters in den Deckel, Bild 3. Somit steht mir nun in Verbindung mit einem PD-Netzteil eine Spannungsquelle zur Verfügung, mit der sich Geräte wie beispielsweise Quarztester oder Rauschgeneratoren betreiben lassen, Bild 1.

Ein weiteres *COM-ZY12PDN-ST*-Modul montierte ich in einen Kfz-USB-Adapter, dessen dort eingebaute Leiterplatte ich zuvor entfernt hatte, Bild 4.

Zur Einstellung der Ausgangsspannung ist bei gedrücktem Taster das Netzteil anzuschließen. Durch darauf folgendes mehrmaliges Betätigen des Tasters wählt man die gewünschte Spannungshöhe. Diese lässt sich anhand der Farbe der auf dem Modul integrierten RGB-LED zuordnen. Rot entspricht 5 V, Gelb 9 V, Grün 12 V, Hellblau 15 V, Dunkelblau 20 V und Vio-



Bild 1: USB-PD-Experimentiernetzteil mit Triggermodul *COM-ZY12PDN-ST* im Einsatz



Bild 3: Innenansicht mit Trigger- und Mini-Digitalvoltmeter-Modul Fotos: DM4TG

auch von Geräten bis zu einer Leistung von 100 W möglich; unter *Extended Power Range* sogar bis 240 W.

Gemäß Spezifikation beträgt die Spannung auf einer USB-Schnittstelle 5 V. Mit USB-PD stehen zusätzlich 9 V, 15 V und 20 V (Standard Power Range) sowie 28 V, 36 V und 48 V (Extended Power Range) zur Verfügung. Welche Spannung, welcher Strom und welche daraus resultierende Leistung dem Endgerät zur Verfügung stehen, wird beim sogenannten *Handshake* zwischen Endgerät und Netzteil ausgehandelt. Hierbei kommen verschiedene Schnellladepro-

gen zur Durchführung des Handshake-Prozesses fehlen. Abhilfe schaffen *USB-PD-Triggermodule*. Diese sind auch unter der Bezeichnung *Schnellladeauslöser* oder *Decoy-Trigger* preiswert bei verschiedenen Elektronikanbietern und Online-Handelsplattformen erhältlich. Neben einbaufertigen Modulen werden auch sofort einsetzbare *Triggerkabel* angeboten. Sie besitzen geräteseitig einen Hohlsteckeranschluss und einen PD-Schaltkreis, der fest auf eine Spannung eingestellt ist. USB-PD-Triggermodule „ersetzen“ den automatischen Handshake-Prozess, die benötigte Ausgangsspannung kann der Anwender manuell wählen.

Wichtig: Das PD-Triggermodul ist kein Aufwärtswandler (Step-Up-Converter). Es kann nur Spannungen in der Höhe bereitstellen, die ein PD-kompatibles Netzteil liefert.

Nachfolgend beschreibe ich zwei Beispiele für Module mit variabler Ausgangsspannung. Für beide gilt, dass die Eigen-

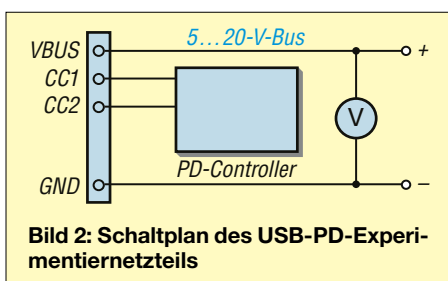


Bild 2: Schaltplan des USB-PD-Experimentiernetzteils



Bild 4: Industriell hergestelltes Triggerkabel mit eingebautem PD-Triggermodul *COM-ZY12PDN-ST*

lett der höchstmöglichen Spannung. Danach wird die Verbindung zum Netzteil getrennt. Bei jedem nun folgenden Start liefert das Netzteil die festgelegte Spannung. Zur Unterdrückung möglicher Störungen versah ich die Anschlussleitung mit einem Klappferrit.

■ Spannungsversorgung des MFJ-269

Um meinen Antennenanalysator *MFJ-269* über eine USB-C-Steckverbindung mit Spannung zu versorgen, verwende ich das Triggermodul *DollaTek PD/QC/AFC*. Dieses klebte ich auf ein Holzklötzchen und platzierte es an passender Stelle im Analysator, Bild 5.

Der Spannungsausgang des Moduls liegt parallel zur 12-V-Buchse des MFJ-269. Dies ist unproblematisch, da die PD-Baugruppen durch eine an ihrem Ausgang anliegende Spannung aus einer anderen

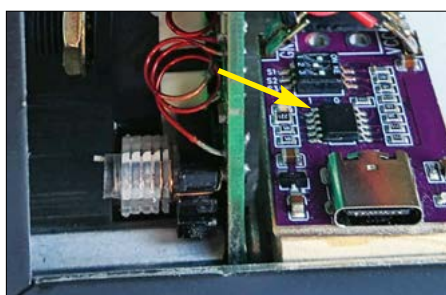


Bild 5: In den Antennenanalysator MFJ-269 zur Spannungsversorgung eingebautes Triggermodul *DollaTek PD/QC/AFC*

Spannungsquelle nicht beeinflusst werden. Eine Bohrung im Gehäuse ermöglicht den Anschluss des PD-Netzteils. Die gewünschte Ausgangsspannung des Moduls *DollaTek PD/QC/AFC* lässt sich mittels des dreipoligen DIL-Schalters einstellen. Zur Orientierung befindet sich auf der Rückseite der Platine eine Tabelle mit den entsprechenden Schalterstellungen.

Sicherheitshalber sollte die Spannung jedoch mit einem Voltmeter überprüft werden.

■ Fazit

USB-PD-Triggermodule lassen sich vielfältig im Shack einsetzen: als Experimentiernetzteil, als Spannungsversorgungskabel oder fest eingebaut in einem Gerät. Auch zum Betrieb meines QRP-Transceivers verwende ich ein solches Modul. Dabei habe ich festgestellt, dass sich zwar der „Klang“ des Grundrauschens verändert hat, aber dessen Pegel nicht angestiegen ist. Der Empfang selbst wird durch den Einsatz dieser Spannungsversorgung daher nach meiner Erkenntnis nicht beeinträchtigt.

bilsing@posteo.de

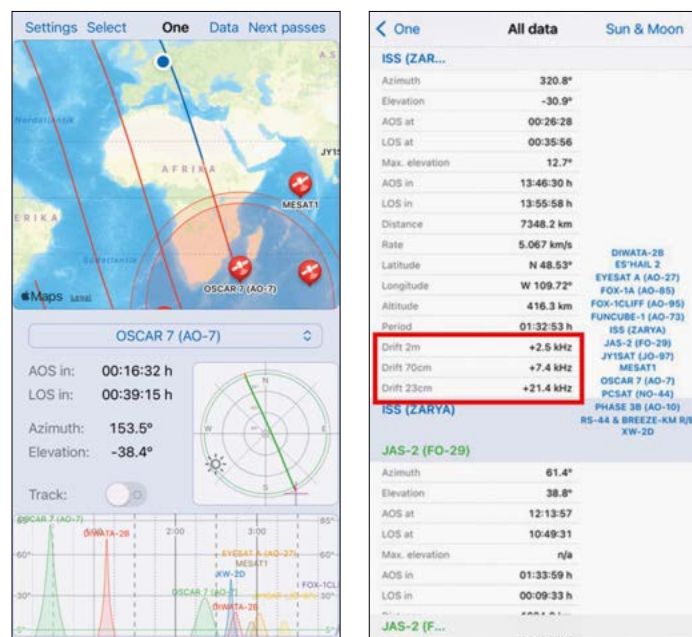
Literatur

- [1] Schnabel, P.: USB-PD – USB Power Delivery. www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1809251.htm

SatPathFinder – iOS/iPadOS-App zur Satellitenverfolgung

Da ich bei der Suche nach einer einfachen App zur Visualisierung von Satellitenbahnen für iPhone und iPad nichts Passendes fand, habe ich selbst ein Programm geschrieben.

Punktes auf der Karte berechnet Skedzeiten zu diesem Ort über den entsprechenden Satelliten. Diese können auch in den Kalender oder als Erinnerung übernommen werden.



In der App sind neun Gruppen von Satelliten vordefiniert, aus denen man sich die interessierenden auswählen kann. Die wichtigsten Daten sind übersichtlich auf einer Seite dargestellt, Bild 2. Überflugzeiten lassen sich für die nächsten sieben Tage anzeigen. Das lange Berühren eines

Bild 3: *SatPathFinder* auf dem iPad
Screenshots: DL2RUM

Bild 1 (links): Kartendarstellung, Sky-View-Anzeige und Überflugzeiten auf einem iPhone

Bild 2: Auflistung relevanter Satellitendaten; im markierten Bereich wird die Frequenzdrift angezeigt.

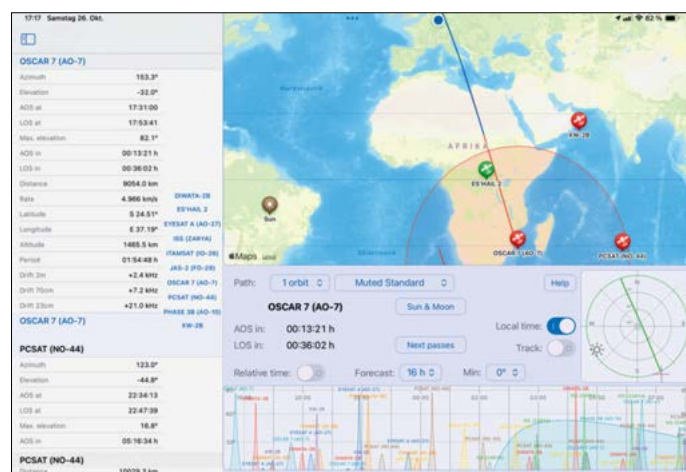
Wer die Antenne manuell ausrichtet oder in der Hand hält, kann das iPhone bzw. iPad zur Lagebestimmung nutzen. Außerdem wird in den Daten die Frequenzdrift beim Überflug der Satelliten angezeigt, allerdings nur fest für eine Frequenz pro Band: 146 MHz, 435 MHz und 1265 MHz. Doch das ist zumindest für FM ausreichend. Eine einfache Transceiver-Steuerung via Bluetooth ermöglicht die automatische Dopplershift-Kompensation für die Funkgeräte Icom IC-705, ID-52E und ID-52E Plus. Ein paar Daten zu Sonne und Mond ergänzen die App.

Das Programm erfordert mindestens iOS/iPadOS-Version 16.0 und ist nur in englischer Sprache im App Store unter *SatPathFinder* [1] für faire 2,99 € erhältlich.

Thomas Lindner, DL2RUM
dl2rum@t-online.de

Bezugsquelle

- [1] App Store: *SatPathFinder*. <https://apps.apple.com/de/app/satpathfinder/id6736568063>



Vorgestellt: 10-GHz-Transverter MKU 10 G5 von Kuhne Electronic

CHRISTIAN REIMESCH – DL2KCK

Zur Technik für den Funkbetrieb auf den Amateurfunkbändern oberhalb von 1 GHz gehören zumeist ein leistungsfähiger Transverter sowie ein nachgeschalteter KW- oder VHF/UHF-Transceiver. Die Sende-Empfangs-Umsetzer von Kuhne Electronic stehen dabei insbesondere für gute technische Daten und solide Konstruktion. Das im Folgenden beschriebene Modell gehört zum Neuesten, was derzeit auf diesem Gebiet zu haben ist.

Der Hersteller Kuhne Electronic [1] bietet mittlerweile die fünfte Transvertergeneration für das 10-GHz-Band in Modulbauweise an. Der MKU 10 G5 ist in einem gefrästen Aluminiumgehäuse mit den kompakten Abmessungen von 100 mm ×

mit 70 MHz an. Des Weiteren ist die ZF-Frequenz zwischen 28 MHz und 440 MHz über die serielle Schnittstelle in 1-MHz-Schritten konfigurierbar. Für die Standardbänder kann sie mithilfe von drei Brücken auf der 26-poligen Pfostenleiste des Mo-



80 mm × 14 mm untergebracht, Bild 1 und Tabelle 1. Sein Blockschaltbild ist in Bild 2 zu sehen. Im Vergleich zu den Transvertern der ersten bis dritten Generation wird der Lokaloszillator (LO) über einen PLL-Oszillator mit variabler Frequenz zur Abdeckung des gesamten 10-GHz-Bandes, also von 10 000 MHz bis 10 500 MHz, realisiert. Die nutzbare Bandbreite gibt der Hersteller

duls konfiguriert werden. Mit offenen Brücken ist die ZF auf 144 MHz bis 146 MHz eingestellt. Die komplette Beschreibung des Transverters und seiner vielfältigen Leistungsmerkmale würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen, daher geht es nachstehend vor allem um die „inneren Werte“ des Geräts. Kuhne Electronic gibt für das Phasenrauschen die in Tabelle 1 aufgeführten Werte

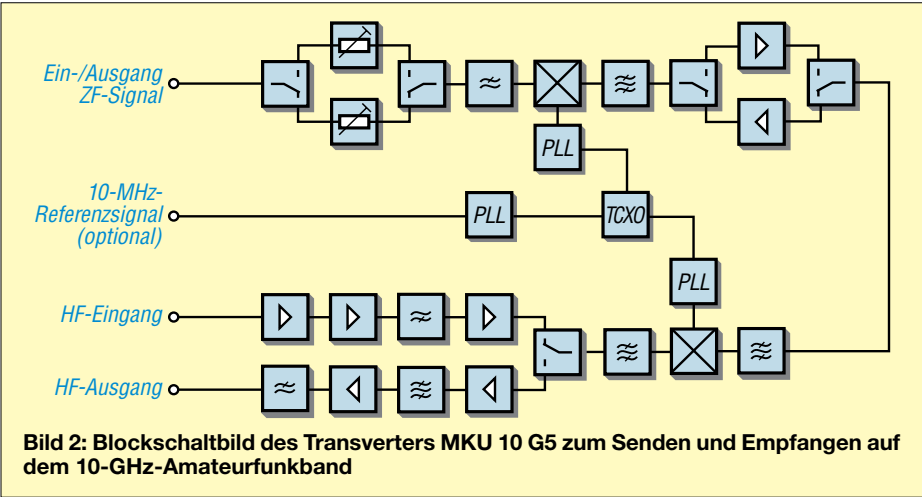


Bild 2: Blockschaltbild des Transverters MKU 10 G5 zum Senden und Empfangen auf dem 10-GHz-Amateurfunkband

Tabelle 1: Technische Eckdaten des Transverters MKU 10 G5	
Frequenzbereich	10 ... 10,5 GHz
Nachsetzer (ZF)	28 ... 440 MHz*
ZF-Eingangsleistung	0,5 ... 5 W*
LO-Genauigkeit	±0,5 ppm** @ 18 °C
LO-Frequenzstabilität im Bereich -5 ... 55 °C	±0,5 ppm**
Phasenrauschen	-94 dBc/Hz @ 1 kHz -103 dBc/Hz @ 10 kHz -105 dBc/Hz @ 100 kHz -123 dBc/Hz @ 1 MHz
Ausgangsleistung	≥ 200 mW
Nebenwellenunterdrückung	50 dB
Oberwellenunterdrückung	48 dB
Empfangsverstärkung	25 dB
Rauschmaß	1,3 dB
Gehäuseabmessungen	100 mm × 80 mm × 14 mm (B × H × T)

* vom Nutzer wähl- bzw. einstellbar
** ohne externes Referenzsignal

an. Diese sind für eine PLL akzeptabel, fallen allerdings deutlich ab im Vergleich zu den Werten des Vorgängers MKU 10 G3, der bereits mit -122 dBc/Hz @ 100 kHz spezifiziert war. Der testweise Empfang der sehr lauten Bake DB0JK in einer Entfernung von 23 km (Sichtverbindung) im direkten Vergleich mit einem MKU 10 G2 bestätigte ein höheres Rauschen beim MKU 10 G5 in 100 kHz Abstand.

Seitenbandrauschen

Die Messung des Seitenbandrauschens des Senders bestätigte die Herstellerangaben, allerdings fallen auch unerwünschte, schmalbandige Signalanteile (*Spurii*) im 1-MHz-Abstand auf, siehe Bild 3. Diese haben jedoch einen Pegelabstand von mindestens -65 dBc und sollten sich daher in der Praxis nicht störend auswirken, zumal sie einen Frequenzabstand von ±n · 1 MHz aufweisen, Bild 4.

Intermodulationsverhalten

Wie sauber ist der Sender in Bezug auf Intermodulation? Hierzu findet man im

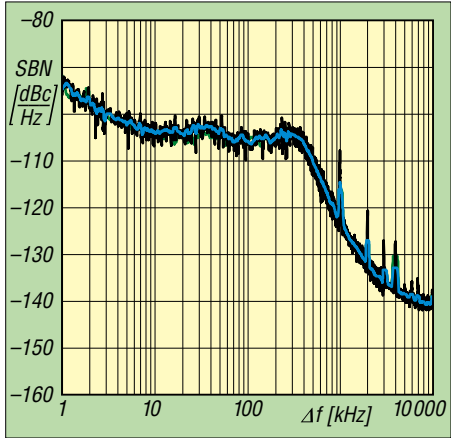


Bild 3: Gemessenes Seitenbandrauschen des MKU 10 G5

Tabelle 2: Ergebnisse der Rauschmessung von 10 450 MHz bis 10 452 MHz

HF [MHz]	f _{LO} [MHz]	ZF [MHz]	NF [dB]	Rausch- temperatur [K]	V [dB]
10450	10306	144,000	1,17	89,8	28,6
10450	10306	144,200	1,16	88,8	28,6
10450	10306	144,400	1,17	89,6	28,6
10451	10306	144,600	1,20	92,0	28,6
10451	10306	144,800	1,18	91,0	28,6
10451	10306	145,000	1,19	91,8	28,6
10451	10306	145,200	1,21	93,2	28,6
10451	10306	145,400	1,20	92,0	28,6
10452	10306	145,600	1,19	91,3	28,6
10452	10306	145,800	1,19	91,1	28,6
10452	10306	146,000	1,19	91,4	28,6

Tabelle 3: Ergebnisse der Rauschmessung von 10 368 MHz bis 10 370 MHz

HF [MHz]	f _{LO} [MHz]	ZF [MHz]	NF [dB]	Rausch- temperatur [K]	V [dB]
10368	9936	432,000	1,27	98,2	29,9
10368	9936	432,200	1,30	101,2	30,0
10368	9936	432,400	1,30	101,1	30,0
10369	9936	432,600	1,29	100,3	30,0
10369	9936	432,800	1,29	100,3	30,0
10369	9936	433,000	1,29	100,2	30,1
10369	9936	433,200	1,30	101,3	30,1
10369	9936	433,400	1,30	101,1	30,1
10370	9936	433,600	1,29	100,4	30,1
10370	9936	433,800	1,28	99,3	30,1
10370	9936	434,000	1,29	100,6	30,1

Datenblatt keine Angaben. Zugegebenermaßen ist dieser Parameter bei 10 GHz aufgrund der geringen Aktivität nicht ganz so wichtig, trotzdem möchte man gern ein sauberes Sendesignal erzeugen.

Wird der Sender mit knapp 100 mW (PEP) bzw. +19 dBm wie im vorliegenden Beispiel ausgesteuert, erreicht der *MKU 10 G5* beim IM3-Abstand beeindruckende -42,5 dBc bzw. -48,5 dB bezogen auf PEP, Bild 5. Besser geht es kaum. Vermutlich werden die externen Endstufen hier kaum mithalten können und die IM-Abstände in der Praxis verschlechtern.

Kuhne Electronic bietet im Übrigen ein großes Sortiment an kompatiblen Endstufen im Leistungsspektrum von 2 W bis 60 W an. Ebenso gibt es dort für EME-Betrieb einen sehr rauscharmen LNA im Liefersortiment. LNA und Endstufen können elegant über den integrierten, einstellbaren Sequenzer angesteuert werden.

Rauschmessung

Das Rauschmaß (*Noise Figure, NF*) von typisch 1,3 dB, das der Hersteller angibt, ist ein ausgezeichneter Wert. Außer für EME-Funkbetrieb und zur Kompensation von größeren Leitungsverlusten ist bei diesem Wert ein externer LNA nicht zwingend erforderlich. Für eine ZF von 144 MHz bis 146 MHz ergab die Messung im Frequenzbereich von 10 450 MHz bis 10 452 MHz ein Rauschmaß in der Bandmitte von $NF = 1,19$ dB, Tabelle 2.

Auch in dem für SSB/CW interessanten Frequenzbereich um 10 368 MHz liegen

die Werte des *MKU 10 G5* innerhalb der Spezifikation. Bei 10369 MHz betrug das Rauschmaß $NF = 1,27$ dB. In beiden angegebenen Frequenzbereichen lag die

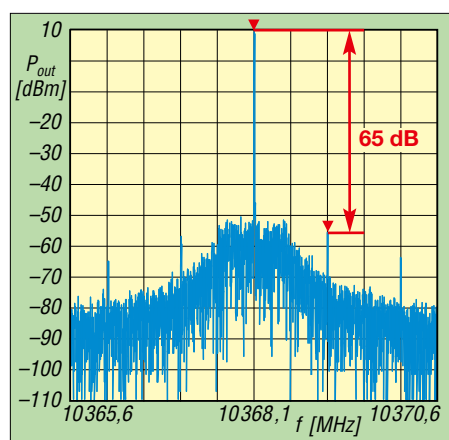


Bild 4: Spektrum des Einton-Sendesignals auf 10368,1 MHz

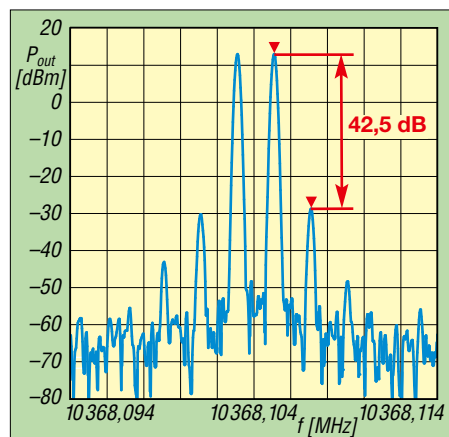


Bild 5: Ausgangssignalspektrum bei 100 mW (PEP) und Zweitonaussteuerung

gemessene Verstärkung zwischen 28 dB und 29 dB. Auch ein Umschalten der ZF auf 432 MHz bis 434 MHz änderte nichts am grundlegenden Rauschverhalten des Transverters, nur die Verstärkung stieg noch einmal leicht um rund 1 dB auf etwa 30 dB an, Tabelle 3.

Frequenzstabilität

Bei den Vorgängerversionen mit 106,5-MHz-Oszillator war die Frequenzstabilität leider nicht zufriedenstellend und man kam um einen externen OCXO (z. B. nach DF9LN) kaum herum. *Kuhne Electronic* setzt beim neuen *MKU 10 G5* einen 0,5-ppm-TCXO ein. Zusätzlich, wie bei den Vorgängerversionen G3 und G4, kann auch eine externe 10-MHz-Referenz angeschlossen werden, was für stationären Betrieb sinnvoll ist. Hier bieten sich besonders die GPSDO von Leo Bodnar an.

Beim Portabelbetrieb aus dem Akkumulator versucht man die Stromaufnahme der Funkstation zu minimieren und es stellt sich die Frage: Reicht die Stabilität des internen Oszillators in diesem Fall aus?

Das Diagramm in Bild 8 zeigt die Frequenzdrift des LO in den ersten beiden Stunden nach dem Einschalten. Die

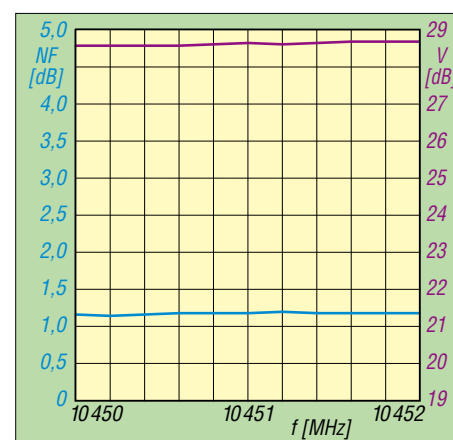


Bild 6: Ergebnis der Rauschmessung im Bereich von 10 450 MHz bis 10 452 MHz ...

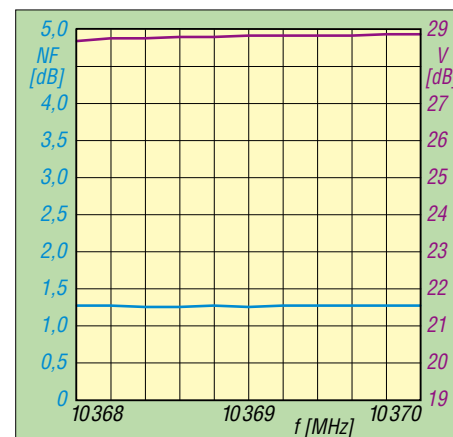


Bild 7: ... sowie im Frequenzbereich von 10368 MHz bis 10370 MHz

Frequenz fällt um etwa 7,1 kHz von 144,1060 MHz auf 144,0989 MHz. Die vom Hersteller angegebenen $\pm 0,5$ ppm bedeuten bei 10 368 MHz immerhin $\pm 5,184$ kHz, also eine absolute Änderung von rund 10 kHz, innerhalb derer sich auch die gemessene Frequenzänderung während des Aufwärmens bewegt. In der zweiten Stunde nach dem Einschalten driftete die Frequenz bereits nur noch um $-1,1$ kHz, also durchschnittlich etwa 18 Hz/min, was für den Portabelbetrieb als durchaus brauchbar erscheint.

Frequenzänderung durch Erwärmung im Sendebetrieb

Innerhalb einer willkürlich gewählten 60-s-Zeitspanne nach Sekunde 7000 veränderte sich die Frequenz nur um -11 Hz. Bis zum roten Marker wurde 120 s lang empfangen und dann während einer Zeit von 29 s gesendet, Bild 9. Die Frequenzänderung durch die Erwärmung des Transverters war geringer als erwartet und lag bei nur $+30$ Hz. Dieses Verhalten lässt sich vermutlich noch optimieren, wenn der MKU 10 G5 auf einen Kühlkörper montiert wird, wie im Handbuch empfohlen. Der Empfang von Baken mit 500 Hz CW-Filter hat bestätigt, dass die Drift auch nach mehreren Minuten noch sehr

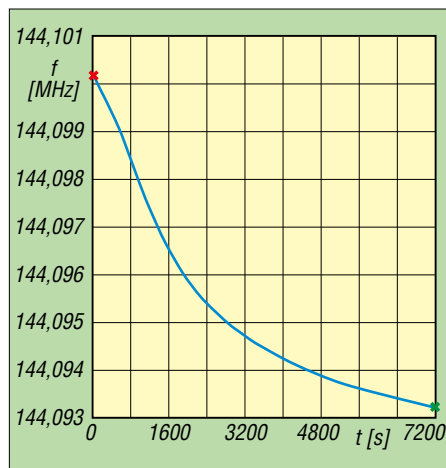


Bild 8: Gemessene Frequenzdrift des Transverters in den ersten beiden Stunden nach dem Einschalten

moderat war und die Frequenz nicht korrigiert werden musste.

Fazit

Alle gemessenen Parameter des 10-GHz-Transverters MKU 10 G5 lagen innerhalb der von Kuhne Electronic spezifizierten Werte. Die Intermodulationseigenschaften des Senders sind sehr gut und bestens geeignet, auch hochlineare Endstufen anzusteuern.

Des Weiteren ist die gute Frequenzkonstanz des integrierten TXCO positiv aufgefallen. Dies wirkt sich insbesondere auf den Portabelbetrieb mit einem Akkumu-

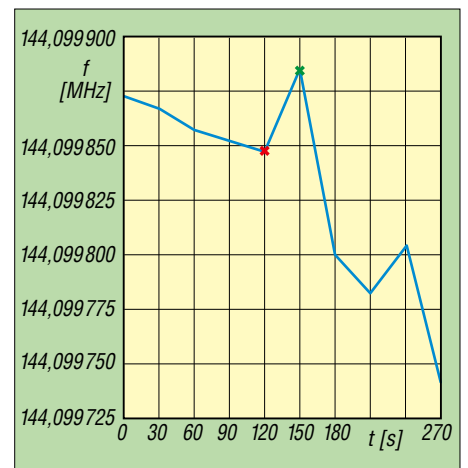


Bild 9: Frequenzänderung durch Erwärmung des Transverters während des Sendebetriebs

lator als Spannungsquelle positiv aus, da man in diesem Fall auf einen 10-MHz-OCXO bzw. -GPSDO verzichten kann. Einzig das Phasenrauschen des Synthesizers im Abstand von 10 kHz bis 100 kHz schmälerte das Empfangsvergnügen, wenn so wie im vorliegenden Fall schwache Baken neben einer sehr lauten lokalen Bake (DB0JW) empfangen werden sollen und die Baken signale aus einer ähnlichen Richtung kommen.

Bezugsquelle

[1] Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg, Tel. (0 92 93) 80 06 40, <https://shop.kuhne-electronic.de>

Schutz des Transceiverausgangs beim Einsatz als Messsender

Wer in seiner Hobbywerkstatt z. B. eine Endstufe oder einen Antennenkoppler selbst baut oder repariert, braucht zuweilen einen HF-Generator mit hoher Ausgangsleistung. Die wenigsten Funkamateure dürften über einen entsprechenden Labor-Messsender verfügen, so ziemlich alle haben aber einen Transceiver. Dieser böte sich für den genannten Zweck an, aber wer will schon riskieren das teure Gerät bei den Tests oder Messungen zu beschädigen? Trotz der in jeder Transceiver-Endstufe vorhandenen Schutzschaltungen wäre es zumindest ein beruhigendes Gefühl, wenn man für das Gerät etwas zusätzliche Sicherheit schaffen könnte. Eine relativ einfache Lösung besteht darin, zwischen den Antennenanschluss des Transceivers und den Eingang des Test- oder Messobjekts ein 3-dB-Leistungsdämpfungsglied mit 50 Ω Systemimpedanz zu schalten. Solche Dämpfungsglieder ähneln äußerlich oft dem in Bild 2 dargestellten Beispiel. Falls ein solches Dämpfungsglied dann in einer Schaltung

wie in Bild 1 eingesetzt wird, ist es gleichgültig, ob an dessen Ausgang eine normgerechte 50- Ω -Last, Kurzschluss oder Leerlauf anliegt. Der Transceiver „sieht“ in jedem Fall eine Rückflussdämpfung S_{11} von mindestens 6 dB, was einem maximalen Stehwellenverhältnis von $s = 3$ entspricht. Die Folge dieser Fehlanpassung ist höchstens die Reduzierung der Sendeleistung, aber bestimmt nicht die Beschädigung der Endstufe. Bei diesem Lösungsvorschlag ist jedoch noch etwas zu beachten. Wie allgemein bekannt, ist eine Dämpfung von 3 dB gleichbedeutend mit einer Leistungshalbierung bei Anpassung. Allein dies würde bedeuten, dass das Dämpfungsglied mindestens die Hälfte der vom Transceiver

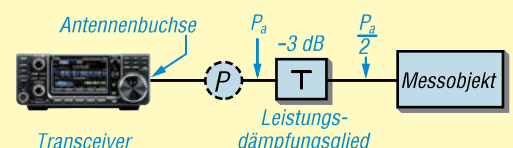


Bild 2: Handelsübliches 3-dB-Dämpfungsglied mit einer Nennbelastbarkeit von 25 W

Werkfoto
ver beim Prüf- oder Messvorgang abgegebenen Sendeleistung zumindest für die Zeit der Messung vertragen muss. Da aber auch mit erheblicher ausgangsseitiger Fehlanpassung zu rechnen ist, sollte man es eingangsseitig vorsichtshalber nur mit etwa der Hälfte seiner Nennbelastbarkeit beaufschlagen. Dies entspräche also beim Dämpfungsglied gemäß Bild 2 einer Sendeleistung P_a von etwa 10 W bis 15 W.

Oliver Hödicke

Bild 1: Beispiel für einen Messaufbau, bei dem der Transceiver als Messsender arbeitet und durch das Leistungsdämpfungsglied vor übermäßiger Fehlanpassung geschützt ist



Breitband-Pegelmessmodul bis 10 GHz auf dem Labortisch

GERFRIED PALME – DH8AG

Auf den einschlägigen Internet-Handelsplattformen und in den Online-Shops von Fachhändlern sind diverse Elektronikmodule erhältlich, die sich z. B. für den Selbstbau von Mess- und Prüftechnik eignen könnten. Manche davon wecken Erwartungen, die dann in der Praxis enttäuscht werden, andere sind durchaus brauchbar, wenn man sie richtig einsetzt. Im Folgenden wird ein solches Modul hinsichtlich seiner Funktion sowie seiner Einsatzmöglichkeiten und -grenzen näher untersucht.

Die kleine Modulplatine, um die es im Folgenden geht, ist mit dem logarithmischen Detektor-IC AD8317 von Analog Devices bestückt und z. B. bei [1] erhältlich. Der Schaltkreis ist für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 10 GHz spezifi-

Buchse eingespeist und liefert an den Löt-pads des Anschlusses OUT eine indirekt proportionale Gleichspannung gegen Masse. Diese liegt im Bereich zwischen 0,33 V und 1,65 V mit einer Steilheit (engl. *Slope*) $S = -22 \text{ mV/dB}$.

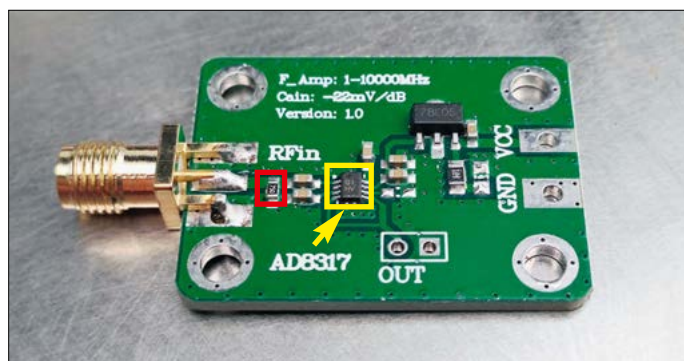


Bild 1: Mit dem logarithmischen Detektorschaltkreis AD8317 bestücktes Leistungsmessmodul; der dem Eingang parallelgeschaltete Widerstand ist rot markiert, siehe Text.

Fotos: DH8AG

ziert und wird vom Hersteller im LFCSP-Gehäuse geliefert. Die Abkürzung steht für *Lead Frame Chip Scale Package* und geht mit winzigen Abmessungen von 2 mm × 3 mm einher. An den beiden Längsseiten befinden sich jeweils vier Anschlüsse. Daher ist der Schaltkreis nicht gerade einfach zu handhaben. Ein Modul, bei dem der IC bereits aufgelötet ist, kommt dem Hobbyelektroniker somit sehr entgegen.

Die kleine Platine, Bild 1, benötigt an den Anschlüssen VCC und GND eine Versorgungsspannung zwischen 7 V und 15 V. Die Stromaufnahme beträgt etwa 25 mA. Der zu messende Pegel wird in die SMA-

In Tabelle 1 sind die technischen Eckdaten des Moduls zusammengefasst. Ob die elektrischen Werte, die aus dem Datenblatt des IC-Herstellers übernommen wurden, auch in der Realität erreicht werden, war Gegenstand meiner Untersuchung. Dabei interessierte mich insbesondere der Bereich oberhalb von 1 GHz.

■ Eingangsimpedanz

Beim genauen Betrachten der Modulplatine fielen mir zunächst die Lötverbindungen der SMA-Buchse auf. Sowohl die oberhalb der Platine befindlichen zwei Masseanschlüsse der SMA-Buchse als auch der Mittelleiter-Lötstift lagen in ihrer Länge nicht mittig auf den zugehörigen Platinenbahnen, sondern mehr an deren rechten Ende auf. Das Ganze machte somit nicht unbedingt einen „gigahertzfreundlichen“ Eindruck.

Im ersten Schritt kontrollierte ich die Eingangsimpedanz durch Messung der Rückflussdämpfung. Das Ergebnis ist in Bild 2 in Form der roten Kurve zu sehen. Der von 10 MHz bis 10,5 GHz gemessene Wert lag zum überwiegenden Teil bei nur ungefähr 5 dB (entspricht $s \approx 3,5$), teilweise auch darunter.

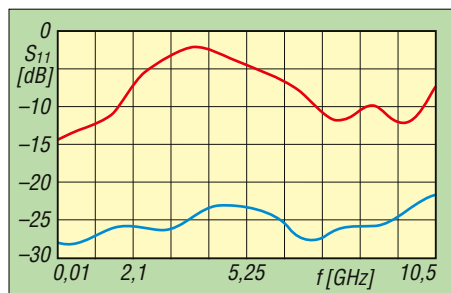


Bild 2: Zwischen 10 MHz und 10,5 GHz gemessener Verlauf der Rückflussdämpfung am Eingang des Leistungsmessmoduls vor (rot) und nach Zwangsanpassung (blau)

Tabelle 1: Technische Eckdaten des Leistungsmessmoduls lt. Hersteller

Frequenzbereich	1 MHz ... 10 GHz
Eingangsimpedanz	50 Ω
Eingangspegel	-55 ... 0 dBm
Ausgangsspannung	0,33 ... 1,65 V
Steilheit	-22 mV/dB
Stromversorgung	7 ... 15 V/25 mA
Platinenabmessungen	33 mm × 24 mm

Dieser Parameter ist hier von großer Bedeutung, weil der AD8317 nur Spannungswerte erfasst und daraus der entsprechende Leistungspegel berechnet wird. Weicht der Widerstand von 50 Ω ab, dann stimmt der darauf bezogene Rechenwert nicht.

In der englischsprachigen Dokumentation zum AD8317 [2] ist dem Eingang ein 52,3-Ω-Shunt-Widerstand parallelgeschaltet, um eine breitbandige 50-Ω-Anpassung zu erhalten. Der Hersteller des vorliegenden Moduls setzte an dieser Stelle jedoch einen 75-Ω-Widerstand ein, Bild 1, was die Fehlanpassung und damit unzureichende Rückflussdämpfung zum Teil erklärt.

Weil das Modul im Originalzustand bleiben sollte, entschied ich mich für eine „Zwangsanpassung“ mit einem vorge-



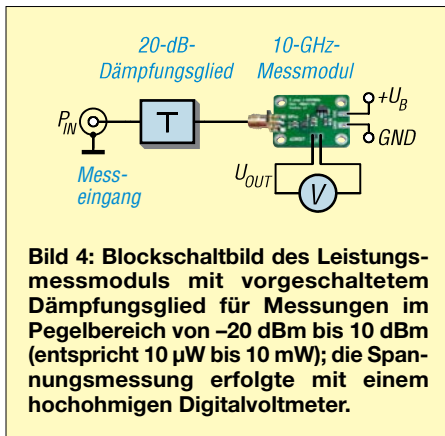
Bild 3: Mit diesem hochwertigen, bis 18 GHz spezifizierten Dämpfungsglied vom Typ Weinschel 4T-20 wurde die Eingangsanpassung signifikant verbessert.

schalteten 20-dB-Dämpfungsglied, Bild 3. Daraus resultierte erwartungsgemäß eine wesentlich bessere Rückflussdämpfung von mindestens 25 dB, Bild 2, blaue Kurve, die im Weiteren eine hinreichend genaue Messung ermöglichte.

■ Eingangspegel und Messbereich

Das Datenblatt zum AD8317 listet für sechs verschiedene Frequenzen jeweils die detektierten Gleichspannungswerte für eine Eingangsleistung von -10 dBm als *Output Voltage, High Power* und für eine Eingangsleistung von -40 dBm als *Output Voltage, Low Power* auf. Dies entspricht einem Messdynamikumfang von 30 dB, den ich im Folgenden betrachte.

Die von mir vorgenommene Zwangsanpassung reduzierte die Eingangsempfindlichkeit des Leistungsmessmoduls um



20 dB, sodass die dann erforderlichen Eingangspegel um 20 dB auf $P_{IN_HP} = 10$ dBm (High Power) und auf $P_{IN_LP} = -20$ dBm (Low Power) stiegen. Somit erstreckte sich der neue Leistungsmessbereich von 10 mW bis hinab zu 10 µW. Bild 4 zeigt das Blockschaltbild des Moduls mit vorgeschaltetem 20-dB-Dämpfungsglied. Alle weiteren Betrachtungen beziehen sich auf diese Konstellation.

Messungen

Mit dem Messaufbau nach Bild 5 führte ich auf zehn Frequenzen Einzelmessungen mit Eingangspegeln von 10 dBm und –20 dBm durch und trug die sich dabei am Anschluss OUT jeweils ergebende Ausgangsspannung in eine Tabelle ein. Tabelle 2 zeigt die ermittelten Messergebnisse zwischen 10 MHz und 8000 MHz, wobei ich die im Datenblatt aufgeführten Frequenzen noch zusätzlich um einige Werte in Amateurfunkbändern ergänzt habe. Zur Bestimmung der Kennliniensteigung S (P_{IN}/U_{OUT}) im Diagramm

Tabelle 2: Aufgenommene Messwerte im Bereich von –20 dBm bis 10 dBm in der Schaltung gemäß Bild 4

f_{IN} [MHz]	P_{IN} [dBm] P_{IN_HP} P_{IN_LP}	U_{OUT} [mV] U_{OUT_HP} U_{OUT_LP}	S [mV/dB]
10	10 –20	579 1251	–22,4
50	10 –20	578 1251	–22,4
145	10 –20	573 1248	–22,5
435	10 –20	563 1237	–22,5
900	10 –20	525 1194	–22,3
1296	10 –20	527 1197	–22,3
2400	10 –20	486 1151	–22,2
3600	10 –20	413 1077	–22,1
5800	10 –20	583 1258	–22,5
8000	4 –14	897 1296	–22,7

gemäß Bild 6 verfuhr ich, wie es die beiden Fußnoten im Datenblatt [2] angeben, die ich hier direkt zitiere:

„1) Steigung und Achsenabschnitt werden durch Berechnung der Ausgleichsgerade zwischen den Leistungspegeln von –40 dBm und –10 dBm bei der angegebenen Eingangsfrequenz bestimmt.“

Diese Aussage bezieht sich auf die dort angegebenen Frequenzen bis 5,8 GHz. Wegen des vorgeschalteten Dämpfungsglieds verwendete ich die Leistungspegel –20 dBm und 10 dBm. Weiter heißt es im Datenblatt:

„2) Steigung und Achsenabschnitt werden durch Berechnung der Ausgleichsgerade zwischen den Leistungspegeln von –34 dBm und –16 dBm bei 8,0 GHz ermittelt.“

Wegen des vorgeschalteten Dämpfungsglieds verschob sich der Messbereich und ich verwendete dementsprechend die Leistungspegel –14 dBm und 4 dBm.

Die Steigung dieser Ausgleichsgerade ist in [2] durchweg mit –22 mV/dB angegeben. Dieser Wert besagt, dass sich bei einer Änderung des Eingangspegels P_{IN} um 1 dB die Ausgangsspannung am Anschluss OUT um den Betrag von 22 mV ändert. Was dabei eventuell etwas ungewöhnlich ist: Bei sinkendem Eingangspegel steigt die Ausgangsspannung und umgekehrt. Ausdruck dafür ist das negative Vorzeichen der Kennliniensteilheit.

Als Referenzmessgeräte fanden u.a. ein R&S-Leistungsmesser NRP-Z11 (10 MHz bis 8 GHz) und ein HP8481A (10 MHz bis 10 GHz) Verwendung, siehe Tabelle 3 und Bild 5.

Messungen bei 10 GHz

Abschließend führte ich sechs Messungen auf 10,368 GHz durch, also knapp jenseits der Obergrenze des spezifizierten Messbereichs. Diese Messungen erfolgten ebenfalls mit vorgeschaltetem 20-dB-Dämpfungsglied im Pegelbereich von –15 dBm bis 10 dBm in 5-dB-Schritten. In Tabelle 4 sind die erzielten Ergebnisse dokumentiert.

Hier fiel auf, dass mit steigender Eingangsleistung auch der Betrag der Steilheit im P_{IN}/U_{OUT} -Diagramm immer weiter zunahm, also der Zusammenhang beider Größen bei Weitem nicht mehr linear war. Daraus entstand die Messkurve in Bild 6. Im Schaltkreisdienblatt heißt es dazu: „Der AD8317 ist für den Betrieb bis 8 GHz spezifiziert, bietet aber eine brauchbare Messgenauigkeit über einen reduzierten Dynamikbereich von bis zu 10 GHz ... Er hat einen Messbereich von 30 dB, innerhalb dessen der Linearitätsfehler ± 3 dB

Tabelle 3: Verwendete Messmittel und Messhilfsmittel in Bild 5

Nr.	Bezeichnung
2	Leistungssteiler Huber + Suhner 4901 19A
3	SMA-Adapter Telegärtner J01154A0031KP-2
4	Dämpfungsglied Weinschel 4T-20
6	Adapter Rosenberger 03S105-K00S3
7	Leistungsmesser R&S NRP-Z11

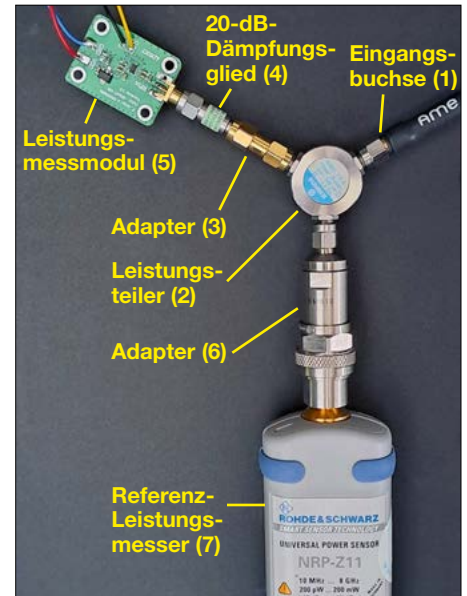


Bild 5: Elemente des Messaufbaus, Details siehe Tabelle 3; der ebenfalls genutzte Leistungsmesser HP8481A (10 MHz bis 18 GHz) ist nicht im Bild zu sehen.

beträgt ... Der Betrieb über 10 GHz hinaus ist möglich, aber die Abweichungen ... werden dann erheblich.“

Pegelberechnung

Wie kommt man nun von den Messwerten zum Betrag der Leistung in Watt? Diese Frage stellt sich übrigens auch dann, wenn man z.B. die Software für einen Mikrocontroller schreiben möchte, der aus dem vom A/D-Umsetzer gelieferten Binärwert eine Leistungsanzeige generieren soll. Dieser arbeitet solche Berechnungen heutzutage in Bruchteilen einer Sekunde ab. In die entsprechende Software lässt sich auch die Tabelle mit den frequenzabhängigen Referenzwerten implementieren, sodass ein hinreichend präzises Messergebnis erwartet werden kann.

Zur Veranschaulichung des Rechenwegs soll das folgende Beispiel dienen: Ein an P_{IN} eingespeistes 50-MHz-Signal erzeugt am Platinenanschluss OUT die Gleichspannung 692 mV. Welcher Leistung entspricht dies?

Schritt 1

In Tabelle 2 sucht man den Betrag der Eingangsfrequenz auf, liest dort neben

Tabelle 4: Messwerte für Ausgangsspannung und Steilheit bei $f_{IN} = 10,368$ GHz

P_{IN} [dBm]	U_{OUT} [mV]	S [mV/dB]
10	870	
5	1141	-54,2
0	1321	-36,0
-5	1469	-29,6
-10	1582	-22,6
-15	1653	-14,2

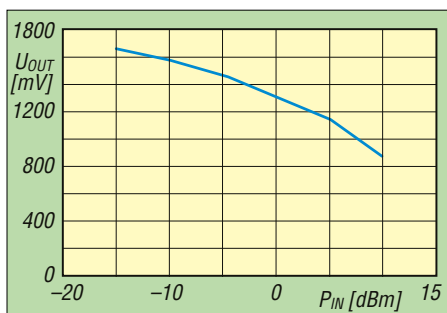


Bild 6: Grafische Darstellung der Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Eingangspegel bei 10,368 GHz

dem Eingangspegel $P_{IN} = -20$ dB die dazugehörige Ausgangsspannung *Output Voltage, Low Power* ab und notiert den Wert. Der genannte Pegel ist der Referenzpunkt aller Berechnungen.

Für das besagte 50-MHz-Signal findet sich in Tabelle 2 rechts neben dem Eingangspegel $P_{IN,LP} = -20$ dB die dazugehörige Ausgangsspannung $U_{OUT,LP} = 1251$ mV.

Schritt 2

Nun ermittelt man, um welchen Spannungsbetrag ΔU das gemessene Signal U_{OUT} von dem zuvor herausgesuchten Referenzwert $U_{OUT,LP}$ abweicht:

$$\Delta U = U_{OUT,LP} - U_{OUT} = 1251 \text{ mV} - 692 \text{ mV} = 559 \text{ mV}$$

Schritt 3

Aus diesem Ergebnis wird anschließend mithilfe des in Tabelle 2 angegebenen frequenzspezifischen Wertes der Kennliniensteigung S auf die erfolgte Leistungsänderung ΔP zurückgerechnet. Bei 50 MHz beläuft sich der Betrag auf $S = 22,4$ mV/dB. Im Einzelnen ergibt sich Folgendes:

$$\Delta P = \Delta U / S = \frac{559 \text{ mV}}{22,4 \text{ mV/dB}} = 24,9 \text{ dB}$$

Schritt 4

Da nun die erfolgte Leistungsänderung ΔP in Dezibel bekannt ist und sich diese auf den Referenzwert des Eingangsspegels $P_{IN,LP} = -20$ dBm bezieht, erhält man die Leistung P_{IN} , indem man ΔP zu diesem Referenzwert addiert:

$$P_{IN} = P_{IN,LP} + \Delta P = -20 \text{ dBm} + 24,9 \text{ dB} = 4,9 \text{ dBm}$$

Schritt 5

Schließlich erfolgt noch die Umrechnung in die Maßeinheit Watt:

$$P_{IN} = 10^{(P_{dBm} - 30 \text{ dB})/10} \cdot 1 \text{ W} = 10^{(4,9 - 30)/10} \cdot 1 \text{ W} = 10^{-25,1/10} \cdot 1 \text{ W} = 10^{-2,51} \cdot 1 \text{ W} \approx 0,003 \text{ W}$$

Der gemessene Wert entspricht somit einer Leistung von etwa 3 mW.

Leser, die diesen letzten Rechenschritt per Taschenrechner scheuen, finden im

Internet entsprechende Online-Rechner. Anmerkung: Der Korrekturwert 30 dB ist erforderlich, um die Leistung in Watt zu berechnen. Er entspricht der Pegeldifferenz zwischen 1 mW und 1 W.

Fazit und Anwendungsbeispiel

Wer beim praktischen Einsatz dieses Leistungsmessmoduls die genannten Einschränkungen und Besonderheiten im Blick hat, kann es im Hobbybereich gut verwenden. Spezielles Augenmerk sollte man auf eine gute Eingangsanpassung legen. Die Vorschaltung eines geeigneten Dämpfungsglieds ist dabei die einfachste Methode, wenn die damit verbundene Verschiebung des Messbereichs nicht weiter stört oder gar erwünscht ist.

Das beschriebene Modul bietet sich beispielsweise zum Bau eines Wattmeters für Amateurfunksender der 100-W-Klasse an. Sofern man es nach einem 100-W-Lastwiderstand mit 40-dB-Auskoppeldämpfung anordnet, sind damit Leistungspegel im Bereich von 100 mW bis 100 W messbar. Zu diesem Zweck ist beispielsweise der bei [1] erhältliche 10-W-Lastwiderstand mit Messausgang geeignet. Damit ließe sich der Frequenzbereich zwischen 1 MHz und 3 GHz abdecken.

gerfried.palme@arcor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] FA-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72; www.funkamateurl.de → Online-Shop → Leistungsmessmodul: Artikel-Nr. *HFM-PM-10G*, 100-W-Lastwiderstand mit 40-dB-Auskoppeldämpfung: Artikel-Nr. *N-ATT40/100*
- [2] Analog Devices: Datenblatt AD8317. www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8317.pdf

Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos



Das MAGNOVA®

- innovatives Flex-Encoder®-Bedienkonzept
- neigbares Metallgehäuse
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- lautloser Betrieb
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Elektrostatischer Bewegungsmelder mit Richtungserkennung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Für Bewegungsmelder, die Schaltvorgänge auslösen können, nutzt man häufig Infrarot- oder in den letzten Jahren auch Radartechnik. Jedoch lassen sich in Bewegung befindliche Objekte oder Personen auch anhand von Änderungen elektrostatischer Ladungen erkennen. Nachfolgend wird eine Baugruppe beschrieben, die sowohl als Bewegungsmelder einsetzbar ist als auch vor hohen statischen Ladungen in der unmittelbaren Umgebung warnen kann.

Die Elektrostatik [1] ist ein Fachgebiet der Physik, auf dem es im Gegensatz zur Elektrodynamik um unbewegte elektrische Ladungen und zeitlich unveränderte elektrische Felder geht. Ein Teilgebiet der Elektrostatik ist die Reibungselektrizität [2]. Der zugrundeliegende *triboelektrische Effekt* wurde bereits in der Antike, also vor etwa 2500 Jahren, von dem Griechen Thales von Milet erkannt. Als dieser ein Tuch auf Bernstein, dem Schmuckstein aus fossilem Harz, rieb, entstanden elektrische Ladungen und der

■ Ursache und Wirkung der elektrostatischen Aufladung

Bekanntlich bestehen alle Materialien aus Atomen und diese wiederum aus positiv geladenen Protonen, negativ geladenen Elektronen und Neutronen. In der Regel ist die Anzahl der Elektronen und Protonen in einem Atom gleich, Bild 2. Werden jedoch zwei Materialien aneinander gerieben, können sich einzelne Elektronen von den Bahnen eines Atoms zu denen eines anderen bewegen, Bild 3. Dabei werden die Elektronen stets von

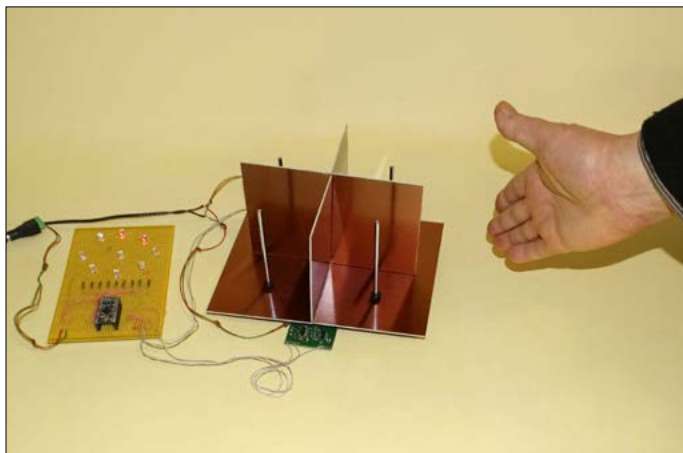


Bild 1: Bereits mit diesem einfachen Versuchsaufbau ließ sich die Bewegungsrichtung einer Person problemlos erkennen.

Foto: Sander

Bernstein „saugte“ danach viele kleine Partikel aus der Umgebung an. Durch diese Erkenntnis entstand der Begriff *Elektron*.

Im 13. Jahrhundert erkannte der französische Gelehrte Petrus Peregrinus de Maricourt, dass die vom Bernstein bekannte Elektrisierung auch bei anderen, nicht leitfähigen Materialien auftrat. Um 1600 entwickelte der englische Physiker William Gilbert das *Versorium*, einen Vorgänger des heutigen *Elektroskops*. Mit beiden Geräten lassen sich elektrostatische Ladungen grob messen. Erst mit dem später entwickelten, auch als *Feldmühle* bezeichneten *Elektrofeldmeter* wurden aufgrund der höheren Empfindlichkeit noch genauere Messungen möglich.

einem Atom mit geringerer Bindungsstärke auf ein Atom mit höherer Bindungsstärke übertragen. In der Folge entsteht aus dem Atom mit zusätzlichem Elektron ein negativ geladenes Ion (Anion) und aus dem mit nun fehlendem Elektron ein positiv geladenes Ion (Kation). Diese Ionen wandern als Ionenstrom zur Kathode (Minuspole des elektrostatischen Feldes) bzw. zur Anode (Pluspol des Feldes). Durch diesen Effekt entsteht die elektrostatische Ladung, Bild 4. Reibungselektrizität wird jedoch auch ohne das Reiben von Materialien aneinander verursacht [3]. Schon nach dem Trennen von zwei zuvor übereinanderliegenden Kunststofffolien besitzen beide unterschiedliche Ladung. Auch bei Klebändern tritt dieser Effekt auf, ebenso

beim Auspacken von Gegenständen aus ihren Verpackungen.

Jedermann kann an sich selbst diesen Effekt beobachten, oft sogar in stärkerer Form. Schon beim Kämmen trockener Haare kann es hörbar knistern, was durch kleine Blitze beim Wiederzusammenführen (Entladen) der dabei getrennten Ladungen verursacht wird.

Und wer Schuhe mit einer Kunststoffsohle trägt, wird bestimmt schon einmal einen kleinen elektrischen Schlag bekommen haben, wenn er nach ein paar Schritten z.B. eine Metalltürklinke berührt hat. Dieser Effekt ist umso ausgeprägter, je trockener die Luft ist und je schlechter der Boden leitet. Besonders trocken ist die Luft im Winter.

Selbst das Aufstehen von einem Stuhl kann besonders dann zur Ladungstrennung führen, wenn man Kleidung mit einem hohen Kunststoffanteil trägt.

Tatsache ist, dass sich jeder Mensch quasi immer irgendwie auflädt, wenn er sich selbst oder einen Gegenstand bewegt.

Lediglich im absoluten Vakuum bleiben diese getrennten Ladungen erhalten. In allen anderen Fällen folgt jeder Ladungstrennung stets eine elektrostatische Entladung (engl. *Electrostatic Discharge*, ESD). Da jeder feste, gasförmige oder flüssige Isolator eine unterschiedliche Leitfähigkeit besitzt, erfolgt dies bei unterschiedlichen Grenzwerten, die man als Durchschlagsspannungen bezeichnet.

In manchen Bereichen können stärkere Entladungen auch zu Bränden und anderen Gefahren führen. Doch diese sind nicht Gegenstand dieses Beitrags.

Die bereits angesprochenen Entladungen des Menschen in Form kleiner Blitze sind zwar unangenehm, jedoch nicht lebensgefährlich. Sie können lediglich einen Schreck verursachen, wenn man nicht darauf vorbereitet ist. Anders sieht es aus, wenn sich eine aufgeladene Person einem empfindlichen elektronischen Gerät nähert. Der Ausgleichsfunk beim Berühren kann dieses schädigen, sodass es danach unter Umständen nicht mehr funktionsfähig ist. Jeder Elektronikbastler sollte daher z.B. beim Lötten von Halbleiterbauelementen ESD-Schutzmaßnahmen vorsehen und diese auch einhalten. Ein am Elektronikarbeitsplatz nutzbares ESD-Warngerät wurde bereits in [4] beschrieben.

Ist man elektrostatisch aufgeladen, kann dies auch elektrische Messungen beeinträchtigen. Die aufgenommenen Messwerte sind dann nicht mehr korrekt, weil man beispielsweise ein isoliertes Messkabel angefasst hat, durch dessen Isola-

tion sich ein gewisser Betrag der eigenen Aufladung auf die Leitung übertragen hat.

Die elektrostatische Aufladung lässt sich jedoch auch gezielt ausnutzen. Nachfolgend beschreibe ich ein Gerät, das in erster Linie als Bewegungsmelder fungiert, jedoch auch als Warngerät vor großen statischen Aufladungen dienen kann.



Für den elektrostatischen Bewegungs- und Warnmelder habe ich zwei Schaltungen entwickelt. Das insgesamt viermal erforderliche Sensormodul bringt man an den Elektroden an, während das Anzeigemodul an einer Stelle außerhalb des zu überwachenden Bereichs installiert wird.

Sensormodul

Die Schaltung des Sensormoduls ist in Bild 6 dargestellt. Sie entspricht weitgehend den bereits in [5] und [6] vorgestellten Versionen, wurde jedoch an die neue Anwendung angepasst. Die Spannungsversorgung erfolgt symmetrisch. Als Operationsverstärker kommen hier Typen der Serie TLC27x zum Einsatz. Deren Eingänge verfügen intern über ESD-Schaltungen, die diese vor Aufladungen bis 2000 V schützen. Da auf jedem Sensor-

modul drei Operationsverstärker erforderlich sind, kommt jeweils ein TLC274 zum Einsatz, der vier OPVs enthält.

Die am Eingang X2 angeschlossene Sensorelektrode lädt sich beim Vorhandensein eines elektrostatischen Felds auf. Die Entladung erfolgt über den parallelgeschalteten Widerstand R2. Damit diese Entladung nicht zu schnell abläuft, ist für R2 ein Widerstandswert von 100 M Ω zu verwenden. Der Widerstand R1 mit 22 M Ω dient als zusätzlicher Schutz zur Begrenzung des Stroms für den Fall, dass eine Person die Elektrode direkt berührt. Solche hochohmigen Widerstände sind z. B. bei Digikey, Mouser und [7] erhältlich. Für R2 könnte zur Erhöhung der Empfindlichkeit theoretisch ein Widerstand bis 10 G Ω eingesetzt werden, doch dann würden schon kleinste Partikel zwischen dessen Anschlussdrähten auf der Leiterplatten oder eine hohe Luftfeuchtigkeit als Parallelwiderstand wirken und eventuell Fehlanschlüsse verursachen.

Der erste Operationsverstärker IC1A arbeitet als Impedanzwandler. Die am hochohmigen Eingang anliegende Spannung wird nicht verstärkt ($V=1$) und daher mit gleicher Amplitude am niederohmigen Ausgang ausgegeben. An diese auch als Spannungsfollower bezeichnete Stufe lassen sich niederohmige Schaltungen anschließen, ohne dass die Spannung der Quelle am hochohmigen Eingang zusammenbricht. Gemäß Datenblatt liegt der Eingangswiderstand des TLC274 im Bereich von etwa 400 M Ω , der Wert am Ausgang bei etwa 1 Ω .

Dem Operationsverstärker IC1A ist ein RC-Tiefpassfilter, bestehend aus R4 bis R6 und C1 bis C3, nachgeschaltet. Mit diesem werden hochfrequente Störsignale aus der Umgebung, wie z. B. aus dem Stromnetz, stark gedämpft. R7 und C4 bilden ein einfaches Hochpassfilter, da-

mit nur Änderungen, nicht jedoch statische Signale ausgewertet werden.

Der Operationsverstärker IC1B verstärkt das gefilterte Eingangssignal um den Faktor $V \approx 200$. Das Ausgangssignal steht am Steckverbinder X4 für die Auswertung durch den Mikrocontroller auf dem Anzeigemodul zur Verfügung.

Diese Sensorschaltung wird zur Verbesserung der Eigenschaften mit symmetrischer Betriebsspannung versorgt. Um aus der zugeführten unipolaren Versorgungsspannung zwei symmetrische Betriebsspannungen zu erzeugen, wird der Operationsverstärker IC1C als Impedanzwandler eingesetzt. An dessen Eingang wird mithilfe des Spannungsteilers R10 und R11 die Betriebsspannung halbiert und am Ausgang des IC1C der gleiche Spannungswert niederohmig als virtuelle Masse ausgegeben. Auf diese Weise erhält der Operationsverstärker eine symmetrische Betriebsspannung.

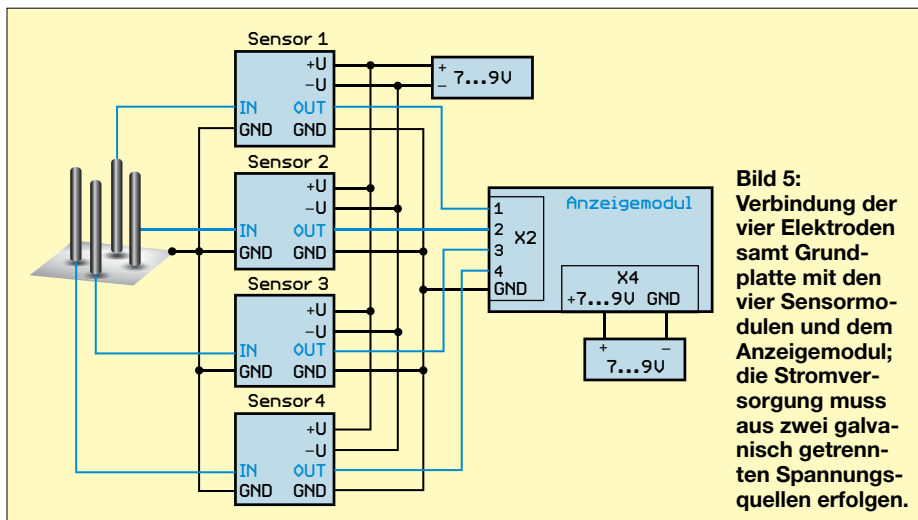
Jedoch ergibt sich dadurch eine Besonderheit: Der normalerweise mit Masse verbundene Minusanschluss der hier mit 7 V bis 9 V angegebenen Spannungsversorgung darf nicht mit der virtuellen Masse verbunden werden. Aus diesem Grund sind separate Spannungsversorgungen für Sensor- und Anzeigemodul erforderlich. Für die Spannungsversorgung aller Sensormodule eignet sich z. B. eine 9-V-Blockbatterie, da die Stromaufnahme dieser Module recht niedrig ist.

Anzeigemodul

Die Schaltung des Anzeigemoduls ist in Bild 9 dargestellt. Da für die Anwendungen als Bewegungsmelder und Warngerät keine Messwerte in Form von Zahlen anzuzeigen sind, genügt es, die Bewegung eines Objekts zu signalisieren und bei einer hohen statischen Aufladung ein Warnsignal auszugeben.

Als Mikrocontroller kommt der ATmega-328P zum Einsatz, der eine ausreichende Anzahl von Ein- und Ausgängen und zusätzlich vier A/D-Umsetzereingänge besitzt. Eine schnelle Signalverarbeitung mit komplexen Algorithmen ist hier nicht notwendig. Der Mikrocontroller wird deshalb nur mit 1 MHz getaktet. Vorteil der niedrigen Taktfrequenz ist die reduzierte Stromaufnahme des Moduls. Ein externer Quarz ist nicht erforderlich, denn im Mikrocontroller ist bereits ein Oszillator integriert. Dessen Aktivierung und die Frequenz von 1 MHz sind im Zuge der Programmierung über die internen Register einzustellen.

An dieses Anzeigemodul sind die vier Sensormodule über X2 anzuschließen.



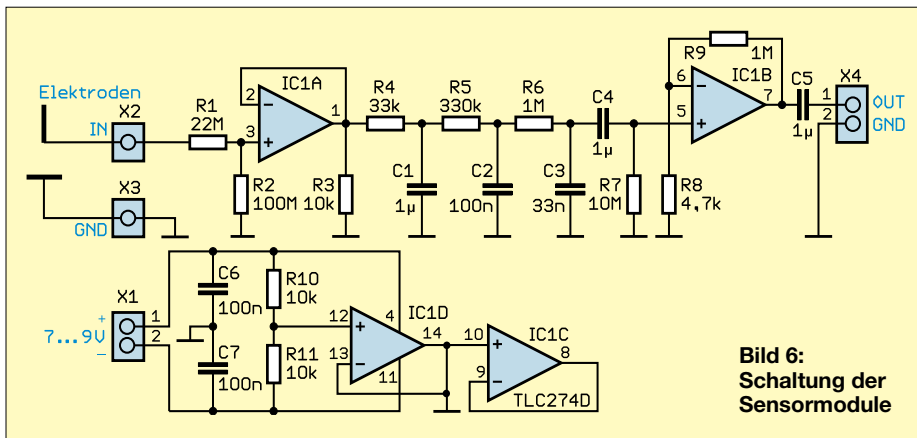


Bild 6:
Schaltung der
Sensormodule

Die darüber zugeführten Signale dürfen keine negative Polarität gegen Masse aufweisen. Um trotzdem Wechselspannungssignale auswerten zu können, werden die Ruhepegel (ohne Eingangssignal) durch die Spannungsteiler auf die halbe Betriebsspannung angehoben. Um diesen „Nullwert“ kann die von den Sensormodulen zugeführte Wechselspannung schwanken, ohne dass negative oder zu große Werte an die A/D-Umsetzereingänge gelangen. Der Mikrocontroller liest dann die vier Signale ein.

Für die im Mikrocontroller integrierten analogen Teilschaltungen ist gegenüber dem digitalen Teil eine möglichst störungsfreie Versorgungsspannung erforderlich. Um dies zu erreichen, ist den entsprechenden Eingängen AVCC und VREF das aus L1 und C1 bestehende Tiefpassfilter vorgeschaltet.

Für die Richtungsanzeige einer sich im Erfassungsbereich bewegend Person genügen acht LEDs und eine neunte als Warnsignal. Diese sind an die Pins PD0 bis PD6, PB0 und PB1 angeschlossen. Zur Strombegrenzung ist jeder LED ein 330-Ω-Widerstand vorgeschaltet.

Der Ausgang PB2 ist mit X3 verbunden. Dort wird zusätzlich ein Warnsignal ausgegeben, wenn einer der gemessenen elektrostatischen Werte sehr hoch ist. An den Ausgang lässt sich bei Bedarf ein Piezosummer oder eine anderweitige Signalisierung anschließen.



Bild 7: Anordnung der vier Elektroden samt dazwischen angebrachten Abschirmungen auf der Grundplatte

Die Schaltung wird über X4 mit einer Spannung von 7 V bis 9 V versorgt. Da der Mikrocontroller jedoch eine Betriebsspannung von 5 V benötigt, habe ich den Linearspannungsregler IC2, hier einen TS1117BCW-5.0, eingesetzt. C5 und C8 dienen zur Unterdrückung von Störsignalen auf dem Spannungszweig. Es sind Kondensatoren mit einer relativ hohen Kapazität von 10 μ F erforderlich. Während man früher hierfür Elektrolytkondensatoren verwendete, stehen seit mehreren Jahren auch Mehrschichtkondensatoren zur Verfügung. Diese haben eine längere Nutzungsdauer als herkömmliche Elektrolytkondensatoren.

Firmware

Die Firmware für den Mikrocontroller auf dem Anzeigemodul habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Sie liest kontinuierlich im Abstand von 100 ms die Wechselspannungen der vier Sensormodulen über die im Mikrocontroller integrierten A/D-Umsetzer ein und wertet sie aus. Bei Pegeländerungen eines Sensors wird die zugeordnete LED eingeschaltet. Dafür gilt die Zuordnung:

- Sensormodul 1 → LED1
- Sensormodul 2 → LED3
- Sensormodul 3 → LED5
- Sensormodul 4 → LED7

Verzeichnen zwei benachbarte Sensoren eine Pegeländerung, wird dies durch die Aktivierung der dazwischen liegenden LED signalisiert. Gerät beispielsweise eine Person in den Erfassungsbereich des Sensormoduls 1, wird die LED1 aktiviert. Bewegt sich die Person in das Überwachungssegment von Sensormodul 2, leuchtet zusätzlich zur LED3 die LED2. Erst wenn die Person den Erfassungsbereich von Sensormodul 1 verlässt, erlöschen LED1 und LED2.

LED9 ist in der Mitte der auf der Platine kreisförmig angeordneten LEDs einge-

baut. Diese LED dient als Warnsignal. Außergewöhnlich hohe Pegeländerungen bei einem der vier Sensormodule werden durch hohe elektrostatische Aufladungen verursacht. Die Ursache dafür kann eine besonders stark elektrostatisch aufgeladene Person sein.

Ein zusätzliches an X3 ausgegebenes Warnsignal macht darauf aufmerksam, dass jemand im Raum besonders stark aufgeladen ist und sich diese Person z. B. beim Verlassen des Raumes an der geerdeten Türklinke einen kleinen elektrischen Schlag einhandeln kann. Das Entladen kann beispielsweise über einen in der Tasche vorhandenen Türschlüssel erfolgen, wenn man diesen in der Hand hält und damit die Türklinke antippt, bevor man diese mit der Hand berührt.

Nachbau

Zum Nachbau des Bewegungs- und Warnmelders habe ich zwei doppelseitige Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage sind sie bei [7] einzeln oder als Bausatz, das Anzeigemodul mit programmiertem Mikrocontroller bestückt erhältlich. Ebenfalls auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Die Platine des Sensormoduls hat die Abmessungen 35 mm × 28 mm. Der Bestückungsplan ist in Bild 8 dargestellt. Um eine Bewegungsrichtung zu erkennen, ist das Sensormodul viermal aufzubauen. Die Abmessungen der Platine für das Anzeigemodul sind 100 mm × 55 mm. Bild 10 zeigt den zugehörigen Bestückungsplan.

Auf beiden Platinen kommen überwiegend SMD-Bauelemente zum Einsatz. Lediglich die LEDs und Stiftleisten sind bedrahtet. Anstelle der Stiftleisten lassen sich auch direkt eingelötete Drähte zur Verbindung der Leiterplatten verwenden.

Die Bestückung ist mit einem Handlötkolben problemlos möglich, wenn dieser eine dünne LötKolbenspitze besitzt und

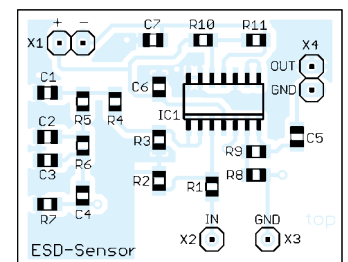
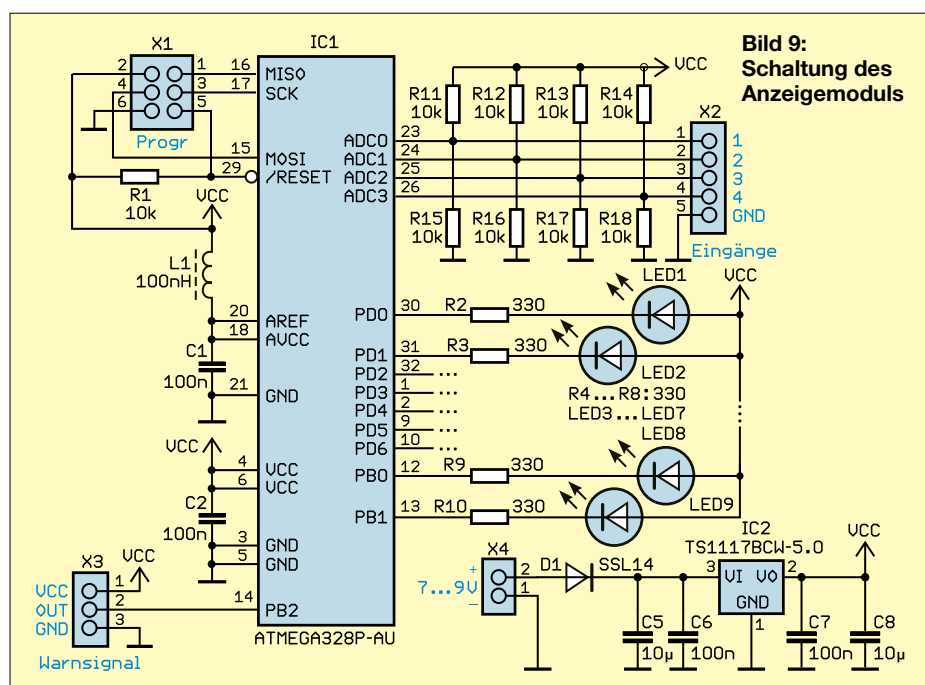


Bild 8: Bestückungsplan einer der vier identischen Sensorplatinen; Originalabmessungen 35 mm × 28 mm



dünnere Lötzinndraht Verwendung findet. Hinweise zum Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor bietet der FA-Beitrag [8]. Es hat sich bewährt, erst nach dem Auflöten der SMD-Bauelemente die Stiftleisten bzw. Drähte einzulöten.

Die Anordnung der LEDs auf der Leiterplatte entspricht der Orientierung der Sensorelektroden. Auf diese Weise lassen sich aufleuchtende LEDs direkt der Position und Bewegungsrichtung einer Person zuordnen. Um dies zu erreichen, sind die vier Sensormodule wie in Bild 5 dargestellt mit dem Anzeigemodul zu verbinden. Es dürfen keine Vertauschungen der Signalleitungen auftreten. Außerdem müssen die Sensormodule über geschirmte, beidseitig an den Masseanschlüssen befestigte Leitungen am Anzeigemodul angeschlossen werden. Nur

dann kann die niederfrequente Wechselspannung ohne Störungen übertragen werden.

Die Versorgung des Anzeigemoduls erfolgt aus einer Spannungsquelle von 7 V bis 9 V. Wie bereits erwähnt, sind getrennte Spannungsversorgungen für die Sensormodule und das Anzeigemodul erforderlich. Der GND-Anschluss des Anzeigemoduls kann dann mit dem GND-Anschluss der Sensormodule verbunden werden, da Letzterer nur die virtuelle Masse und nicht der echte Minusanschluss ist.

Der Aufbau der Elektroden des Sensorsystems richtet sich in erster Linie nach der vorgesehenen Anwendung. Im einfachsten Fall reicht es, an jedes Sensormodul einen 0,5 m bis 1 m langen Draht anzuschließen. Je länger der Draht ist, umso empfindlicher reagiert der Bewe-

gungsmelder. Mit mechanisch ausreichend stabilen Drähten sind Längen über 1 m realisierbar.

Um beispielsweise einen größeren Raum zu überwachen, lassen sich die Drähte auch direkt an Wänden befestigen. Sie sollten dann eine gute Isolation erhalten, damit sich eventuell auf den Wänden niederschlagende Luftfeuchtigkeit keine fehlerhaften Messwerte hervorruft. Vorteil der Befestigung an den Wänden ist, dass dann an X3 keine an Masse liegenden Elektroden erforderlich sind, da die Wände zusammen quasi die sonst erforderliche zweite Elektrode bilden.

Sind die Elektroden in einer Linie angeordnet, lassen sich besonders gut Bewegungen von Personen in einem schmalen Raum (Flur, Durchgang) erkennen. Für diese Anwendung sollte man die LEDs nicht direkt auf die Platine löten, sondern extern anschließen – dann lassen sich die LEDs besser den Positionen der Elektroden zuordnen.

Zur zweidimensionalen Beobachtung der Bewegungen in größeren Räumen stellt man die vier Elektroden etwa in der Mitte des Raumes auf. Damit jede Elektrode nur auf ein bestimmtes Raumsegment reagiert, sind zwischen ihnen metallische Abschirmwände anzubringen und diese mit der ebenfalls metallischen Grundplatte zu verbinden, wie in Bild 7 angedeutet. Die Grundplatte bildet zusammen mit den Abschirmwänden jeweils die zweite Elektrode für die Sensormodule. Als Metallplatten sind im einfachsten Fall kupferkaschierte Platinen ohne Bohrungen nutzbar. Alternativ klebt man Kupferfolie aus dem Baumarkt auf Glas- oder Kunststoffplatten. Auch dünne Aluminiumplatten sind verwendbar. Die Elektroden sind in so kurzen Abständen vor der Abschirmung zu befestigen, dass aus keiner Richtung des überwachten Raumes mehr als zwei Elektroden gleichzeitig sichtbar sind.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Wikipedia: Elektrostatik. <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrostatik>
- [2] Wikipedia: Reibungselektrizität. <https://de.wikipedia.org/wiki/Reibungselektrizität>
- [3] Rennert, P.; Schmiedel, H.; Weißmantel, C.: Kleine Enzyklopädie Physik. Bibliografisches Institut, Leipzig 1986
- [4] Sander, K.: ESD-Warner. FUNKAMATEUR 50 (2001) H. 3, S. 284–286
- [5] Sander, K.: Bewegungsmelder mit Sensoren auf elektrostatischer Basis. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 2, S. 161–163
- [6] Müller, W.: Ganz weit weg von Hochfrequenz. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 4, S. 439–440
- [7] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [8] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

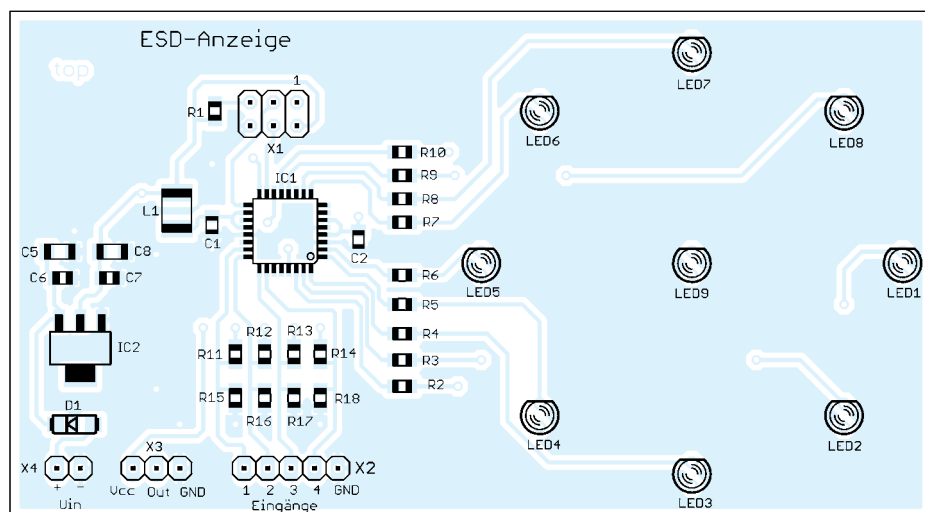


Bild 10: Bestückungsplan der Anzeigeplatine: Originalabmessungen 100 mm x 55 mm

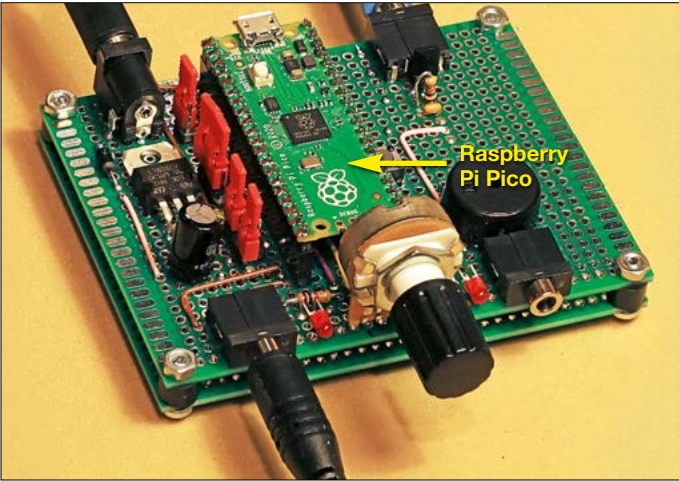
Selbst gebauter CW-Keyer mit dem Raspberry Pi Pico

WINFRIED VOGLER – DL1YAR

CW-Keyer kommen zumeist direkt am Transceiver zum Einsatz, um manuell saubere Morsezeichen zu erzeugen. Das hier beschriebene Gerät ist ein lohnendes Eigenbauprojekt. Seine Besonderheit besteht darin, dass es sich auch an einer Remote-Station nutzen lässt, ohne dass die Zeichen durch die Internetverbindung verzerrt werden.

Der nachstehend vorgestellte Highspeed-CW-Keyer ist das Ergebnis der Zusammenarbeit mehrerer Funkamateure. Die technische Basis des Geräts ist das preisgünstige Mikroprozessor-Board Raspberry Pi Pico [1]. Der Keyer ist einfach aufzu-

tion und sind nur deshalb gesteckt, damit sie nicht verloren gehen. Der Schaltplan wurde in KiCad erstellt. Auf [2] findet sich unter PiPico_High-SpeedKeyer_kicad die dazugehörige Datei. Der Keyer ist auf einer Lochraster-



bauen und zu betreiben. Er ist zur Nutzung am klassischen Transceiver konzipiert und unterstützt einige Versionen gängiger Remote-Software. Was braucht es eigentlich, um ein gutes Amateurfunkprojekt zu realisieren? Einen bastelnden Funkamateure und einige konstruktive Kritiker. Letztere hatte ich zum Glück und bislang kenne ich bis auf eine Ausnahme keinen dieser Funkamateure aus persönlichen Begegnungen. Die erste Version der Software entstand in der Programmiersprache CircuitPython. Mir hat sie hinsichtlich der erzielbaren Gebeschwindigkeit ausgereicht. Dem ersten Projektkritiker war das aber zu langsam. Also bin ich von Python wieder auf die Arduino-IDE zurück und habe die Software neu geschrieben. Der Aufbau der Tasten-Hardware blieb jedoch unverändert.

Aufbau des Keyers

Das wesentliche Merkmal des Raspberry Pi Pico ist der zweite Prozessorkern. In Bild 1 ist mein Musteraufbau zu sehen. Die roten Jumper haben hier keine Funk-

über die USB-Schnittstelle versorgt. Für das Betriebssystem des angeschlossenen PC stellt der Keyer eine weitere USB-Tastatur dar. Diese Wirkung ist sogar am Smartphone möglich, wenn dieses einen USB-Anschluss besitzt. Wird der Keyer nur am klassischen Transceiver betrieben, ist die in Bild 2 dargestellte Stromversorgungsbaugruppe erforderlich. Wesentlich zur Geschwindigkeitssteigerung beigetragen hat der besagte zweite Prozessorkern. Dieser übernimmt komplett die Verbindung zum PC bzw. zur Remote-Software. Der Keyer benötigt keine Treiber und keine Anbindung ans Internet. Eine Tabelle mit den erforderlichen Bauteilen habe ich bei www.reichelt.de im Listenbereich veröffentlicht.

Funktion der Steckbrücken

Es muss kein Jumper gesteckt sein, damit der Keyer funktioniert. Dann verhält er sich wie eine klassische elektronische Morsetaste. Der Keyer hat die typische Taktteilung im Punkt-Strich-Pause-Verhältnis von 1 : 3 : 1. Das nächste Wort wird nach drei Punktlängen Pause erkannt und dann am angeschlossenen PC ein Leerzeichen auf dem Bildschirm ausgegeben. Ist der Jumper J3/4-5 *Wo_ab* gesteckt (siehe Tabelle), verlängert sich die Worterkennung um eine Punktlänge. Hat das Programm ein sinnvolles Morsezeichen erkannt, wird dieses zum Monitor ausgegeben.

Ein gesteckter Jumper J3/3-6 *Cw_deu* schaltet die Erkennung der deutschen Umlaute ä, ö und ü ein. Ein Jumper auf J3/2-7 *high* bzw. J3/1-8 *v_high* führt zur Erhöhung der Gebeschwindigkeit deutlich in den Bereich oberhalb 180 BpM. Dies wirkt aber nur beim direkten Betrieb am Transceiver. Erfolgt die Steuerung über Remote-Software, bestimmt diese das Tempo.

Wer ein von der klassischen Gewichtung 1 : 3 abweichendes Tastverhältnis wünscht, kann dies in vier Stufen mit den Jumpern am Block J2 wählen, an dem die Wichtung der Zeichen eingestellt wird. Eine Änderung des Tastverhältnisses wirkt aber hier auch nur auf den Transceiver, nicht auf die Remote-Software. Diese erhält weiterhin nur das betreffende Zeichen. Der gesteckte Jumper J1/4-5 *no_Space* führt zur Unterdrückung der Ausgabe des Leerzeichens in Richtung PC. Es gibt Remote-Software, die ein Leerzeichen oder eine längere Pause benötigt, weil sie nur ganze Worte ausgibt. Die Taste ist also für jene Funkamateure eine Verbesserung im CW-Remotebetrieb, die eher das „Parti-

Bild 1:
Musteraufbau
des beschriebenen
CW-Keyers auf einer
Lochrasterplatine
Foto: DL1YAR

platte aufgebaut, da mir eine eigens dazu entworfenen Platine in diesem Fall nicht als notwendig erschien. Die im Schaltplan in Bild 2 farbig hinterlegten Schaltungsbestandteile sind optional. Zur Tonausgabe sind auch selbstschwingende Piezo-Signalgeber nutzbar. Deren Ton ist aber gewöhnungsbedürftig. Ich bevorzuge passive Signalgeber. Wenn ein eingeschalteter PC vorhanden ist, ist nicht einmal eine zusätzliche Stromversorgung erforderlich. Der Keyer wird dann

Funktionsbelegung der Steckbrücken beider Varianten des CW-Keyers*		
Stecker/Pins	Keyer-variante 1	Keyer-variante 2
J1/1-8	TonOff	TonOff
J1/2-7	Straight	Straight
J1/3-6	Iambic A	(unbenutzt)
J1/4-5	no Space	(unbenutzt)
J2/1-8	+ 0,7	25 ms
J2/2-7	+ 0,3	50 ms
J2/3-6	- 0,2	75 ms
J2/4-5	- 0,5	100 ms
J3/1-8	v_high	(unbenutzt)
J3/2-7	high	vband
J3/3-6	CW_deu	(unbenutzt)
J3/4-5	Wo_ab	Wo_ab
* siehe Text		

sanensystem“ auf den PC-Tastaturen beherrschen (hier und da ein Anschlag).

Der Jumper auf J1/3-6 *Iambic_A* schaltet den gleichnamigen Modus ein. Ist dieser Jumper nicht gesteckt, wird der Modus B benutzt. Der wichtigste Unterschied: Modus A erwartet immer einen geschlossenen Tastenkontakt. Modus B hat hingegen einen Punkt/Strich-Speicher und ergänzt das Zeichen. Der Jumper auf J1/2-7 *Straight* ermöglicht z.B. den Betrieb mit der guten alten Junker-Taste. Dann ist aber kein Remote-Betrieb möglich! Der Jumper auf J1/1-8 *TonOff* schaltet den Mithörton aus. Die LED auf der Platine des *Raspberry Pi Pico* leuchtet während des Datenaustauschs mit dem PC. Auch der Wortabstand wird Richtung Remote-Software gesendet.

Der Keyer kommt mit Einhebel- und Doppelhebeln klar. Eine Klopftaste muss an den Punkt-Eingang angeschlossen werden. Wer möchte, kann auch einen Text im Editor schreiben und diesen senden. Vorsicht ist geboten, wenn bereits ein Text auf dem Bildschirm vorhanden ist – der Keyer schreibt dort ohne Nachfrage hinein!

Die dazugehörige *uf2*-Datei ist auf [2] bei *PiPico_HighSpeedKeyer* hinterlegt.

Zweite Keyervariante

Ich habe eine zweite Softwarevariante vorgesehen, die PTT- und CW-Signale zeitversetzt ausgibt. Hier übernimmt der zweite Prozessorkern die Zeitverschie-

bung. Es ist auf diese Weise möglich, alle Relais lastfrei umzuschalten und dann erst den Sender ein Signal erzeugen zu lassen. Wenn kein Jumper gesetzt ist, findet auch kein Versatz statt. Hier ist allerdings die Geschwindigkeit auf maximal 180 BpM begrenzt. Die betreffende *uf2*-Datei ist auf [2] unter *PiPico_QRS_SpeedKeyer* zu finden.

Als Besonderheit sei noch der Jumper auf J3/2-7 *vband* genannt. Hier kann über das Internet CW-Betrieb gemacht werden. Dies ist eine einfache Möglichkeit, Geben und Hören ohne Störungen zu proben. Auf der Website <https://hamradio.solutions/vband> ist unter *Settings* die Option *Straightkey* einzustellen. Dies geht auch mit der klassischen Junker-Taste. Diese zweite Keyerversion arbeitet aber nur im Iambic-B-Modus. Die Schaltung in Bild 2 lässt dem Anwender noch einige Möglichkeiten der Modifikation.

Anschluss des Keyers

Es sind vier Anschlüsse vorgesehen, hinzu kommt die USB-Buchse auf dem Mikroprozessor-Board. Drei 3,5-mm-Klinkenbuchsen, eine davon mit genutztem Öffnerkontakt, sind in Bild 2 dargestellt. Der Anschluss J7 ist für die Stromversorgung, falls erforderlich. Dabei handelt es sich um eine Buchse für 6-mm-Hohlstecker. Dort werden 13,8 V aus dem Transceiver eingespeist, wenn der Keyer z.B. am Yaesu FTDX3000 betrieben wird. Ein Blick in das jeweilige Manual kann hel-

fen, den richtigen Anschluss am Transceiver zu finden. Aber Vorsicht, damit dort nichts überlastet wird!

An die Buchse J6 kann ein Headset mit Klinkenstecker angeschlossen werden. Über dessen Lautstärkeregler lässt sich die Mithörlautstärke festlegen. Der Nutzer kann am PC-Editor seine gegebenen Texte selbst überprüfen. An der TRX-Buchse (J4) habe ich z.B. meinen Yaesu FTDX3000 angeschlossen. Entsprechend konfigurierte Kabel mit zwei 3,5-mm-Klinkensteckern sind im Fachhandel erhältlich oder lassen sich problemlos selbst bauen.

Bei modernen Transceivern ist im Einstellmenü dann der Handtastenbetrieb zu wählen. An die Buchse J5 des Keyers wird die entsprechende Keyermechanik oder die Klopftaste angeschlossen. Gibt man mit dem Paddle die Buchstabenfolge *SOS* ohne weitere Pausen ein, erfolgt die Anzeige der Softwareversion auf dem Bildschirm. Diese Abfrage funktioniert allerdings nicht mit der Klopftaste.

Programmierung

Die Programmierung des Mikroprozessors ist relativ einfach. Der aufgebaute Keyer wird mit dem PC über die USB-Schnittstelle verbunden. Anschließend betätigt man die *Reset*-Taste und hält sie gedrückt. Dann wird die *Bootselect*-Taste auf dem Mikroprozessor-Board betätigt und gehalten. Anschließend lässt man die *Reset*-Taste los, etwas später auch die *Bootselect*-Taste. Der *Raspberry Pi Pico* meldet sich jetzt als zusätzlicher Speicherbaustein im Dateimanager des PC an.

Dann teilt man das Programmfenster und sucht den Teil mit der *uf2*-Datei für den Keyer. Diese wird per *Drag and Drop* auf den *Raspberry Pi Pico* gezogen – fertig. Letzterer verschwindet dann aus der Anzeige und beginnt, sein Programm abzuwickeln. Für ein Umprogrammieren sind die Tasten noch einmal in der angeführten Reihenfolge und Dauer zu betätigen.

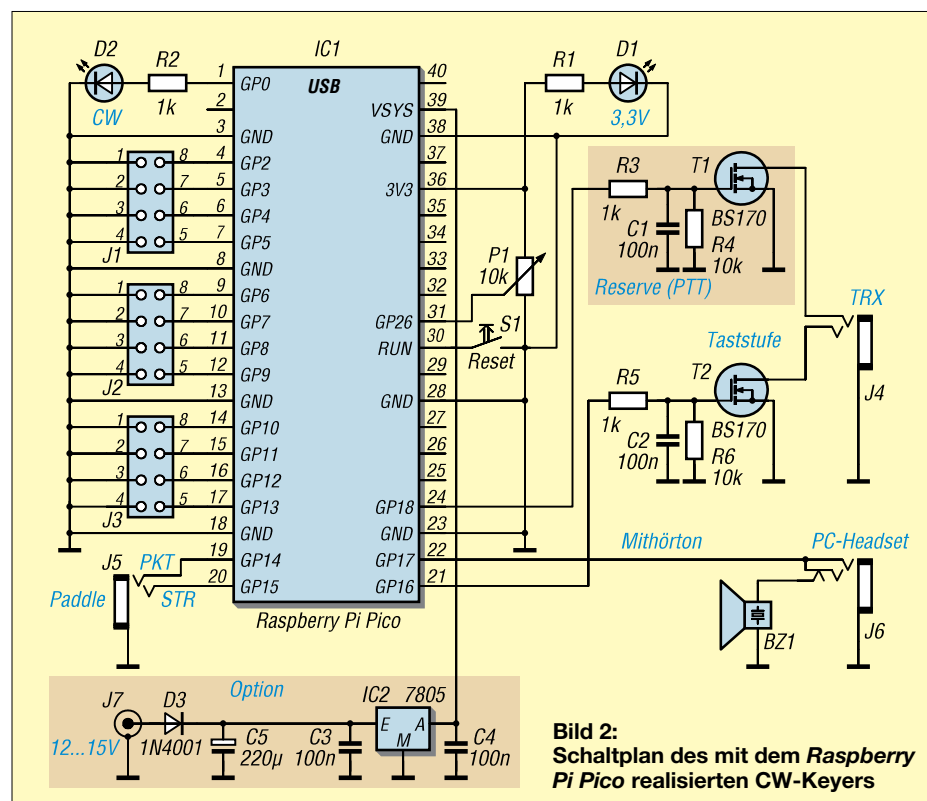
Abschließende Bemerkungen

Wer den beschriebenen Keyer nachbauen möchte und zusätzliche Modifikationswünsche hat, kann mir diese gern per E-Mail mitteilen. Eine kommerzielle Nutzung dieses Projekts erlaube ich nicht. Viel Spaß beim Nachbau und beim CW-Betrieb!

dl1yar@darc.de

Literatur

- [1] Schnabel, P.: Raspberry Pi Pico (RP2040). www.elektronik-kompodium.de/sites/raspberry-pi/2604131.htm
- [2] Vogler, W., DL1YAR: Projektunterlagen zum CW-Keyer mit Raspberry Pi Pico. <https://github.com/Winfried1yar/Repositories>



Erfahrungen bei der Fehlersuche an einem Netzteil für Funkgeräte

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Netzteile gehören zu den ständigen Begleitern eines Funkamateurs. Unangenehm wird es, wenn die Betriebssicherheit eines Netzteils nicht mehr gegeben ist. Dies war im vorliegenden Fall der Ausgangspunkt einer Fehlersuche, die viele Überraschungen und ein unerwartetes Ergebnis bereit hielt, wie im Folgenden gezeigt. Die gesammelten Erfahrungen könnten auch für die Reparatur ähnlicher Geräte von Nutzen sein.

Grundsätzlich gilt, dass Instandsetzungen an elektrischen Anlagen und Geräten, die mit Netzspannung arbeiten, nur von einem dafür qualifizierten Fachmann ausgeführt werden dürfen. Viele Funkamateure besitzen diesbezügliche fachliche und berufliche Voraussetzungen. Für diesen Leserkreis kann der nachstehende Erfahrungsbericht eine interessante Lektüre sein.

die Vermutung auf, dass der Fehler mit der Abkühlphase eines Halbleiterbauelements zusammenhängen könnte. Leider kam es aber auch während des Sendens sporadisch zu diesen Spannungseinbrüchen.

■ Aufbau des Netzteils

Ein erster Blick ins Innere des vom Netz getrennten Geräts ergab keine verdächti-

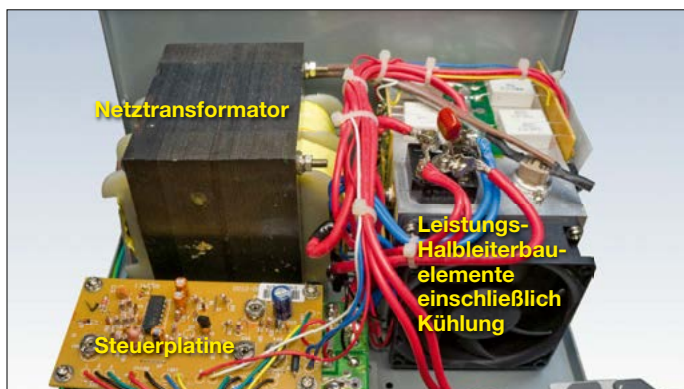


Bild 1:
Innenansicht
des 30-A-Netzteils
Diamond GSV-3000

Fotos und Screenshots: DL1DBL

Nach langem, zuverlässigem Betrieb eines Amateurfunkgeräts an einem Netzteil *Diamond GSV-3000* traten eines Tages sporadische Aussetzer auf. Sie äußerten sich in einem kurzzeitigen Aus- und Wiedereinschalten des Funkgeräts. Die Betriebsunterbrechung dauerte nur etwa 1 s. Nachdem dieser Fehler über längere Zeit immer wieder zu beobachten war, verfestigte sich der Eindruck, dass mit einer „spontanen Selbstheilung“ des Netzteils wohl nicht zu rechnen war und eine Reparatur anstand.

Zunächst war nicht klar, ob das Funkgerät oder das Netzteil einen Defekt aufwies. Da Ersteres mit einem alternativen Netzteil problemlos und störungsfrei funktionierte, begann die Fehlersuche beim Netzteil. Ebenso unklar waren die Umstände, die zu den plötzlichen, kurzzeitigen Spannungsausfällen führten. Nach einer längeren Beobachtungszeit kristallisierte sich heraus, dass der Fehler vor allem dann auftrat, wenn das Funkgerät nach einer Sendephase wieder zurück auf Empfang geschaltet hatte. Es kam daher

gen bzw. sichtbaren Schadstellen. Wie in Bild 1 erkennbar, ist das Netzteil klar strukturiert aufgebaut. Unter der Steuerplatine befindet sich eine weitere Leiterplatte, die eine Reihe von Elektrolytkondensatoren zur Glättung der gleichgerichteten Spannung trägt.

■ Prüfaufbau

Um den Fehler weiter einzukreisen, wurden zunächst mit einer Strommesszange

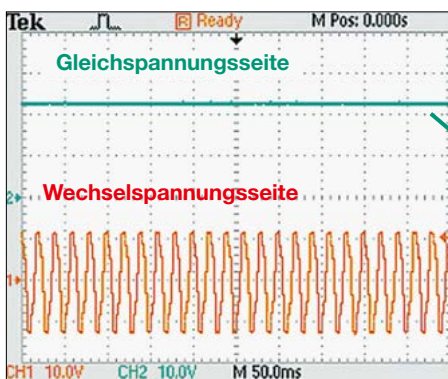


Bild 2: Gemessene Spannungspegel am funktionstüchtigen Brückengleichrichter ...

die Stromwerte beim Senden und beim Empfang gemessen. Die Messdaten waren die Parametrisierungsgrundlage für eine manuell geschaltete Wechsellastsituation einer elektronischen Last.

Im Interesse der eigenen Sicherheit bei der Fehlersuche wurde das Netzteil über einen Labortrennstelltransformator *LTS 610-Pro* [1] betrieben.

Es war nicht einfach, den Spannungsausfall reproduzierbar herbeizuführen. Erst ein forcierter und automatisierter Lastwechsel löste nach einer Weile den kurzzeitigen Spannungseinbruch aus. Nun waren die Voraussetzungen geschaffen, um mit geeigneten Messmitteln das fehlerhafte Bauteil aufzuspüren.

Zur Spannungsmessung wurde ein Oszilloskop eingesetzt. Damit ließen sich insbesondere schnelle Spannungseinbrüche besser erkennen als mit einem eher träge reagierenden Multimeter.

■ Internet als Informationsquelle

Das Internet erwies sich bislang häufig als wertvolle Recherchequelle bei der Fehlersuche, wenn andere Funkamateure bereits ähnliche Erfahrungen gemacht hatten und deshalb bereits ein Lösungsansatz existierte.

Für das *Diamond GSV-3000* gab es daher bereits einige Fehlerbeschreibungen, die aber mit dem beobachteten Fehlerbild nichts gemein hatten. Glücklicherweise sind für das Netzteil im Internet Schaltpläne verfügbar. Eine Quelle gab sogar Spannungen für einzelne Referenzpunkte an. Leider lieferten diese Werte keine Hinweise auf den Fehler. Auch die als bekannte Fehlerquellen für das Netzteil beschriebenen Halbleiterbauteile wurden mittels Kältespray überprüft – ohne Erfolg.

■ Neuer Ansatz zur Fehlersuche

Nach reiflicher Überlegung konzentrierten sich die weiteren Fehlerdiagnosen auf den Schaltungsteil am Übergang von der Wechsel- auf die Gleichspannung. Ein

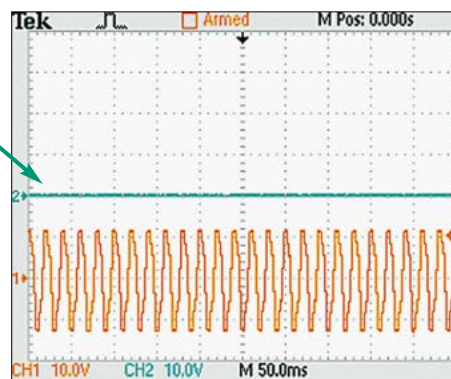


Bild 3: ... und während des kurzzeitigen Ausfalls der Ausgangsspannung

Fehler auf der Wechselspannungsseite war zwar recht unwahrscheinlich, aber nicht auszuschließen. Schon vor einigen Jahren gab es bei diesem Netzteil einen Defekt am Brückengleichrichter, der sich im Totalausfall des Geräts äußerte. Der Gleichrichter wurde damals ersetzt, wodurch sich der Fehler beheben ließ.

Bei einem intakten Gleichrichter erwartet man das in Bild 2 dargestellte Signalverhalten. Die orangefarbene Kurve zeigt den Spannungsverlauf an der Sekundärseite des Transformators. Diese Spannung gelangt unmittelbar an den Brückengleichrichter. Die grüne Kurve bzw. Linie repräsentiert die gleichgerichtete Spannung unmittelbar nach dem Gleichrichter – der Fehler war somit dort zu suchen.

Herstellerseitig war das Gerät ursprünglich mit dem Gleichrichtertyp *GBPC3502* bestückt [2], der eine wiederkehrende Spitzenspannung von bis zu $U_{SS} = 200\text{ V}$ verträgt. Nach dem Totalausfall wurde er durch einen *GBPC3504* [2] ersetzt. Dieser war hinsichtlich der Strombelastbarkeit identisch mit dem Vorgänger, erlaubte aber eine doppelt so hohe Spitzenspannung. Der Austauschgleichrichter arbeitete über Jahre hinweg störungsfrei.

Nach etlichen Belastungswechseln mithilfe des einstellbaren elektronischen Lastwiderstands zeigte sich auf dem Oszilloskop plötzlich ein abweichendes Signalverhalten, Bild 3. Obwohl die Wechselspannung auf der Sekundärseite des Transformators unverändert blieb, zeigte die grüne Linie Spannungseinbrüche bis auf 0 V. Diese dauerten mitunter nur 1 s. Es gab aber auch Situationen, in denen das Netzteil aus der Fehlersituation nicht mehr eigenständig herauskam und zugleich die Überlastanzeige aktivierte. Der Fehlereintritt war mit Kältespray nicht zu provozieren.

Ursprüngliche Verdrahtung am Brückengleichrichter

Da der Brückengleichrichter in der Vergangenheit schon einmal getauscht wurde, war in Erinnerung geblieben, dass die Lötarbeiten seinerzeit nicht leicht zu bewältigen waren. Aufgrund des großen Querschnitts der angeschlossenen Kabel erfolgte eine sehr schnelle Ableitung der Wärme und das Lot ließ sich nur schwer zum Schmelzen bringen. Zudem hatten die Kabelenden durch den damaligen Austausch des Brückengleichrichters thermisch schon etwas gelitten, siehe Bild 4. Die Zuführung der Wechselspannung zum Brückengleichrichter wird durch jeweils ein einzelnes Kabel realisiert, während die

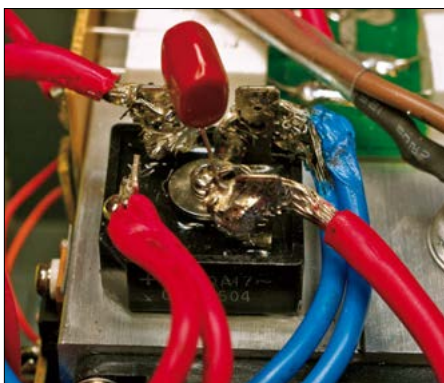


Bild 4: Situation vor dem Austausch des Brückengleichrichters

Ableitung der gleichgerichteten Spannung pro Lötfläche jeweils durch zwei Kabel erfolgt.

Es war leider nicht auszuschließen, dass der Gleichrichter bereits damals durch den relativ lange dauernden Lötvorgang eine thermische Vorschädigung erlitten hatte. Beim erneuten Austausch galt es nun, ein solches Risiko von vornherein zu unterbinden und den Kabelanschluss günstiger zu gestalten. Zudem sollten die vor-

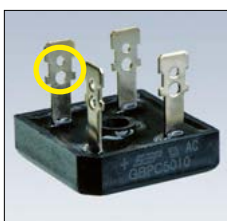


Bild 5: Neuer Brückengleichrichter vom Typ *GBPC5010* mit Löchern für M2-Schrauben



Bild 6: Ringkabelschuh im Originalzustand und mit zu kleiner Kabelaufnahme



Bild 7: Ringkabelschuh mit modifizierter Kabelaufnahme

handenen Leitungen durch einen erneuten Lötvorgang nicht weiter thermisch geschädigt werden.

Änderung des Kabelanschlusses am Brückengleichrichter

Da der Austausch ohnehin anstand, sollte zugleich auch ein noch robusterer Brückengleichrichter eingesetzt werden. Die Wahl fiel auf einen *GBPC5010* [3], erhältlich u. a. bei www.reichelt.de. Dieser weist eine Spitzenspannung von

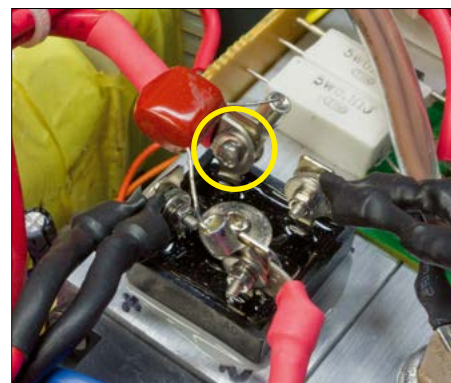


Bild 8: Modifizierte Anschlüsse am neuen Brückengleichrichter

$U_{SS} = 1000\text{ V}$ auf und kann bis zu 50 A Ausgangsstrom liefern. Als Wärmeleitpaste wurde die Sorte *Keratherm KP12* [4] verwendet. Wer sich näher für das Thema Kühlung von elektronischen Bauelementen interessiert, findet in [5] und [6] weiterführende Lektüre.

In den Anschlussfahnen des Brückengleichrichters *GBPC5010* befinden sich Löcher, siehe Bild 5. Durch die größeren Öffnungen passen M2-Schrauben. Zur Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen den Anschlussfahnen war es geboten, Ringkabelschuhe nur bis zu einer gewissen maximalen Ringgröße zu verwenden. Deren Kabelaufnahmen erwiesen sich jedoch als zu klein für den Querschnitt der Verbindungsleitungen, Bild 6.

Abhilfe brachte das vorsichtige Aufschneiden der Kabelaufnahme mittels einer kleinen, sehr dünnen Trennscheibe in einem Dremel-Multifunktionswerkzeug. Hierbei ist größte Vorsicht erforderlich, um Verletzungen auszuschließen. Anschließend wurde die Kabelaufnahme vorsichtig aufgebogen, Bild 7. Die jeweiligen Anschlusskabel ließen sich nun einführen. Der Kabelanschluss des Ringkabelschuhs wurde wieder auf das nötige Maß zurückgebogen und die ganze Konfiguration sauber verlötet, Bild 8.

Zur weiteren Absicherung gegen potenzielle Kurzschlüsse wurden die kabelseitigen Anschlüsse des Ringkabelschuhs mit Schrumpfschlauch überzogen. Es ist hier günstiger, eine Ausführung ohne Klebstoff zu verwenden, da dieser bei einer Reparatur hinderlich wäre. Auch der Kondensator über den Anschlusspunkten der Wechselspannung wurde mittels Ringkabelschuhen befestigt.

Bei der Schraubbefestigung ist es günstiger, auf selbstsichernde Muttern zu verzichten. Diese besitzen in einer inneren Nut einen Ring aus Kunststoff, meist aus Polyamid, dessen thermisches Verhalten nicht abschätzbar war. Stattdessen wurde die Sicherung der Mutter durch einen Fe-

derring realisiert. Zur Vergrößerung der Kontaktflächen und zur Druckverteilung kamen Unterlegscheiben nach DIN 9022 zum Einsatz, die auch als Karoseriescheiben bekannt sind. Sämtliche Verschraubungsteile sind aus Edelstahl (V2A). Um mechanische Spannungen vom neuen Brückengleichrichter fernzuhalten, wurden die Kabel bereits vor dem Anschluss entsprechend gebogen, damit sie ohne mechanische Spannung an den Anschlussanlagen anlagen. Eine abschließende Messung der Übergangswiderstände an den Anschlusspunkten ergab nur vernachlässigbar geringe Werte.

■ Abschließende Bemerkungen
Netzteile, die jahrelang ohne Störverhalten ihren Dienst absolvieren, können plötzlich ausfallen. Ein permanent auftretender Fehler ist größtenteils relativ einfach einzugrenzen, da es sich um einen stabilen Störszustand handelt. Tritt der Fehler jedoch nur sporadisch und dann nur kurzzeitig auf, kann dies die Suche erheblich anspruchsvoller gestalten. Durch die Nachbildung der Belastungssituation in einem Prüfaufbau mit einem Trennstelltransformator und einer parametrisierbaren, elektronischen Last ließ sich im vorliegenden Fall der Fehler eingekreisen. Diese Konstellation könnte auch

bei der Reparatur anderer Geräte und ähnlichen Fehlerbildern hilfreich sein.
worldofhamradio@gmx.de

Literatur und Bezugsquellen

[1] Thalheimer Transformatorenwerke GmbH, Jägerstr. 8, 09380 Thalheim, <https://ttw.world>
[2] Vishay: Datenblatt GBPC3502 und GBPC3504. www.vishay.com/docs/88612/gbpc12.pdf
[3] Vishay: Datenblatt GBPC 5010. www.taiwansemi.com/assets/datasheet/pdf.php?pn=GBPC5010
[4] KERAFOIL Keramische Folien GmbH & Co. KG, Koppe-Platz 1, 92676 Eschenbach i. d. Opf., www.kerafol.com
[5] Schönwälder, G., DL1DBL: Praxistipps zur Kühlung von Halbleiterbauelementen. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 2, S. 102 ff.; H. 3, S. 189 ff.
[6] Schönwälder, G., DL1DBL: Platzsparende Kühlung von Halbleiterbauelementen. FUNKAMATEUR 72 (2023) H.11, S. 876–879

2-m/70-cm-Diplexer
für Sendeleistungen bis 10 W

Frequenzweichen bzw. Diplexer werden in der HF-Technik verwendet, um zwei unterschiedliche Frequenzbänder zu kombinieren oder zu trennen. Auf diese Weise lassen sich z.B. Signale aus unterschiedlichen Quellen gleichzeitig verarbeiten. So kann das Diplexermodule in Bild 1 beispielsweise dazu dienen, ein 2-m- und ein 70-cm-Funkgerät oder zwei entsprechende Empfänger zeitgleich an einer

2-m/70-cm-Antenne zu betreiben. Dieser Fall ist im Schaltplan, Bild 2, durch die Buchsenbeschriftung angedeutet. Denkbar wäre auch, den Diplexer in umgekehrter Richtung zu betreiben, indem man ein VHF/UHF-Gerät an Bu1, eine Rundstrahlantenne für VHF an Bu3 und einen Richtstrahler für UHF an Bu2 anschließt. Dann entfielen die Antennenumschaltung beim Bandwechsel. Wichtige technische Parameter eines Diplexers sind die Dämpfung im jeweiligen Durchlassbereich sowie im Sperrbereich auf den Frequenzen des jeweils anderen Bandes. Mit Messwerten von ≤ 1 dB bzw. > 50 dB erreichte das hier beschriebene Diplexermodule recht gute Werte, siehe Tabelle und Bild 3. In der Praxis lassen sich solche Eigenschaften nur dann realisieren, wenn die Filterzweige korrekt dimensioniert sind und die Bauelemente eine ausreichend hohe Güte aufweisen. Bei den hier eingesetzten, bereits aufgelöteten SMD-Kondensatoren und -Spulen ist dies der Fall.

Technische Daten des Diplexermoduls	
2-m-Tiefpassfilter	
3-dB-Grenzfrequenz	210 MHz
Durchgangsdämpfung	0,5 dB @ 145 MHz
Sperrdämpfung	> 50 dB @ 435 MHz
70-cm-Hochpassfilter	
3-dB-Grenzfrequenz	365 MHz
Durchgangsdämpfung	≤ 1 dB @ 435 MHz
Sperrdämpfung	> 60 dB @ 145 MHz
Systemimpedanz	50 Ω
max. Belastbarkeit	10 W (kurzzeitig)
Anschlüsse	SMA-Buchsen
Abmessungen der Platine	44 mm \times 42 mm (ohne Buchsen)

Bei der Nutzung dieses Diplexermoduls und ähnlicher Baugruppen sollte man darauf achten, dass alle drei Ports mit einer Impedanz von 50 Ω abgeschlossen sind, weil die angegebenen Dämpfungswerte sonst nicht erreicht werden. Die Grenzwerte der verwendeten Bauelemente bestimmen die Belastbarkeit der Baugruppe. Diese liegt laut Herstellerangaben bei 10 W. Somit dürften sich übliche Handfunkgeräte mit 5 W Sendeleistung problemlos am Diplexer betreiben lassen.
support@funkamateure.de

Bezugsquelle

[1] FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72; www.box73.de \rightarrow HFM-Diplexer



Bild 1: Diplexermodule mit 2-m-Tiefpass- und 70-cm-Hochpassfilter; die Anschlüsse sind als SMA-Buchsen ausgeführt.

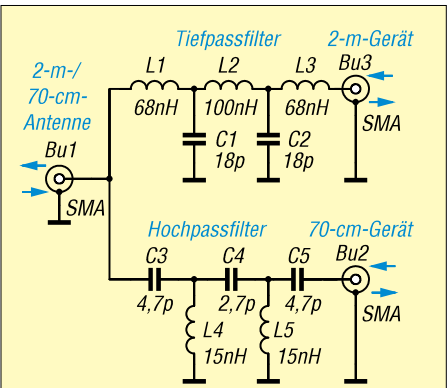
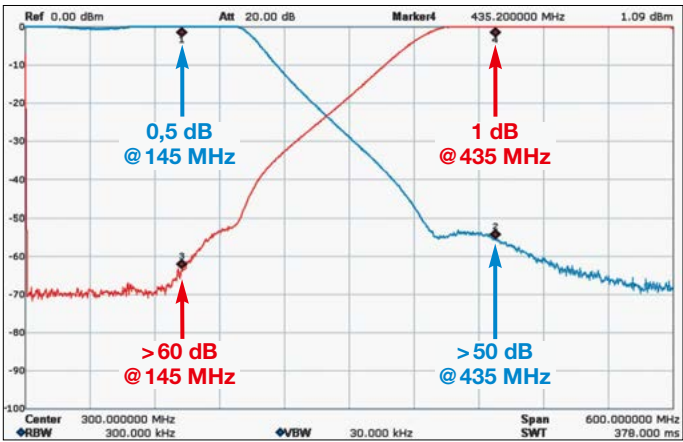


Bild 2: Schaltplan des Diplexermoduls

Bild 3: Gemessener Frequenzgang der beiden Filterzweige des Diplexers im Bereich von 0 MHz bis 600 MHz; die blaue Kurve und die gleichfarbigen Messwerte stammen vom 2-m-Tiefpassfilter und die rote Kurve mit entsprechenden Messwerten vom 70-cm-Hochpassfilter. Foto und Screenshot: FA



Aktive Ferritantenne mit Low-Power-Operationsverstärker

Dr. MARTIN OSSMANN

Einige moderne Operationsverstärker lassen sich auch im HF-Bereich einsetzen. Sie eignen sich daher unter anderem für den Bau von Aktivantennen, wie das im Folgenden beschriebene kleine Bastelprojekt zeigt.

Ferritantennen sind für den Empfang im LW-, MW- und unteren KW-Bereich eine interessante Alternative zu Draht- oder Vertikalantennen, denn sie benötigen wesentlich weniger Platz und haben eine ausgeprägte Richtwirkung, die beim Ausblenden von Störungen hilfreich sein kann. Im Folgenden wird eine abstimmbare Ferritantenne mit nachgeschaltetem Verstär-

ker, kann man problemlos aktive Ferritantennen bestücken. Versuchsaufbau und Schaltplan des nachstehend beschriebenen Projekts sind in Bild 1 bzw. Bild 2 zu sehen.

Die Aktivantenne wird über das Anschlusskabel zum Empfänger gespeist. R7 und R8 liegen im Pfad der positiven Versorgungsspannung. Wenn deren Widerstands-

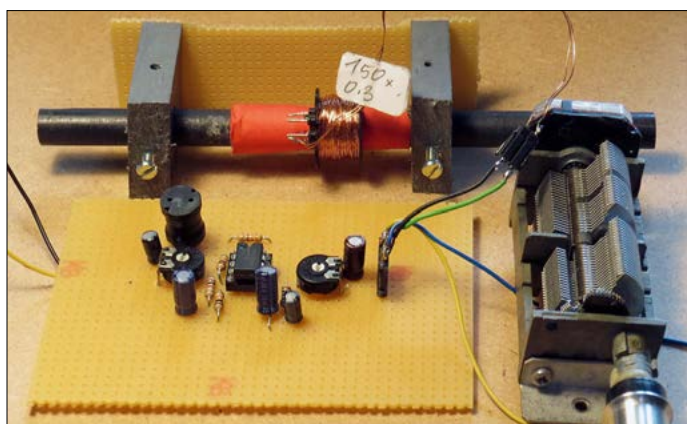


Bild 1:
Versuchsaufbau
der beschriebenen
aktiven Ferrit-
antenne auf einer
Lochrasterplatte

Foto und Screen-
shot: Oßmann

ker beschrieben, die zunächst nur für den Lang- und Längswellenbereich konzipiert ist. Nach Umdimensionierung des Schwingkreises, bestehend aus L1 und C1, Bild 2, lässt sie sich aber auch auf höheren Frequenzen nutzen.

Schaltungsbeschreibung

Mit modernen Operationsverstärkern, die über eine hohe obere Grenzfrequenz verfügen, einen niedrigen Energiebedarf haben und sich auch mit Versorgungsspannungen im Bereich von 3 V zufriedenge-

wert zu hoch ist, ergibt sich ein zu hoher Spannungsverlust auf der Zuleitung. Ist er hingegen zu niedrig, erhält der OPV nicht genug Betriebsspannung. Zum Einsatz kommt ein Zweifach-OPV vom Typ LM6132. Dieser hat pro System einen Ruhestrom von maximal $360 \mu\text{A}$. Eine geringere Stromaufnahme ist auch mit einfa-

chen Transistorschaltungen kaum erreichbar. Addiert man noch den unvermeidlichen Querstrom des Spannungsteilers R1/R2, ergibt sich ein Gesamtstrombedarf von $I_{\text{ges}} = 2 \cdot 360 \mu\text{A} + 130 \mu\text{A} = 850 \mu\text{A}$.

Bauelemente-Dimensionierung

Der LM6132 ist z. B. bei www.reichelt.de erhältlich und begnügt sich bereits mit einer Versorgungsspannung von 2,7 V. Bei einer in modernen Mikroprozessorschaltungen üblichen Spannung von 3,3 V an der Fernspeiseweiche müssen an R7 und R8 je 0,3 V abfallen, was beim angegebenen Gesamtstrom zu einem Widerstandswert von je 330Ω führt. IC1b würde dann die Parallelschaltung dieser beiden Widerstände als Last „sehen“. Diese wäre allerdings zu niedrig und die Stromaufnahme würde somit steigen. Aus diesem Grund habe ich, wie bei dieser Speiseart üblich, L2 und L3 in die Schaltung eingefügt. $L = 10 \text{ mH}$ ergibt bei 100 kHz bereits eine Impedanz von über $6 \text{ k}\Omega$, sodass IC1b nicht mehr zu stark belastet wird.

Wer einen anderen OPV einsetzt, sollte die Randbedingungen für Versorgungsspannung und Betriebsstrom beachten und

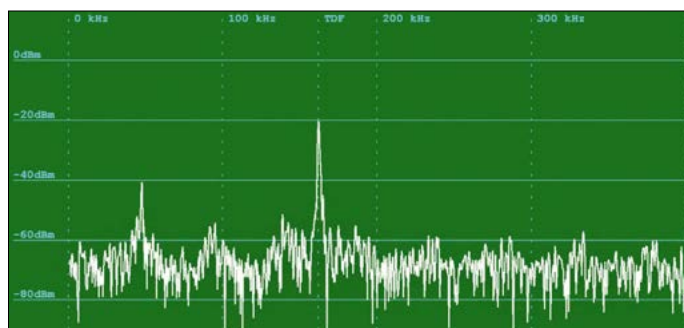


Bild 3:
Signalspektrum
beim Empfang
auf 162 kHz (TDF)

ggf. R7 und R8 anpassen. Mit den Trimmern R4 und R6 lässt sich die jeweilige Stufenverstärkung einstellen. Der Maximalwert beträgt $V = 10$. Im LW-Bereich ist dieser problemlos erreichbar, da der LM6132 ein Verstärkungs-Bandbreite-Produkt von 10 MHz aufweist. Die Ferritstabspule erreicht mit den angegebenen Wickeldaten eine Induktivität von $L \approx 2,4 \text{ mH}$ und bildet mit dem Drehkondensator C1 den Schwingkreis zur Frequenzabstimmung. Dieser liegt am nicht invertierenden, hochohmigen Eingang von IC1a. Bild 3 zeigt das von einem an Bu3 angeschlossenen Empfänger dargestellte Signalspektrum bei einer eingestellten Resonanzfrequenz von 162 kHz. Auf dieser arbeitet z. B. der Zeitzeichensender ALS162 von TDF (ehemals *Télédiffusion de France*). Die Antenne ließ sich zwischen 77,5 kHz (DCF77) und 198 kHz (BBC Radio4) mit Erfolg einsetzen.

ossmann@fh-aachen.de

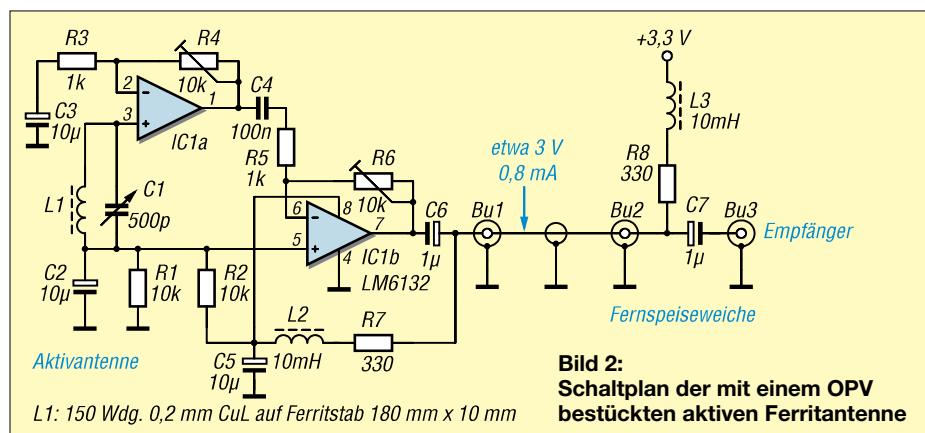


Bild 2:
Schaltplan der mit einem OPV
bestückten aktiven Ferritantenne

Breitband-Sendeantennen für den KW-Bereich

JÖRG LOGEMANN – DL2NI

Eine Antenne, deren Eingangsimpedanz innerhalb eines großen Frequenzbereichs nur wenig vom Mittel abweicht, wird als Breitbandantenne bezeichnet. Nachfolgend werden drei unterschiedliche Ausführungen hinsichtlich ihrer Eignung für den Sendebetrieb näher untersucht. Aufbauhinweise für eine Reusenantenne runden den Beitrag ab.

Wer mit einer Antenne möglichst alle KW-Bänder abdecken möchte, greift zu meist auf eine Multiband-Drahtantenne zurück. Beispiele hierfür sind die W3DZZ- und G5RV-Antenne sowie endgespeiste



Bild 1: Selbst gebaute, am „Bauch“ abgespannte Reusenantenne Fotos: DL2NI

Dipole und gemeinsam gespeiste Mehrband-Dipole, sogenannte *Fächer-Dipole*. Bei vertikalen Antennen seien als Beispiele die *GAP Titan*, *GPA30* und *GPA50* sowie die verschiedene *HyGain*-Antennen erwähnt.

Die Probleme beginnen oft nach dem Aufbau, wenn man die Resonanzstellen auf allen Bändern auf die gewünschten Frequenzen bringen möchte. Gleicht man ein Band ab, verändert sich oft die Resonanzfrequenz auf einem anderen oder gar auf mehreren Bändern. Grund ist die praktisch unvermeidliche Wechselwirkung. Doch es gibt Alternativen.

■ Lösungsansätze

Nachfolgend habe ich widerstandsbelastete Antennen untersucht und solche, die aufgrund ihrer Konstruktion einen breitbandigen Charakter haben. Beide Ansätze liefern die gewünschte Eigenschaft: Sie sind über mehrere Amateurfunkbänder hinweg mit niedrigem Stehwellenverhältnis, jedoch unterschiedlichem Wirkungsgrad nutzbar.

Nachfolgend wird auf den von EZNEC [1] ausgegebenen AVG-Wert (engl. *Average Gain*) hingewiesen. Er repräsentiert den dreidimensionalen Gewinn einer Antenne. Dieser muss im Idealfall 0 dB sein, weil aus einer Antenne insgesamt nicht mehr Energie herauskommen kann, als hineingesteckt wurde. Real fällt er geringer aus, ist also in Dezibel ausgedrückt negativ, weil u. a. Erdbodenverluste sowie Verluste im Antennensystem zum Tragen kommen. Ausführlich ist der AVG-Wert in [2] beschrieben. 4NEC2 [3] liefert den RE-Wert in Prozent für die *Radiation Efficiency*, aus dem sich der AVG-Wert berechnen lässt:

$$AVG/dB = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{RE}{100} \right)$$

Beide Werte sind ein gutes Maß für den Antennenwirkungsgrad inklusive Kupferverlusten (wenn in der Simulation aktiviert) und Erdbodenverlusten. Die Verluste durch Abschlusswiderstände fallen hier natürlich ebenfalls sofort auf. Weitere hier verwendete Simulationswerkzeuge sind auf [4] verlinkt.

■ Widerstandsbelastete Antennen

Im kommerziellen und militärischen Bereich sind Breitbandantennen sehr häufig

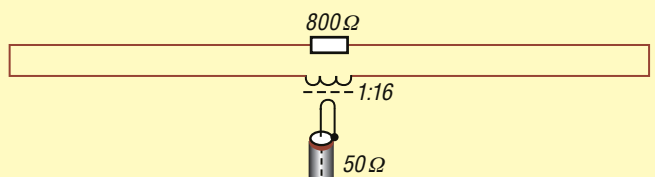
anzutreffen, da selbst das Nachstimmen der Antennen mit einem Automatiktuner bei schnellem Frequenzwechsel stören würde. Oft liegen die Umschaltzeiten im Bereich von Millisekunden oder einigen hundert Mikrosekunden, sodass selbst das Abrufen zuvor ermittelter, gespeicherter Kopplereinstellungen zu lange dauert.

Daher bietet sich hier oft nur die ungünstigste aller Möglichkeiten an: eine widerstandsbelastete Antenne. *Rohde & Schwarz*, *Racal*, *Barker & Williamson* und früher *AEG-Telefunken* haben entsprechende Varianten für militärische Zwecke hergestellt oder produzieren sie noch heute [5], [6]. Bekannte Vertreter sind die TFD- und T2FD-Antenne. Bei beiden handelt es sich um resistiv belastete Faltdipole (engl. *Terminated Folded Dipole*), die für die tiefste Nutzfrequenz eine Länge von mindestens $\lambda/3$ aufweisen. Der Unterschied besteht lediglich in der Art der Aufhängung. Während eine TFD-Antenne waagrecht montiert wird, ist eine T2FD (engl. *Tilted Terminated Folded Dipole*) geneigt befestigt.

Gegenüber dem Speisepunkt ist der Abschlusswiderstand angeordnet, der hier einen Wert von 800 Ω besitzt. Um ein 50- Ω -Koaxialkabel anschließen zu können, ist ein symmetrierender 1:16-Übertrager erforderlich. Bei tiefen Frequenzen ist die Anpassung gut, siehe Bild 6. Je höher die Betriebsfrequenz wird, desto stärker wirkt sich die frequenzabhängige Stromverteilung aus, was an der Welligkeit erkennbar ist. Das Stehwellenverhältnis (SWV) bleibt jedoch meist bei $s < 2$. Zudem ist die Antenne relativ klein und schnell aufzubauen.

Doch wie steht es mit dem Wirkungsgrad? Eine handelsübliche, 27 m lange TFD-Antenne in 10 m Höhe weist bei 3,7 MHz einen Wert $RE = 2,4 \%$ auf, was $AVG = -16,2$ dB entspricht. Der maximale Gewinn im Strahlungsdiagramm beträgt $-9,3$ dBi. Ein gestreckter $\lambda/2$ -Dipol in gleicher Höhe hat $RE = 63,7 \%$, entsprechend $AVG \approx -2$ dB bzw. 6 dBi Gewinn senkrecht nach oben. Somit ergibt sich ein Unterschied von $AVG = 14,2$ dB und im Strahlungsdiagramm 15,3 dB zugunsten des $\lambda/2$ -Dipols. Dies entspricht einem Leistungsfaktor von etwa 30.

Bild 2: Aufbau einer TFD-Antenne mit einem Abschlusswiderstand von 800 Ω und Übertrager



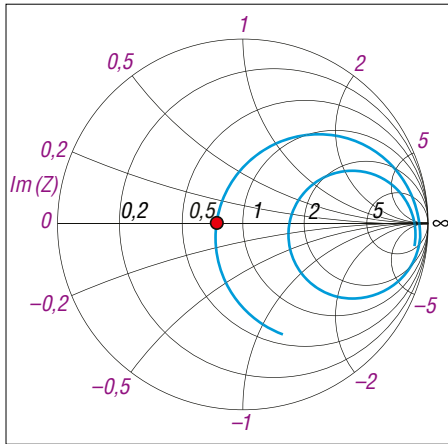


Bild 3: Smith-Diagramm des Fußpunktwi- derstands der $\lambda/4$ -Groundplane-Antenne bei 50 Ω Systemimpedanz ...

Auf den höheren Bändern schneidet die TFD-Antenne etwas besser ab. Auf 20 m kommt sie auf etwa 0 dBi Gewinn, der AVG-Wert liegt bei etwa -9 dB, das Strahlungsdiagramm ist aber bereits zerklüftet. Eine optimale Breitbandlösung für den Sendebetrieb ist das nicht.

Für den Empfang ist diese Antenne trotzdem gut geeignet, da auf dem 80-m-Band nach den ITU-Rauschkurven auf S. 101 in [7] Rauschpegel von 50 dB durch *Man-made Noise* vorliegen können. Bei einem Empfangsrauschmaß von 10 dB darf die Antenne das Signal nochmals um 40 dB schlechter aufnehmen (Antennengewinn -40 dBi), um in die Region des ohnehin vorhandenen Rauschpegels zu kommen.

Hier bleibt es jedoch bei der oberflächlichen Betrachtung dieses Antennentyps, da er meiner Meinung nach für den Sendebetrieb nur mit Abstrichen geeignet ist.

■ Andere breitbandige Antennen

Nach dem Motto „es geht auch anders“, wende ich mich Breitbandantennen ohne Widerstandsbelastung oder „Energiever-

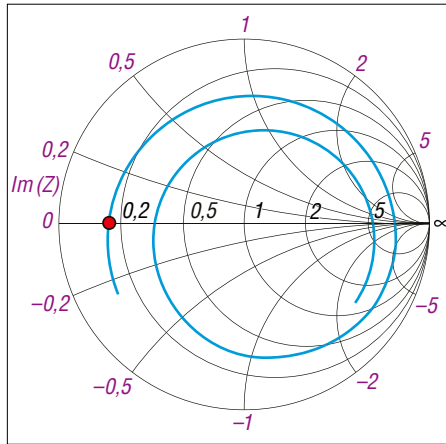


Bild 4: ... und der gleichen Antenne bei 240 Ω Systemimpedanz; Marker jeweils bei $f_{Res} = 7,1$ MHz

nichtung“ zu, die nur durch ihre mechanische Struktur die gewünschten Eigenschaften und einen erheblich besseren Wirkungsgrad aufweisen. Ausgangspunkt ist eine $\lambda/4$ -Groundplane-Antenne für das 40-m-Band mit Radials. Bei 10,4 m Strahlerlänge liegt die Resonanzfrequenz bei 7,1 MHz und die nächste niederohmige Resonanzstelle bei der etwa dreifachen Frequenz, hier etwa 21,4 MHz, siehe Bild 8.

Genauer offenbart das Smith-Diagramm in Bild 3 die Verhältnisse. Bei tiefen Frequenzen kommt die Kurve aus dem kapazitiven Bereich (untere negative Hälfte) heraus und schneidet die reelle Achse bei 7,1 MHz. Entsprechend sieht man in der SWV-Kurve in Bild 8 dort die erste Resonanzstelle. Im weiteren Verlauf der Kurve wird die reelle Achse bei 13,3 MHz geschnitten. Die Impedanz ist hier allerdings mit 2,2 k Ω sehr hoch ($s=44$), wohingegen der nächste Durchgang durch die reelle Achse bei 21,5 MHz mit 83 Ω entsprechend $s=1,7$ wieder niederohmig ist.

Der Mittelpunkt dieser spiralförmigen Impedanzverläufe liegt weit oberhalb der

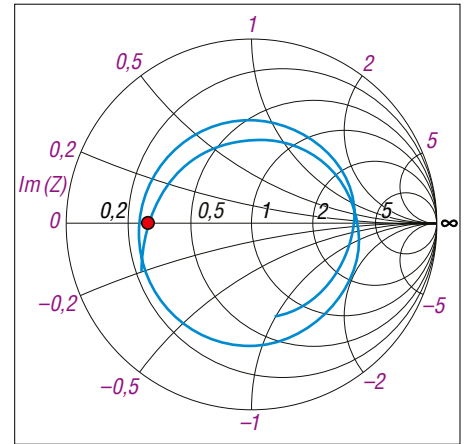


Bild 5: Smith-Diagramm der Impedanz der $\lambda/4$ -Groundplane-Antenne mit dickem Strahler bei 240 Ω

Speiseimpedanz von 50 Ω . Optimal für eine Breitbandantenne wäre eine Systemimpedanz, bei der sowohl die niederohmigen als auch die hochohmigen Resonanzen ein ähnliches SWV aufwiesen, also der Mittelpunkt der Spirale im Smith-Diagramm. Bei einer angenommenen Systemimpedanz von 240 Ω (Mittelpunkt, normiert auf 1) zeigt Bild 4 das Smith-Diagramm. Hier ergibt sich bei unveränderter Antenne ein Wert $s=7,9$ bei 7,1 MHz, $s=7,4$ bei 13,3 MHz und $s=3,6$ bei 21,5 MHz. Das Ergebnis ist also ein deutlich ausgeglicheneres Stehwellenverhältnis über den betrachteten Frequenzbereich, wenngleich der Wert an sich noch nicht befriedigend ist.

Trotzdem lautet der erste Ansatz zu dieser Art von Breitbandantennen: Die optimale Systemimpedanz wählen, um den SWV-Wertebereich so klein wie möglich zu halten.

Was ist zu tun, um weitere Verbesserungen beim SWV zu erzielen? Die Antwort: Den Antennenstrahler dicker machen! Hierzu wurde die Groundplane-Antenne statt mit einem dünnen Strahler

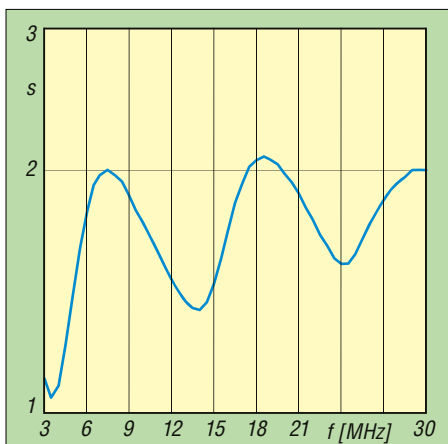


Bild 6: Simuliertes Stehwellenverhältnis einer TFD-Antenne mit Bezug auf 800 Ω Systemimpedanz

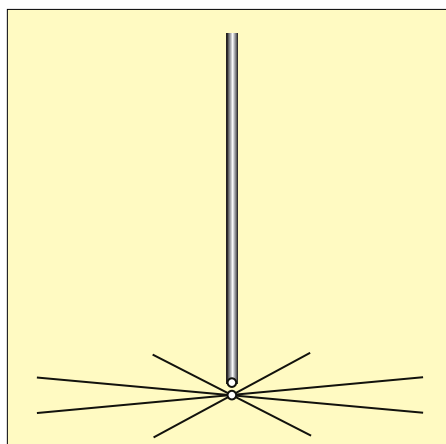


Bild 7: Modell einer Groundplane-Antenne mit dickem Strahler

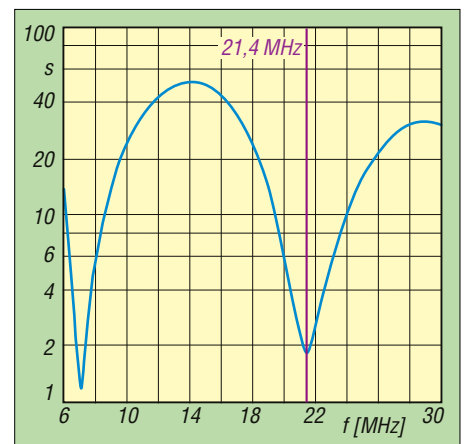


Bild 8: Simuliertes Stehwellenverhältnis einer für 7 MHz bemessenen Groundplane-Antenne bei 50 Ω Systemimpedanz

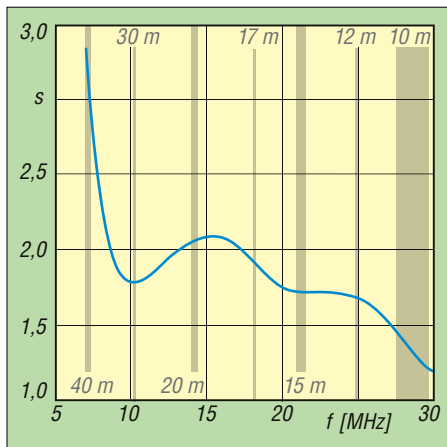


Bild 9: Stehwellenverhältnis der Reusenantenne mit Bezug auf 200 Ω Systemimpedanz

mit sechs kreisförmig angeordneten parallelen Drähten modelliert, wodurch der Durchmesser des simulierten Zylinders 20 cm beträgt, Bild 7. Jetzt ergeben sich $s = 3,6$ bei 7,1 MHz, $s = 3,6$ bei 12,7 MHz und $s = 4,1$ bei 19,5 MHz, jeweils bei 240 Ω Systemimpedanz, Bild 5. Die SWV-Werte haben sich also etwa halbiert, was am kleineren Durchmesser der Impedanzkreise im Smith-Diagramm erkennbar ist.

Eine weitere Verbesserung wäre durch einen noch dickeren Strahler möglich. Hier hat sich allerdings aus Gründen der mechanischen Realisierbarkeit und Statik eine Rhombusstruktur bewährt, also ein dicker Strahler mit „Bauch“. *Reusenantennen* haben sich insbesondere im kommerziellen und militärischen Bereich durchgesetzt. Bei diesen laufen die Drähte oben und unten auf einen minimalen Durchmesser zusammen.

Unten im Speisepunkt lassen sich die Einzeldrähte einfach zusammenführen und gemeinsam speisen. Oben können die Drähte zur Befestigung am Mast ebenfalls zusammengefasst, müssen aber nicht mit-

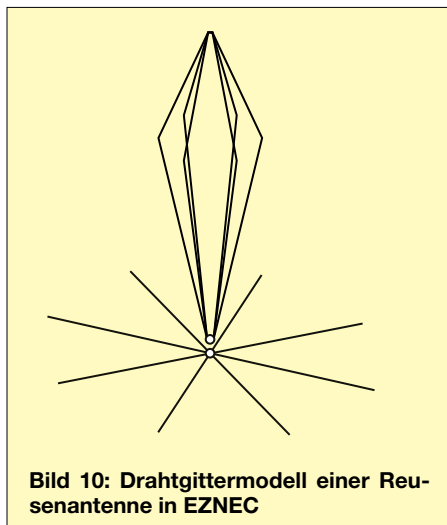


Bild 10: Drahtgittermodell einer Reusenantenne in EZNEC

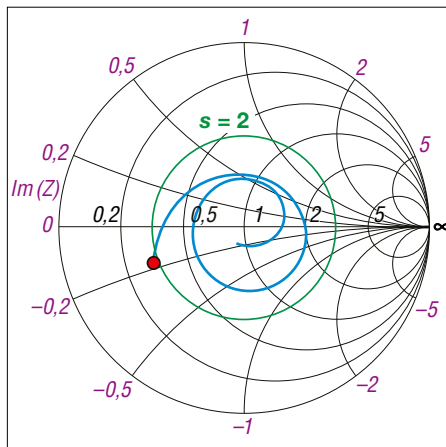


Bild 11: Smith-Diagramm der mit einem Serienkondensator versehenen Reusenantenne bei 200 Ω Systemimpedanz

einander verbunden werden. Der Bauch lässt sich einfach mit Kunststoffabstandshaltern, z. B. aus PVC-Elektroinstallationsrohren, realisieren. Der Mast selbst muss aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) bestehen – Metall ist nicht geeignet. Ein Radialnetz ist ebenfalls nötig. Bild 10 zeigt das Drahtgittermodell der Reusenantenne.

Welche Verbesserungen lassen sich mit dieser Antenne erzielen? Bild 9 zeigt den Verlauf des SWV, Bild 11 das Smith-Diagramm bei einer Systemimpedanz von 200 Ω. Es wurde noch ein 220-pF-Serienkondensator im Speisepunkt angebracht, um eine leichte Tendenz in den induktiven Bereich zu korrigieren. Dies ist aber sicher standortabhängig. Eine weitere Verbesserung wäre durch mehr Drähte und einen größeren Bauchdurchmesser möglich, allerdings stellt die Ausführung mit sechs Drähten einen recht guten Kompromiss dar.

Die Mindestanzahl wären drei Drähte in 120°-Anordnung, mehr als zwölf bringen keine nennenswerte Verbesserung mehr. Auch die Lage des Bauches hat keine große Auswirkung auf den Impedanzverlauf. In diesem Beispiel wurde die Position bei $\frac{2}{3}$ der Masthöhe gewählt, oft befindet er sich auch bei nur $\frac{1}{3}$ [8]. Oft geben mechanische oder statische Gründe den Ausschlag.

Im kommerziellen Bereich besteht meistens die Forderung $s < 3$. Im Amateurfunk ist jedoch ein SWV nahe $s = 1$ gewünscht, was keine große technische Relevanz hat [9].

Die hier beschriebene Reusenantenne ist mit einem SWV von $s < 3,4$ unter 7 MHz und $s < 2,1$ von 8,5 MHz bis 30 MHz – in weiten Bereichen sogar kleiner 2 – an den meisten Transceivern direkt verwendbar. Zu einer weiteren Anpassung verhilft der Automatiktuner. Die bei $s = 3$ durch das

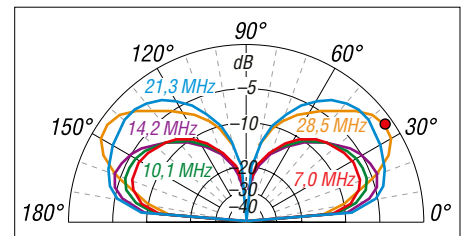


Bild 12: Simuliertes Elevationsdiagramm der Reusenantenne mit Radialnetz auf fünf der sieben damit nutzbaren Amateurfunkbändern

Speisekabel entstehenden Zusatzverluste sind vernachlässigbar. Hat das Speisekabel z. B. eine Dämpfung von 1 dB (etwa 50 m RG213 bei 10 MHz), erhöht sich die SWV-bedingte Dämpfung lediglich um 0,5 dB. Bild 15 zeigt das gemessene SWV am etwa 20 m langem Speisekabel RG213.

In [10] wird eine Antenne aus „beiden Welten“, also eine strukturbedingt breitbandige Antenne mit zusätzlicher Widerstandsbelastung beschrieben, was eine Verbesserung des SWV (immer kleiner 2) bei mäßiger Verschlechterung des Wirkungsgrads (AVG) um 2 dB bis 3 dB bewirkt.

Strahlungsdiagramme

Die Strahlerlänge ist ein Kompromiss. 10 m sind für 40 m noch zu kurz, da hier die Impedanz von etwa 64 Ω bei 200 Ω Systemimpedanz ein relativ hohes SWV von etwas über 3 ergibt. Andererseits richtet sich in Bild 12 die Kurve für das 10-m-Band schon auf, da die Strahlerlänge hier schon gleich der Wellenlänge ist. Auch auf 12 m und 15 m sind sie bereits leicht angehoben.

Die Bänder unterhalb von 18 MHz haben eine relativ flache Abstrahlung. Das zeigt die Grenzen einer Breitbandantenne auf: Mehr als ein Frequenzverhältnis von 1:4 (7 MHz bis 28 MHz) ist meist nicht sinnvoll. Ein etwas kürzerer Strahler wäre besser für die oberen Bänder, aber der 10 m lange Strahler deckt immerhin sieben Amateurbänder, Bild 9, ohne Abgleich, Abstimmung und ohne Blindelemente (mit Ausnahme eines optionalen Serienkondensators) ab.

Bild 16 zeigt den Antennengewinn zwischen 7 MHz und 30 MHz, Bild 17 den AVG-Wert. Letzterer weist im unteren Frequenzbereich den typischen Verlauf

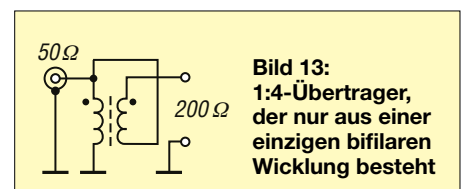


Bild 13: 1:4-Übertrager, der nur aus einer einzigen bifilaren Wicklung besteht

einer auf dem Boden aufgebauten $\lambda/4$ -Groundplane-Antenne mit Radials auf. Deren AVG liegt üblicherweise zwischen $-5,5$ dB und -6 dB, fast nur durch Bodenverluste verursacht. Der Einfluss des Bodens nimmt zu höheren Frequenzen hin ab, wodurch sich AVG und Gewinn verbessern, allerdings verbunden mit einem erhöhten Elevationswinkel.

■ Bau und Erfahrungen

Ich nutze eine 10 m hohe 6-Draht-Reusenantenne mit sechs eingegrabenen Radials unterschiedlicher Länge (5 m bis 15 m, wie es der Garten hergab). Als Antennenträger dient ein 10 m langer GFK-Mast von *Von der Ley*, der allerdings nicht mehr produziert wird. Bild 14 zeigt die Anordnung der Spreizer. Durch Löcher an deren Enden werden die Drähte gefädelt. Die beiden Kunststoffscheiben enthalten jeweils sechs Löcher zur Befestigung der Drähte mittels Knoten oder kleinen Kunststoff-

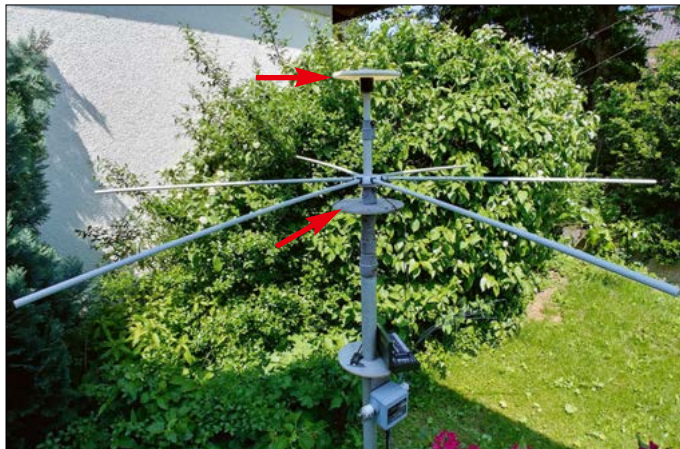


Bild 14:
Anordnung der Spreizer für den Bauch der hier eingefahrenen Reusenantenne und Position der Kunststoffscheiben zur Befestigung der Drahtenden (rote Pfeile)

blöcken. Bild 1 zeigt die aufgerichtete Antenne. Deren Hauptvorteil ist, dass sie nach dem Aufbau ohne Abgleich in Betrieb gehen kann. Die Speisung muss über einen 1:4-Übertrager erfolgen, den man ganz unten am Mast in Bild 14 sieht. Hierfür ist ein wie ein Spartransformator bifilar hergestellter Übertrager, Bild 13, aber auch ein Guanella-Übertrager mit 100- Ω -Leitung geeignet. Als Kernmaterial für 100 W Senderleistung empfehle ich *Fair-Rite-Mate-*

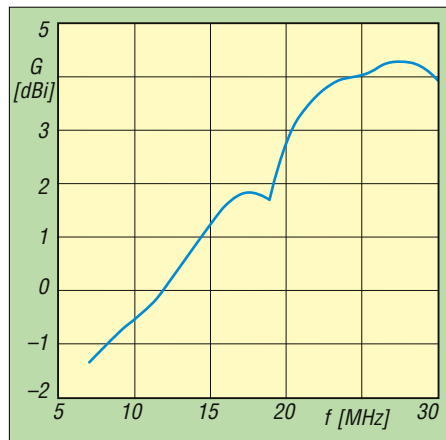


Bild 16: Gewinn im Frequenzbereich von 7 MHz bis 30 MHz

rial 43 [11]. Bei mehr als 100 W sind diese zu stapeln oder größere Kerne einzusetzen. Diese Übertrager sollen hier nur beispielhaft erwähnt werden, ausführliche Literatur zu diesem Thema bietet z. B. [12].

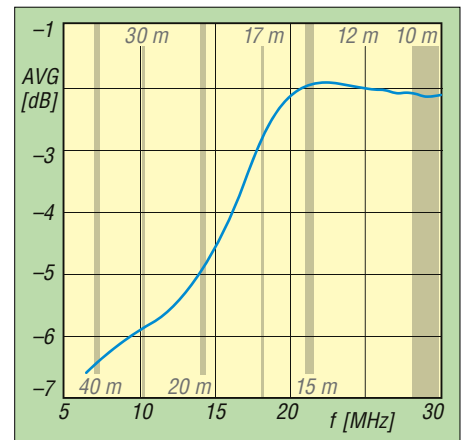


Bild 17: AVG-Wert im Frequenzbereich von 7 MHz bis 30 MHz

Empfänger sind jedoch nicht auf die Selektion der Antenne angewiesen. Bei den von mir genutzten Geräten – *ELAD FDMS2* mit externer Vorselektion, *Perseus* mit eingebauter Selektion und *Kiwi SDR* – sowie etlichen analogen Empfängern traten keine Intermodulationsprobleme auf.

Längere Tests mit WSPR ergaben, dass mit der Antenne alle Kontinente mit guten Rapporten erreicht werden konnten. Wegen der erwähnten Nahfeldstörungen war das Ergebnis beim Empfang etwas schlechter, aber zur Antarktis, nach Australien und Neuseeland reichte es auch noch. Diese Antenne funktioniert erwartungsgemäß auch auf den Rundfunkbändern.

dl2ni@darc.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Lewallen, R., W7EL: EZNEC Antenna Software. www.eznec.com
- [2] Logemann, J., DL2NI: Die M-Antenne. CQ DL 94 (2023) H. 6, S. 42–46
- [3] Voors, A.: 4nec2 – NEC based antenna modeler and optimizer. www.qsl.net/4nec2
- [4] Maguire, D., AC6LA: Antenna Modeling Software. www.ac6la.com
- [5] Barker & Williamson: BWDS Base Broadband HF Folded Dipole Antennas. www.bwantennas.com/bwds.html
- [6] Rohde & Schwarz: R&S HD420 Mobile TFD Broadband Antenna. https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/HD420_catalog_2013_34_36.pdf
- [7] International Telecommunication Union: Recommendation ITU-R P.372-16 – Radio Noise, 8/2022. www.itu.int/rec/R-REC-P.372
- [8] Greif, R.: Eine Breitband-Reusenantenne von 3 bis 30 MHz für mobile Dienste. Rohde & Schwarz Mitteilungen 5/1954, S. 289–292. www.classicbroadcast.de/Stories
- [9] Gerlach, U., DF4EU: Niedriges SWV – wozu überhaupt? www.dl2to.de/dld/SWV-Vortrag.pdf
- [10] Gerlach, U., DF4EU: TC2M-Breitband-Antenne für Kurzwellen. <https://issuu.com/radio-m05/docs/tc2m-reusenantenne>
- [11] Fair-Rite: Toroids 5943003801. Bezug: www.mouser.de → Artikelnummer 5943003801
- [12] Seveck, J., W2FMI: Transmission Line Transformers. Noble Publishing Corporation, Atlanta 2001

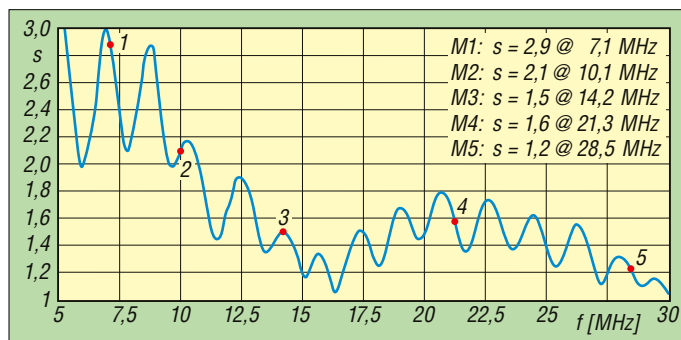


Bild 15:
Gemessenes Stehwellenverhältnis der selbst gebauten Reusenantenne im Frequenzbereich von 5 MHz bis 30 MHz

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:
Werner Dreckmann, DH4KAV
Krokusweg 16 b
53819 Neunkirchen-Seelscheid
E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ 40. AATiS-Bundeskongress

Der Bundeskongress des AATiS e.V. feiert vom 7. bis 9. März 2025 sein 40. Jubiläum. Der Kongress findet traditionell im Bildungshaus Zeppelin in Goslar statt. Die Teilnehmer erwartet auch in diesem Jahr wieder ein umfangreiches Programm, bestehend aus voraussichtlich sechs Vorträgen und sieben Workshops mit einem breiten Themenspektrum. Auf dem Programm stehen Vorträge über Aufbau, Funktion und mögliche Störungen von Herzschrittmachern, Amateurfunk und Begabtenförderung, die Chiffriermaschine *Enigma* sowie Radioastronomie und *Moonbounce* für Schulen. Weitere Vorträge sind angefragt, beispielsweise zur Jugendarbeit in der IARU und zum Planungsstand eines neuen Amateurfunksatelliten.

Zum neuen AATiS-Photonik-Projekt zur Kommunikation mit Licht wird ein Workshop angeboten, bei dem der *ELiSE2.0 Photonic Communicator AS805* und die Lichtbake *AS815* unter fachkundiger Anleitung aufgebaut und getestet werden können. Weitere Workshops ermöglichen den Aufbau eines *LED-Corner-Lights*, einer Nutzlast für Ballonmissionen mit einer Masse unter 5 g oder einer Schaltung zur Lichtmischung mit LEDs.



Ballonnutzlast *Phoenix* auf der Waage
Foto: Jens Home, DM4JH

Außerdem wird wieder ein offener Workshop mit Anwendungen zur versteckten Mathematik im Alltag und in der Natur stattfinden. Traditionell leitet Renate Strüver einen Kreativworkshop während des gesamten Kongresses.



Die Veranstaltung wendet sich nicht nur an die AATiS-Vereinsmitglieder, sondern an alle Interessierten. Ausführliche Informationen über das endgültige Programm sowie Anmeldeunterlagen und Preise werden in einigen Wochen auf der AATiS-Website www.aatis.de zu finden sein. Mitglieder erhalten das Programm zusammen mit der Einladung zur Mitgliederversammlung schriftlich als Beilage zum FUNK-AMATEUR 2/25. Pünktlich zum Bundeskongress wird auch das neue Praxisheft 35 vorliegen.

Günther Mester, DL3KAT,
2. Vorsitzender AATiS e.V.

■ 50 Jahre Red Ink Award (RIA)

Am 1.1.1975 erschien die erste offizielle Liste der RIA-Nummern. Sie umfasste 250 Einträge von Pädagogen, die die Bedingungen für die Aufnahme erfüllt hatten, und das *Red Ink Award* konnte durch Kontakte mit Inhabern dieser RIA-Nummern gearbeitet werden. Doch wie kam es dazu?

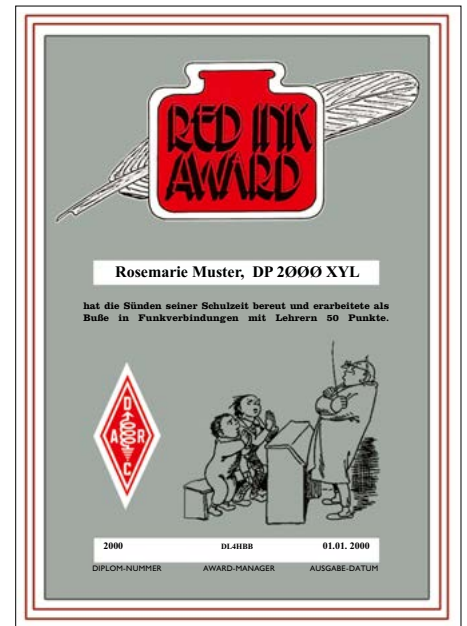
Es war im Jahr 1974, als Joachim Oswald, DL1TQ, die Anregung zur Bildung einer *Interessengemeinschaft aller funkenden Pädagogen* aufgriff. Sie sollte dazu dienen, am Funk interessierte Jugendliche über ihre Lehrer auf den Amateurfunk aufmerksam zu machen und gleichzeitig die Vorbereitung auf eine für später geplante Aktion *Amateurfunk in der Schule* zu sein. Um den Gedanken nach außen zu vertreten, kam noch der Vorschlag zur Herausgabe eines Lehrerdiploms dazu.

In einem ersten Schreiben wurden etwa 300 ausgebildete oder in Ausbildung befindliche Pädagogen, von denen man wusste, dass sie ein Amateurfunkzeugnis besaßen, zur aktiven Mitarbeit eingeladen. Aufgrund der positiven Resonanz wurde am 30.3.1974 im Rahmen eines Treffens der Initiatoren (Joachim Oswald, DL1TQ; Heinz Bürger, DL1RA; Karl Heinz Teichler, DJ6HC; Albert Leinemann, DL9AR, und weitere) auf der Sababurg im Weserbergland das *Red Ink Award* (nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen indischen Journalismuspreis) aus der Taufe gehoben.

Bei weiteren Treffen legte man die Regularien zur Vergabe der RIA-Nummer und die Ausschreibung für das Diplom fest. Termingerecht zur DARC-Hauptversammlung 1974 konnten die in vielen Sitzungen ausgearbeitete Ausschreibung und Gestaltung der Diplomurkunde dem DARC-Diplomaausschuss zur Begutachtung und Entscheidung vorgelegt werden. Als Diplommanager übergab Heinz Bürger, DL1RA, zum 31.3.1996 die Aktenordner mit den Unterlagen an Wolfgang Beer, DL4HBB, und den AATiS e.V., der den

Gedanken der ersten Stunde der Interessengruppe, nämlich das Hobby Amateurfunk Kindern und Jugendlichen nahezubringen, durch die Aktivitäten seiner Mitglieder aufrechterhält und weiterführt.

Wichtigste Regelung, die auch nach wie vor Gültigkeit besitzt: Nur wer seinen „Steckbrief“ zurückschickt sowie eine pädagogische Ausbildung bzw. Tätigkeit nachweist, erhält eine RIA-Nummer und wird in die RIA-Liste aufgenommen. Aktuell (Stand: März 2024) sind 1741 RIA-Nummern gelistet. Die RIA-Nummer lässt sich sowohl für eine Einzelperson als auch für eine Schulstation beantragen. Letztere zählen jeweils doppelt – ein besonderer Anreiz, Kontakte mit Schulstationen zu suchen.



Einen Anreiz zur Vergabe und zum Sammeln von Diplompunkten bietet die RIA-Diplomurkunde.

Einen Anlass zur Vergabe und zum Sammeln von Diplompunkten bietet insbesondere der Europatag der Schulstationen, der jährlich am 5.5. stattfindet. Aufnahme- und Diplomanträge für das RIA sowie der Ausschreibungstext sind auf der AATiS-Website unter der Rubrik *Projekte/Aktivitäten* zu finden.

■ Ob es regnet oder nicht ... Tüftler für Regensensor gesucht

Für ein *Citizen-Science*-Projekt wird eine Schaltung für einen Regensensor gesucht. Hier ist nicht die Messung von Regenmengen gefragt, sondern lediglich die Aussage, ob es regnet oder nicht. Dabei muss der Sensor zwischen Regen und Kondensationsfeuchtigkeit unterscheiden können. Die Regenereignisse sollen zeitlich geloggt werden, gerne auch gemeinsam mit Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Eine möglichst kompakte Bauweise und Batteriebetrieb über mehrere Tage sind wünschenswert.

Wer eine Idee für eine solche Schaltung hat oder, noch besser, diese auch technisch umsetzen kann, möge sich melden bei Werner, DH4KAV, unter: dh4kav@aatis.de

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

Motorola PMR446-Serie XT-400

Die meisten Menschen hierzulande dürften Motorola als Hersteller von Mobiltelefonen kennen. Neben Siemens und Nokia zählte Motorola in diesem Segment zu den erfolgreichsten Anbietern der Vor-Smartphone-Ära. Nach einer Entwicklungspause hat man heute auch Bildschirm-Telefone mit Android-Betriebssystem im Angebot. Tatsächlich hat Kommunikationstechnik von Motorola aber eine noch weitaus größere Verbreitung, nämlich bei den professionellen Funkanwendern.



Die Variante Motorola XT-420 verzichtet auf ein Display. Zur Programmierung stellt Motorola eine Software bereit.

Motorola XT-460 mit einem zweizeiligen Frontdisplay für PMR446-Jedermannfunk

Werkfotos



Heute schließt dies den digitalen Behördenfunk ein, den Motorola mit TETRA-Funkgeräten ausstattet. Hinzu kommt weitere technische Ausrüstung, darunter für den Betrieb von Leitstellen, sowie sogenannte *Bodycams* für Polizeieinsätze. Thüringen hat davon in diesem Jahr bei Motorola Solutions 1200 Stück für die Polizei des Bundeslandes bestellt. Da Funktechnik von Motorola aber auch schon lange vor der Digitalfunkära bei Behörden und Betriebsfunkern weit verbreitet war, kamen mit der Umstellung vom Analog- zum Digitalfunk große Mengen analoger FM-Funkgeräte auf den Gebrauchtmärkte. Nach einem Umbau und der Programmierung der benötigten Kanäle nutzen auch Funkamateure vor allem VHF- und UHF-Mobilgeräte von Motorola. Auf-

grund des robusten Aufbaus und der Langlebigkeit der Technik sind manche Amateurfunkrepeater damit ausgestattet.

Hierzulande weniger bekannt sind die Kurzwellengeräte von Motorola. Erstmals begegnete mir vor Jahren ein solcher professioneller KW-Transceiver auf der Amateurfunkmesse Ham Radio. Dort hatte Motorola Israel einen eigenen Stand und präsentierte ein Mobilgerät für den gesamten KW-Bereich, der sich mittels Programmierung auf die gewünschten Bänder beschränken ließ. Heute hat Motorola keine eigenen KW-Transceiver mehr im Angebot und bietet interessierten Anwendern stattdessen das professionelle Kurzwellengerät VX-1700 von Vertex Standard an.

In der Vergangenheit produzierte Motorola zudem CB-Funkgeräte für das 11-m-Band, die aber den US-amerikanischen Markt kaum verlassen haben. Beispiele finden sich unter www.radiomuseum.org im virtuellen Radiomuseum und gelegentlich bei bekannten Verkaufsplattformen. Aus diesem Bereich hat sich Motorola längst zurückgezogen. Eine andere Funkanwendung für jedermann ist quasi eine „Erfindung“ von Motorola: Mitte der 1990er-Jahre waren nach Abschaltung des Mobilfunk-B-Netzes in Deutschland Frequenzen frei geworden und Motorola wollte einige dieser Kanäle für einen neuen lizenzfreien FM-Sprechfunk im 2-m-Band verwenden, die der Hersteller *Freenet* nannte.

Die Zielgruppe waren insbesondere berufliche Anwender, denen Motorola eine günstige Alternative zum Betriebsfunk anbieten wollte. Der Name für den VHF-Jedermannfunk ist bis heute geblieben und frühe Motorola-Handfunkgeräte findet man gelegentlich auf dem Gebrauchtmärkte. Möglicherweise hoffte Motorola, dass neben Deutschland bald weitere europäische Länder Kanäle für Freenet freigeben würden, doch ist dies nicht passiert. Entsprechend dürfen die dafür vorgesehenen Handfunkgeräte weiterhin allein in Deutschland verwendet werden.

Heute überlässt Motorola das *Freenet*-Segment anderen Geräteanbietern, während man für analogen PMR446-FM-Sprechfunk die Geräteserie XT-400 im Programm hat. Die beiden Handfunkgeräte XT-420 und XT-460 sind für den Einsatz unter rauen Bedingungen konzipiert, etwa auf Baustellen oder in größeren Betrieben. Gefunkt wird auf 16 Kanälen mit 0,5 W über die fest mit dem Gerät verbundene und wie vorgeschrieben nicht abnehmbare Antenne.

Dank ihrer robusten Bauweise eignen sie sich aber ebenso für Wanderungen. Sie erfüllen die Militärspezifikationen zum Schutz vor Staub, Wind, Stößen, Vibrationen und anderen schädlichen Einwirkungen. Diese Funkgeräte werden laut Hersteller außerdem einem Testverfahren namens *Accelerated Life Testing* (ALT) von Motorola ausgesetzt, das bis zu fünf Jahre Praxisinsatz simuliert.

Die beiden Modelle unterscheiden sich im Wesentlichen durch ein zweizeiliges LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung, das beim XT-460 zur Ausstattung gehört. Es zeigt unter

anderem den aktuellen Funkkanal und den Ladestand des auf der Rückseite ansteckbaren Lithium-Ionen-Akkumulators an. Im Bereitschaftsmodus soll dieser einen Betrieb von 16 h ermöglichen, bei aktivierter Stromsparschaltung 20 h. Zum Lieferumfang gehören außerdem ein 230-V-Standladegerät, ein Holster (Gürteltasche) mit Gürtelclip und eine gedruckte Bedienungsanleitung.

16 PM446-FM-Kanäle lassen sich über einen Kanalwahlschalter auf der Oberseite einstellen, wobei das Gerät auf Wunsch den jeweiligen Kanal ansagt. Der 1500-mW-Frontlautsprecher sorgt laut Hersteller für eine gute Verständlichkeit selbst in lauter Umgebung. Vier Tasten bieten einen direkten Zugriff auf häufig genutzte Funktionen, darunter eine integrierte VOX für Freisprechbetrieb. Darüber hinaus lassen sich eine Hörsprechgarnitur und weiteres Zubehör anschließen. Eine LED signalisiert in drei Farben den Sendempfangsbetrieb sowie den aktuellen Ladestand des Akkumulators. Beim XT-460 gibt es eine Ladestandanzeige im LC-Display. Die Ladezeit beträgt laut Hersteller je nach Lademodus zwischen 2,5 h und 4,5 h.

Zur Programmierung stellt Motorola eine kostenlose Software (*Customer Programming Software*; CPS) bereit, ein geeignetes Programmierkabel ist als Zubehör erhältlich. Damit lassen sich unter anderem die ab Werk vorprogrammierten CTCSS/DPS-Codes ändern oder deaktivieren. Die Ansprechschwelle (Empfindlichkeit) der VOX ist per Software dreistufig oder per Tastenkombination direkt am Gerät wählbar; bei Auslieferung ist die mittlere Stufe voreingestellt.

Zu den weiteren Funktionen gehören ein programmierbarer Kanalsuchlauf, Ausblendspeicher für den Kanalsuchlauf, eine Sprachverschleierung, Tonsquelch mit CTCSS/DPL, Roger-Piep (deaktivierbar direkt am Gerät), Tastensperre, dreistufige Empfindlichkeit/Verstärkung des Mikrofons, Übertragung eines Ruftons beim Drücken der PTT und die Sendezeitbegrenzung.

Die robusten PMR446-Handfunkgeräte sind im Funkfachhandel erhältlich. Maas Elektronik hat das XT-420 für 139 € und das XT-460 für 179 € im Angebot.

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhône-Runde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)

Kurzwelle
in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger
Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0400-2300	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0500-0525	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisstationen)
0525-0530	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0530-0725	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0757	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0700-0725	Radio Rumänien International – 9440 (zzt. inaktiv), 11 620
0700-0800	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0700-2000	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0725-0730	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0730-1000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0900; D-o)
0758-1600	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0758-1700	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0800-1800	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0820-0830	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0900-1000	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0900-1000	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0900-1030	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0900-1100	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0900-1100	Radio SE-TA 2 – 6095 (25.12. - D-n); 6115 (31. 12. – D-g)
0900-1200	ORS Wien – 6055 (31. 12.)
0900-1500	„100-kW-Marathon 2024“ – 6070 (26. 12. – AUT)
0900-2100	Museumradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2200)
0930-1030	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
1000-1100	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So ab Januar 2025
1000-1100	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1200	Radio DARC – 6070 (AUT), 9670 (D-r); 29. 12.
1100-1127	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1100-1200	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1100-1200	Radio Joystick – 9600 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1200	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6095 (1. Sa im Quartal; D-n)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (1. So im Quartal; D-g)
1100-1200	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1100-1600	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1130-1200	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1200-1300	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1200-1300	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1200-1400	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-)
1200-1400	SM Radio Dessau – 6070 (31. 12.; Abschiedssendung Moosbrunn/AUT)
1230-1325	Stimme der Türkei – 15 270
1300-1327	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1300-1400	Radio PowerRUMpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1300-1400	Korches-Radio – 6070 (2. + 3. So/Monat; D-r)
1300-1430	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1300-1500	JAKE-FM – 6070, 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1330-1400	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1400-1800	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1830; D-o via HCJB)
1430-1457	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1500-1555	Radio Rumänien International – 11 660 (zzt. inaktiv), 15 250
1558-0100	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Korea – 6170, 9425
1600-1700	Radio DARC – 6070, 9670 (Mo; D-r)
1600-1757	Radio China International – 5970, 7380 (Musikprogramm)
1700-1730	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1800	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1700-1800	Radio PowerRUMpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1700-2000	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1700-2300	Radio Sylvia – 3955 (-1900), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1800-1827	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1800-1830	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1800-1855	Stimme Korea – 6170, 9425
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 6160, 7305 , 9615 (Musikprogramm)
1800-2100	NDR – „Gruß an Bord“ – 24. 12.: 6030 (FRA), 6080 (UZB), 9635 (AUT), 11 650 (FRA), 13830 (D-n), 15 770 (USA-o)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1855	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1830-1925	Stimme der Türkei – 5945
1855-1900	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Radio Rumänien International – 6180 (zzt. inaktiv)
1900-1955	Stimme Korea – 6170, 9425
1900-2000	Radio DARC – 3955 (D-r)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
1900-2000	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1905-1935	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1935-2100	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1900-; D-o)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2100-2200	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2200-2300	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2200-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2200-0559	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl.; D-ws)
1900-1955	Radio Rumänien International – 7235

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:

- AUT – Österreich (Moosbrunn)
- BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
- D – Deutschland (-d Datteln, -g Gera, -k Kall/Eifel, -n Nauen, -o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg, -r Rohrbach, -w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
- FRA – Frankreich (Issoudun)
- GB – Großbritannien (Woofferton)
- LTU – Litauen (Viesintos)
- USA – USA (Okeechobee, FL)
- UZB – Usbekistan (Tashkent)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fettdruck**
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ Radio DARC ab 2025 aus Woofferton

Fast zehn Jahre lang hat *Radio DARC* für die Ausstrahlung seiner Hauptsendung auf Kurzwelle am Sonntagvormittag von 11 bis 12 Uhr auf 6070 kHz einen 100-kW-Sender der ORS in Moosbrunn bei Wien (www.ors.at/radio/kurzwelle) genutzt. Zum Jahresende 2024 ist damit wie schon berichtet Schluss, denn die dortige Sendeanlage wird stillgelegt. Alle Versuche einer Rettung schlugen fehl, der Betreiber will das nach seiner Einschätzung nicht mehr in die Zeit passende Geschäftsfeld „Kurzwelle“ zum 31.12.2024 endgültig und vollständig aufgeben. Die letzte Sendung von *Radio DARC* mit 100 kW aus Moosbrunn läuft am 29.12. ab 11 Uhr (1000 UTC) auf 6070 kHz. Anlässlich der Abschaltung der Sendeanlage ist eine auf zwei Stunden verlängerte Ausgabe dieses Informationsprogramms für Funkamateure vorgesehen, also bis 13 Uhr (1200 UTC).

Im englischen Woofferton, gelegen etwa 50 km südwestlich von Birmingham, erkennt man weiterhin eine Nachfrage für Hörfunk auf Kurzwelle. Der dort noch immer vorhandene Sendekomplex der britischen Rundfunkgesellschaft BBC wird von der Tochtergesellschaft *Encompass Media* betrieben und verfügt über zehn Kurzwellensender sowie ebenso viele Antennen. Wie Rainer Englert, DF2NU, von *Radio DARC* mitteilte, wurde mit Wirkung ab Januar 2025 ein neuer Sendevertrag mit der Kurzwellenstation Woofferton geschlossen. Entsprechende Vertragsverhandlungen waren erfolgreich und die DARC-Mitgliederversammlung hat in ihrer Sitzung vom 16.11.2024 dem hierfür beantragten Etatposten zugestimmt.

„Unser Programm wird somit erstmalig am Sonntag, dem 5. Januar 2025, auf der schon bisher genutzten Frequenz 9670 kHz aus England zu hören sein“, so Chefredakteur DF2NU. Mit 125 kW Sendeleistung erfolgt die Ausstrahlung auf dieser Frequenz im 31-m-Band über eine Vorhangantenne in Richtung 105° nach Deutschland. Weiterhin bestehen bleibt auch die bekannte Aussendung von *Radio DARC* sonntags um 11 Uhr auf 6070 kHz im 49-m-Band. Dort kommt das Programm künftig mit 10 kW Sendeleistung über einen Sender von *Channel292* aus der Nähe von Ingolstadt in Bayern.

Der Fortbestand des vereinseigenen Radioprogramms des DARC e.V. auf Kurzwelle ist damit vorerst gesichert. Die Redaktion von *Radio DARC* dankte in einer Mitteilung den Mitarbeitern der ORS GmbH & Co. KG, insbesondere Ernst Vranka, OE3EVA, für die jahrelange sehr wohlwollende und tatkräftige Unterstützung und wünscht für den anstehenden Ruhestand alles Gute. Dem schließt sich die BC-DX-Redaktion des FA an.

■ NDR: „Gruß an Bord“

Auch der *Norddeutsche Rundfunk* (NDR) setzt weiter auf die Kurzwelle, wenn auch nur einmal im Jahr: Damit die Besatzungen auf ihren Schiffen die Sendung „Gruß an Bord“ auch in fernen Häfen und auf den Weltmeeren empfangen können, hat der NDR eigens für Heiligabend wieder KW-Sendestationen angemietet. In der Zeit von 1800 UTC bis 2100 UTC (19 Uhr bis 22 Uhr MEZ) erfolgt die Aus-



Digitale QSL-Karte von *SM Radio Dessau* für die Sondersendung zum 8. Stationsjubiläum im November 2024 QSL: Li

strahlung wie folgt auf 6030 kHz für die Region Atlantik-Nordost, auf 6080 kHz für Europa, auf 9635 kHz für den Indischen Ozean, auf 11 650 kHz für die Gewässer um Südafrika (Atlantik/Indischer Ozean), auf 13 830 kHz für den südlichen Atlantik, auf 15 770 kHz für den nordwestlichen Atlantik. Erfahrungsgemäß gelingt der Empfang in Europa auf mehreren der genannten Frequenzen. Empfangsberichte an gruss-an-bord@ndr.de bestätigt der NDR mit einer detaillierten QSL-Karte.

Das maritime Grußprogramm ist eine Weihnachtstradition im Norddeutschen Rundfunk: Seit 71 Jahren bringt diese Radiosendung Familien und Freunde über tausende Kilometer hinweg auf eine ganz besondere Art zusammen. Heiligabend 1953 wurde „Gruß an Bord“ zum ersten Mal ausgestrahlt, damals über *Norddeich Radio*, eine heute stillgelegte Küstenfunkstelle in Ostfriesland.

Auch in Zeiten von Mobiltelefonen und Internet hat „Gruß an Bord“ nichts von seiner Bedeutung verloren, sondern baut nach wie vor eine wichtige Brücke zwischen den Seeleuten auf den Meeren und ihren Angehörigen in Deutschland. Wie 1953 senden auch heute viele Familien und Freunde ihren Lieben auf See, die Heiligabend nicht zu Hause sein können, persönliche Weihnachtsbotschaften. Die komplette Sendung wurde am 8.12. in der Seemannsmission Duckdalben im Hamburger Hafen aufgezeichnet. Zur Einstimmung kommen zu Beginn Beiträge über maritime Themen.

■ 100-kW-Marathon 2024

Am 26.12. läuft der sechste *100-Kilowatt-Marathon*, bei dem über mehrere Stunden auf 6070 kHz Programme deutschsprachiger Stationen zu hören sind. In diesem Jahr dabei sind ab 0900 UTC *Radio DARC*, ab 1000 UTC *SM Radio Dessau*, ab 1100 UTC *Radio Klein Paris*, ab 1130 UTC *FM Kompakt*, ab 1200 UTC *Jake FM*, ab 1300 UTC *Decade AM*, ab 1400 UTC *Radio Power Rumpel*. Um

1600 UTC ist Sendeschluss. Eine digitale Sammel-QSL-Karte ist für Empfangsberichte per E-Mail an 100kwqsl@jake-fm.de erhältlich. Postanschrift: Michael Fischer, Postfach 500 138, 47870 Willich, Deutschland. Die Ausstrahlung erfolgt wie in den Jahren zuvor mit 100 kW über einen Kurzwellensender in Moosbrunn. Da wie oben erwähnt die dortige Sendeanlage zum Jahresende schließt, könnte dies der letzte *100-Kilowatt-Marathon* sein.

Die wohl vorerst letzte Sendung über die Kurzwellenanlage in Moosbrunn dürfte am 31.12.2024 laufen: *SM Radio Dessau* (www.smradiodessau.de) hat für 1200 UTC ein Programm auf 6070 kHz angekündigt, ausgestrahlt mit 100 kW und in Mitteleuropa voraussichtlich gut zu hören. In der Ankündigung heißt es dazu „bitte Zeit mitbringen – Überraschung“, sodass mit einer längeren Ausstrahlung zu rechnen ist. Das erste Programm des Jahres 2025 von *SM Radio Dessau* ist für den 12.1.2025 angekündigt, erstmals gesendet auf der neuen Frequenz 6095 kHz mit 100 kW. Diese Ausstrahlung kommt nicht mehr aus Moosbrunn, sondern über einen Kurzwellensender in Nauen bei Berlin. Weitere Sendetermine über Nauen auf 6095 kHz plant *SM Radio Dessau* wie folgt: 9.2. um 1200 UTC, 9.3. um 1200 UTC, 13.4. um 1100 UTC.

Radio welle370 strahlt am 22.12. ein Programm anlässlich 104 Jahre *Radio aus Königs Wusterhausen* aus. Sendebeginn ist um 14 Uhr, entsprechend 1300 UTC, und die Ausstrahlung erfolgt mit 10 kW auf 6070 kHz über einen Sender von *Channel292*.

Das Team des historischen Längstwellensenders Grimeton, Rufzeichen SAQ, hat für den 24. Dezember eine weitere Sendung mit 200 kW auf 17,2 kHz in Morsetelegrafie angekündigt. Die Inbetriebnahme des SAQ-Senders beginnt am 24. Dezember 2024 gegen 8.30 Uhr (0730 UTC). Im Laufe der ersten halben Stunde wird in Morsetelegrafie eine Rufschleife mit der Buchstabenfolge „vvv“ und dem Rufzeichen „SAQ“ übertragen. Um 9 Uhr (0800 UTC) folgt die Aussendung einer Weihnachtsbotschaft in Morsetelegrafie.

Während der Vorbereitungen und der Ausstrahlung läuft aus der Sendehalle eine Live-Übertragung im Video-Kanal von SAQ Grimeton bei <https://alexander.n.se>. Empfangsberichte sind willkommen und sollen über ein Online-Formular eingereicht werden. Bestätigt wird per elektronischer QSL-Karte (eQSL).

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung Januar 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Wissenschaftliche Untersuchungen zur Sonnenaktivität profitieren heute von den Beobachtungsmöglichkeiten durch Satelliten. Zu Beginn der Satellitenära entstand der Eindruck, dass diese die Beobachtungsmöglichkeiten von der Erde aus komplett ersetzen könnten. Das ist aber nicht so. Beispielsweise entsprechen die Vorhersagen zum Verlauf des 25. Sonnenfleckenzyklus, die zur Zeit des Minimums (2019 bis 2020) erstellt wurden, nicht der Realität. Sie sagten für Juli 2025 mit $R=115$ ein niedriges Maximum vorher, aber es fällt glücklicherweise hoch aus.

Ähnlich ist die Situation bei Kurzzeit-Vorhersagen. Zum Beispiel: Nach der Eruption eines Plasmafilaments nahe der Region 3901 am 25. November wurde rechnerisch die Plasma-

wolke an der Erde am 28. November erwartet und ein G2-Magnetsturm vorhergesagt. Die Plasmawolke kam fünf Stunden später als erwartet und streifte die Erde nur kurz und schwach. Entgegen den Vorhersagen folgte kein geomagnetischer Sturm. Die Ausbreitungsbedingungen blieben überdurchschnittlich gut.

Für Januar 2025 gelten folgende Vorhersagen für die Sonnenfleckenzahl R : NOAA/SWPC 132,5 (ursprünglich 113,1), SIDC (WDC-SILSO) 159 mit der klassischen Methode und 142 mit der kombinierten Methode; BOM SWS (Australien) 147,1. Unsere Diagramme beruhen auf $R=121$.

Wenn der Januar in das Sonnenfleckenmaximum auf der nördlichen Hemisphäre fällt, bestehen optimale Möglichkeiten für DX-Verbindungen auf den unteren Kurzwellenbändern in Richtungen, die zu anderen Zeiten des Jahres nicht so offen sind. Jetzt ist die Dämpfung am geringsten, aber trotzdem höher als auf kürzeren Wellenlängen. Deshalb ist hier WSJT (Weak Signal Radio Communication von Joe Taylor, speziell FT8, FT4, JT65) sehr effektiv. Das Gleiche gilt für Baken und WSPR (Weak Signal Propagation Reporting).

Der vergangene November startete mit hoher Sonnenaktivität. Die sehr guten Ausbreitungsbedingungen auf den Kurzwellenbändern gipfelten in der positiven Störungsphase am 9. November. Ihr folgte eine signifikante Verschlechterung, speziell zwischen dem 14. und 26. November. Erst in den letzten Tagen des November und Anfang Dezember gab es wieder sehr gute Ausbreitungsbedingungen.

Die Monatsmittelwerte der wichtigsten Aktivitätskenngrößen sind: SIDC $R_1 = 152,5$, DRAO SF = 201,3 und Wingst $A = 10,7$. Für Mai 2024 beträgt die geglättete Sonnenfleckenzahl $R_{12} = 149,1$. Vorläufig gilt, dass das erste Maximum dieses Elfjahreszyklus wahrscheinlich im Oktober 2024 war.

Legende zu den Diagrammen

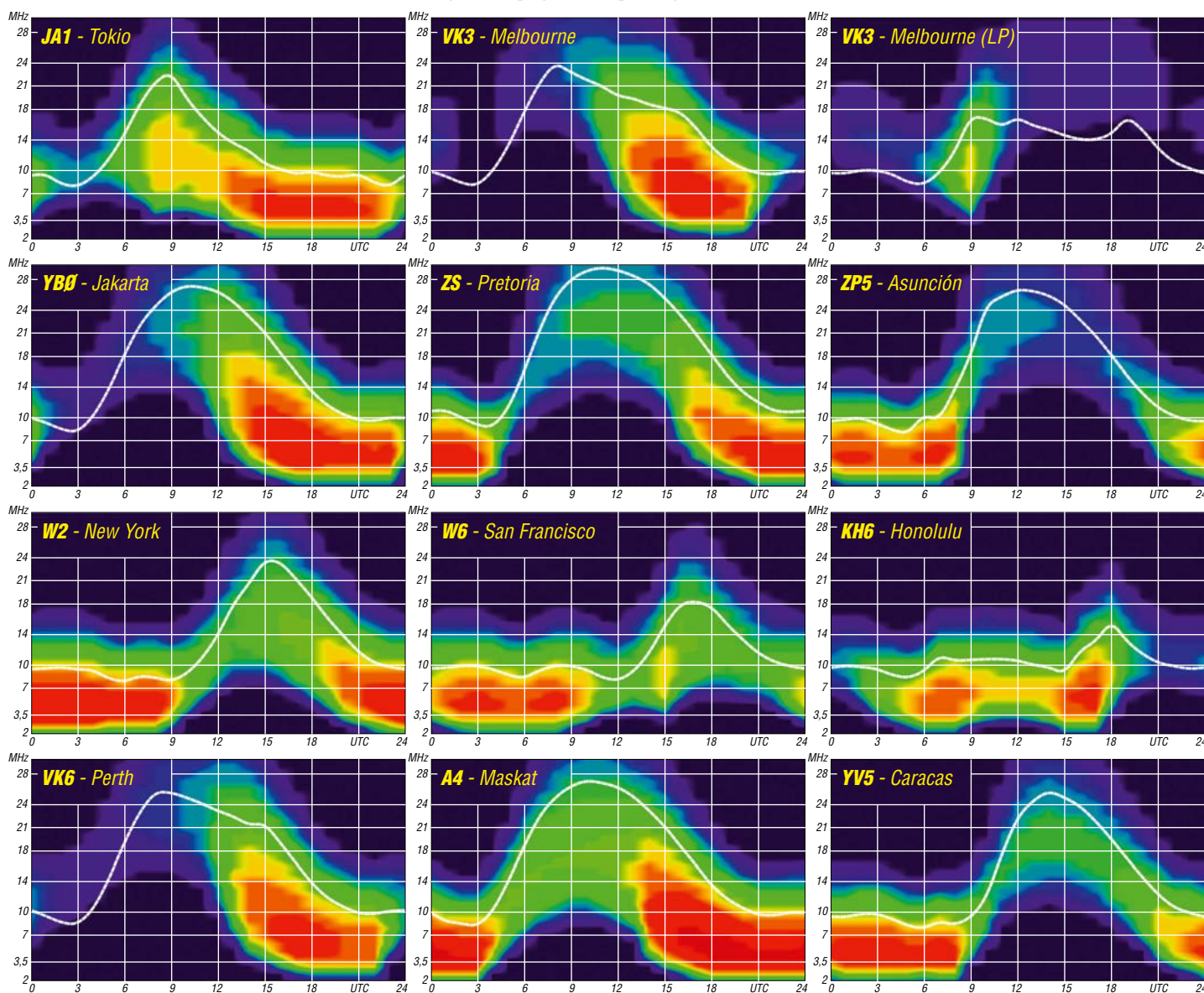
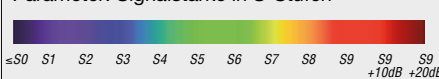
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
 Försterweg 8, 09437 Börnichen
 E-Mail: dl2hsc@darc.de



■ SOTA-DL

Eine der letzten Erstaktivierungen in SOTA-DL gelang Daniel, DM1DF, und Thomas, DF7TR, am 10.11. Gemeinsam bestiegen sie den noch nie aktivierten, 2670 m hohen Hinterreintalschrofen, (DL/WS-025) im Wettersteingebiet und funkten auf Kurzwelle in SSB und CW sowie in FM auf 2 m. Dafür waren sie 8 h unterwegs und legten 16 km und 1400 Höhenmeter zurück.

Ihre denkwürdige Aktion haben sie in einem Youtube-Video – auf Youtube nach *SOTA DL/WS-025 Hinterreintalschrofen* suchen – festgehalten. Leider wird auch dieser Gipfel Ende 2024 aus der SOTA-Liste gestrichen.

■ Sächsischer Bergwettbewerb

Bernd, DL2DXA, listet im *Bergkurier* 389 die Änderungen für 2025 auf. Der *Tangelberg* bei Sosa wird aus der Liste gestrichen. An dessen Stelle kommt der *Schatzenstein* in der Nähe von Elterlein in die Wertung. Dieser 760 m hohe Berg ist zudem Standort der Station 133 der *Königlich Sächsischen Triangulierung* und zählt für den Sächsischen Trig-

Punktwettkampf. Die Ausschreibung dazu lässt sich auf der Seite des DARC-OV S05 nachlesen. In der Westlausitz kann für den meist zugewucherten und damit nur schwierig zu befunkenden Heiligen Berg auch der *Hennersdorfer Berg*, der fast 50 m höher ist,

■ Rückblick: SOTA-Jugendpokal

Am 17.1.2004 fand in Kassel ein Treffen des damaligen SOTA-Teams *DL – Deutsche Mittelgebirge* mit DL1JMS, DL2LUX, DL2LTO, DK1KBB, DL2BUE, DH3ZK, DL2HSC und DG4PB statt. Auf Vorschlag von Wolfgang,



DM1DF beim
 Funkbetrieb auf
 2670 m Höhe.
 Foto: DF7TR

gewertet werden. Wer den *Czorneboh* erwandert, darf sich dafür jetzt einen Wanderpunkt gutschreiben. Die *Scharspitze* bei Altenberg im Osterzgebirge hat als Alternativstandort die *Biwak-Kuppe* mit 828 m Höhe in der Nähe der Scharspitze bekommen. Benannt wurde die Biwak-Kuppe nach der gleichnamigen Sendung im MDR-Fernsehen, die es aber in der gewohnten Form aus Kostengründen so nicht mehr geben wird. Die Änderungen sind auch im *Bergkurier* unter www.dl2lto.de/SBW/dld/sbk/bergkurier_389_2024_30.pdf nachzulesen.

DH3ZK, wurde der SOTA-Jugendpokal gestartet. Bedauerlicherweise mussten wir im vergangenen Monat erfahren, dass Wolfgang am 11.11.2024 unerwartet verstorben ist. Er war zusammen mit Harald, DL2HSC, als Pokalmanager für die Durchführung des Wettbewerbs zuständig. Ab Oktober 2006 übernahm dann Kim, DG9VH, diese Funktion. Über den Jugendpokal konnte ich seinerzeit auch regelmäßig im QTC (damals noch SOTA-QTC) berichten. Leider wurde der Wettbewerb Ende 2008 beendet.

Tnx Info Martin Rothe, DF3MC

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
 Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
 E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Digitaler Rundspruch aus Oberbayern

Rundspruchsendungen sind ein fester Bestandteil des Amateurfunkdienstes. Sie unterstützen unter anderem die Ausbildung, indem unter realen Bedingungen Abläufe des Betriebsdienstes trainiert oder Morsekurse ortsunabhängig durchgeführt werden.

Darüber hinaus bieten sie eine Kommunikationsmöglichkeit, die für den Amateurfunk relevante Mitteilungen, unabhängig von gedruckten Medien, einem größeren Empfängerkreis schnell zugänglich macht. Lokale oder überregionale Rundsprüche werden im Kurzwellenbereich vorzugsweise im 80-m- oder 40-m-Band gesendet. Das dichte Netz an Relaisfunkstellen im VHF- und UHF-Bereich, mit ihren teilweise komplexen Zusammenschaltungen, bietet zusätzliche Verbreitungswege.

Ende der 70er-Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden bereits regelmäßig Rundsprüche im RTTY-Verfahren auf Kurzwelle und UKW ausgestrahlt. Der Empfängerkreis der Textnach-

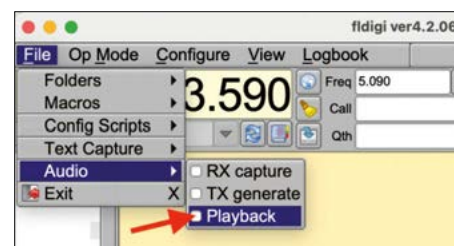
richten war zunächst noch überschaubar, denn nur wenige Funkamateure verfügten über eine laut ratternde Fernschreibmaschine. Der Nutzerkreis vergrößerte sich mit der Verbreitung von Heimcomputern. Das entstandene Paket-Radio-Netz stellte bereits damals unabhängige Übertragungswege bereit, über die sich auch Rundsprüche und DX-Meldungen weltweit austauschen ließen.

Experimente mit digitalen Modi sind auf den Amateurfunkbändern immer wieder anzutreffen. Seit Anfang November 2024 werden die regelmäßigen digitalen Rundspruchsendungen von DL0BS im Mode MFSK32 jetzt montags, um 21 Uhr Lokalzeit, auf der Frequenz 3590 kHz (USB), mit einer Sendeleistung von 500 W ausgestrahlt. Der Sender befindet sich in Bruck-Alxing, Locator JN58XA, etwa 20 km östlich von München.

Das Digital-QTC beinhaltet den Oberbayern-Rundspruch mit Meldungen aus dem Distrikt C, sowie Auszügen aus dem DARC-Deutschland-Rundspruch. Die Rückmeldungen im Bestätigungsverkehr lassen erkennen, dass der Inhalt in weiten Teilen Deutschlands fehlerfrei lesbar ist.

Ein MFSK32-Signal lässt sich auf dem heimischen Rechner mithilfe zusätzlicher Software, z. B. *MultiPSK* oder *FLdigi*, decodieren. Wer noch nicht so sicher in der Bedienung dieser Programme ist, kann das Empfangssignal zunächst als reine Audiodatei aufzeichnen. Zum

Beispiel mit dem Programm *Audacity*. Um später unter *FLdigi* die nachträgliche Decodierung zu starten, ist zunächst der Mode *MFSK32* einzustellen. Im Menü *File/Audio* ist zusätzlich die Option *Playback* zu aktivieren.



FLdigi-Audioeinstellung Screenshot: DL7UAW

Im sich anschließend öffnenden Fenster kann die lokal gespeicherte Audiodatei ausgewählt und damit die Decodierung gestartet werden. Lässt sich aufgrund von starken lokalen Störungen die Aussendung nicht direkt empfangen, ist die Nutzung eines WebSDR-Empfängers eine mögliche Alternative. Teilweise verfügen solche Empfänger über eine Recorder-Funktion, über die anschließend auch ein Download der Audiodatei möglich ist.

Literatur

- [1] www.darc.de/der-club/distrikte/c/rundspruch
- [2] <https://sourceforge.net/projects/flidigi/files>
- [3] http://f6cte.free.fr/index_anglais.htm
- [4] www.audacityteam.org

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR
Hinter den Höfen 4
27305 Bruchhausen-Vilsen
E-Mail: dx@dl2vfr.de
URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC
Berichtszeitraum: 6. 11. bis 3. 12. 2024

Das scheidende Jahr wird uns mit ganz außergewöhnlichen Ausbreitungsbedingungen in Erinnerung bleiben. Ebenso brachte es uns zahlreiche DX-Aktivitäten, vor allem aus dem pazifischen Raum. Der Begriff des *RiB* (*Radio in a Box*) als besondere Variante des Remote-Betriebs hat einen festen Platz im Vokabular des DXers gefunden. Gleichfalls gehören DXpeditionsteilnehmer, die von weit her remote zugeschaltet werden, inzwischen nicht mehr zu den Ausnahmen.

FT8 und FT4 sind nunmehr Teil des Standardprogramms der DXpeditionen geworden. So manche Expedition verlässt sich sogar ausschließlich auf diese Sendart. Gleichzeitig sind in diesem Zusammenhang hohe Doppel-QSO-Raten, mitunter auch um die 40 %, keine Seltenheit mehr. Und wir haben gelernt, dass auch Amateurfunkorganisationen inklusive ihrer Online-Logbücher (LoTW) nicht sicher sind vor kriminellen Hackerangriffen.

Ganz zweifellos wird das Jahr 2025 in Bezug auf den 25. Zyklus, aber auch in Hinblick auf weitere interessante DXpeditionen ganz ähnliche Höhepunkte bereithalten.

CondX

Verglichen mit den Aktivitäten der Sonne in den vorangegangenen Monaten war der November eher unspektakulär. Der Einstieg erfolgte auf hohem Niveau mit einem X-Flare und einer Reihe der Klasse M und C. Das bescherte uns zunächst noch einen solaren Flux von über 260. Danach sackte der Wert mangels Sonnenflecken bis Monatsmitte Richtung 140. Trotzdem ist das einzig Schlechte, was wir



über diesen Monat sagen können, das Abrutschen der MUF (*Maximum Usable Frequency*) um den 8. bis 10. herum, verbunden mit ein paar Blackouts. Zum einen befinden wir uns im Maximum des Zyklus, klagen also auf hohem Niveau. Zum anderen verhelfen uns die kurzen Tage zu ungestörten Bedingungen auf den unteren Bändern, weil die D-Schicht einfach weniger Gelegenheit hat, sich auszubil-



den. Auf den oberen Bändern hingegen beobachteten wir nahezu durchgängig Öffnungen bis über das 10-m-Band hinaus. Sogar auf 6 m kam man mit DX zum Zuge. Nicht selten war die Jagd nach DX-Verbindungen bis in den Abend hinein noch möglich. Gegen Monatsende zogen die solaren Werte dank einiger Flares wieder an und das bei ausgesprochen ruhigem geomagnetischem Feld. Der CQWW-DX-Contest in Telegrafie hätte kaum bessere Bedingungen bieten können.

DXpeditionen Rückblick

Der November zauberte eine ganze Reihe interessanter und exotischer Rufzeichen in unsere Stationstagebücher. VK9CV brachte es auf 105 786 Logeinträge, davon über die Hälfte in FT8 und ein Drittel in CW, der Rest verteilt sich auf SSB und RTTY. C21MM loggte 33 576 QSOs in CW, 42 002 in FT8, 14 759 in SSB und 3677 in RTTY. Damit summiert sich das Gesamtergebnis auf 94 014 Verbindungen.

S9Z brachte es auf 52 242 QSOs insgesamt bei über 50 % in FT8, der Rest verteilt sich gleichmäßig auf CW und SSB. Die QSO-Bilanz der anderen DXpeditionen: E51SGC 48 111, V55LA 35 248, 3B8M 39 719, FW7AA 15 551 und VP8G 10 860. Bei XT2MD sollen es über 77 000 gewesen sein und 3DA0DL brachte es auf fast 50 000 Einträge. Zum Betrieb von 3D2Y gab es Unsicherheiten, ob die zu Beginn vorliegenden Lizenzpapiere ausreichten. Am Ende waren es für die Rotuma-DXpedition über 40 000 QSOs, wobei 25 % Duplikate sind.

Kurz-Infos

Rebel-DX ließ verbreiten, dass es vom 17. 12. bis 1. 1. nach T32 gehen könnte, danach würde man in der dritten Januarwoche als 5N9DTG aktiv werden. – D4B, ZL7C (beide 30 m in CW) und 5U1A waren Mitte November das Werk eines Piraten. Gleiches gilt für E30NA in FT8. Ende November tauchte dann noch OJ0G auf. Allerdings ist der Leuchtturm auf Market Reef seit Oktober geschlossen.

Vorschau

Afrika: F4GJE ist am 4. und 5. 1. unter **C5RK** von 80 m bis 10 m in SSB, FT8 und FT4 aktiv. Anschließend soll am 11. und 12. 1. mit **6W1RD** aus dem Senegal gearbeitet werden. QSL direkt via EA7FTR.

Im Zeitraum 10. bis 31. 1. funkt F5NVF unter **TY5C** auf 80 m bis 10 m. Er arbeitet gelegentlich in Telegrafie oder FT8 mit 100 W und Drahtantennen. QSL via F5RAV direkt oder über das LoTW. – Eine große Gruppe aus

Tschechien hat sich für den 17. 1. bis 2. 2. unter **C8K** aus Mosambik angekündigt. Es wird Funkbetrieb auf allen Bändern in den Sendarten SSB, CW, RTTY, FT8, FT4 und PSK in Aussicht gestellt. QSL-Karten vermittelt OK6DJ und es gibt außerdem Bestätigungen über das LoTW.

DB4REB will während seines Urlaubs noch bis zum 30. 1. unter **CN2REB** in CW, SSB und FT8 von verschiedenen Standorten und aus Agadir funken. QSL via eQSL, direkt oder an das Heimatrufzeichen.

Asien: Take ist bis 31. 3. sowohl unter **JS6RRR** als auch unter **J13DST/6**, **JJ5RBH/6** und **JR8YLY/6** von Miyako mit IOTA **AS-079** auf allen Bändern in CW, SSB und FT8 QRV. QSL via Heimatrufzeichen und LoTW.

DC0KK ist wieder als **4S7KKG** bis März aktiv. Gefunkt wird ab 20 m aufwärts meist digital, vielleicht auch in CW. QSL via LoTW oder Club Log (OQRS) oder auch direkt.



Ozeanien: JA6EGL und JE6KFN funken vom 10. 1. unter **T88SM** bzw. **T88XK** von Koror mit IOTA **OC-088** auf allen Kurzwellenbändern in CW, SSB und digital. QSL via Heimatrufzeichen.

Ein mehrköpfiges Team um F6BCW und F5SDD plant vom 12. bis 27. 1. eine Aktivität von Hiva Oa auf den Marquesas. Fünf Stationen sollen rund um die Uhr unter **TX7N** auf allen Bändern aktiv sein. Bestätigungen gibt es über ein OQRS auf Club Log bzw. über das LoTW. **KH7AL/KH9** wird sich in seiner freien Zeit gelegentlich zum Jahresende auf den Bändern zeigen. Er funkt ab 40 m aufwärts, vorwiegend in SSB. QSL via Büro oder direkt an sein Heimatrufzeichen.

DL7JLL hat verbreitet, dass er zwischen dem 18. 12. und 15. 1. unter **FO/DL7JLL** von Mangareva mit IOTA **OC-063** und als **VP6JLL** von Pitcairn funken wird. Mit 50 W und Drahtantennen dürfte es auf den vorgesehenen Bändern 10 m, 15 m und 20 m in SSB nicht so einfach werden.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
DU7ET	1822 2130	VP2MCW	18075 2230
80 m		15 m	
K1LZ	3540 2300	ZL4TT	21048 0800
40 m		12 m	
HS19IARU	7028 2200	V55LA	24896 1200
30 m		10 m	
ZL4YY	10115 0700	VP8G	24910 0900
20 m		XE3X	28058 1830
3D2AG/p	14007 1300	L33M	28146 1530



JG8NQJ/JD1 ist wieder bis Anfang März auf Marcus Island mit IOTA OC-073. QSL direkt an JA8CJY oder via Büro an sein Heimatrufzeichen.

QSL-Splitter

LoTW-Bestätigungen gingen für folgende Rufzeichen ein: 3G7CW, B0A, BI6LFJ, C21MM, AZ1D, KL7SB, KP4AA, PV2K, PZ5DX, V26K, VE9AA, VP5/WT3K, VQ5Y, XE2X, XR7K, ZF2SS, ZL4TT, ZL4YY und ZM100DX

Über das Büro kamen diese QSL-Karten: 4O/DL2JRM, 4X9XMAS, LX1CC, LX2A, PS0F, RI1OR, VE4GV/6Y sowie Z66BCC. Im Briefkasten fanden sich außerdem Bestätigungen für: C21MM, D93H, DS1TUW/2, RI0POL, RI0SP und TT8RR.

Sat-QTC

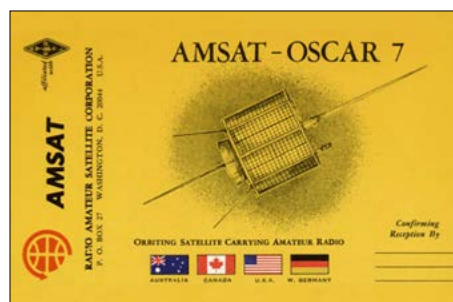
Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ 50. Jahrestag von AO-7

Es wird häufig berichtet, dass die ältesten noch im Weltraum funktionierenden Satelliten die Raumsonden *Voyager 1* und *Voyager 2* seien. Diese Sonden wurden 1977 gestartet, doch sind sie tatsächlich die ältesten funktionsfähigen Raumsonden im Weltraum? Zumindest trifft dies für *Voyager 1* wieder zu. Die über 46 Jahre alte Raumsonde hat den regulären Betrieb wieder aufgenommen und sendet erneut aus einer Entfernung von 24,9 Mrd. km wissenschaftliche Daten zur Erde. Nachzulesen ist das in einem Bericht auf der Website: <https://winfuture.de/news/147150.html>

Berücksichtigen wir auch die Satelliten in der Erdumlaufbahn, was hier angebracht ist, so ist der am 15. 11. 1974 gestartete AMSAT-OSCAR-7 (AO-7) der älteste noch funktionierende Satellit, der weiterhin Funkamateuren auf der ganzen Welt zur Verfügung steht.



QSL-Karte der AMSAT zur Bestätigung des Empfangs der Signale von OSCAR 7 (1974)

Grafik: AMSAT

In seiner ersten Betriebsphase hatte AO-7 eine Lebensdauer von 6,5 Jahren. Ende 1980 begannen die NiCd-Akkumulatoren von AO-7 Anzeichen eines erhöhten Widerstands zu zeigen. Dies war ein sicheres Zeichen für die AMSAT-Kommandostationen, dass das Ende in Sicht war. Die Zellen waren ursprünglich von der NASA auf ihre Kapazität abgestimmt

worden. Tatsächlich fielen sie im Juni 1981 aus, als eine dreiwöchige Phase begann, in der der Satellit jeweils 20 min im Erdschatten flog.

AO-7 blieb fast 21 Jahre lang inaktiv. Im Sommer 2002 erwachte AO-7 jedoch wieder zum Leben. Wahrscheinlich durch Strahlungseinflüsse änderte sich der Status einer NiCd-Zelle, sodass die Solarzellen die Steuer- und Kommunikationseinheiten erneut mit Energie versorgen konnten.

Der bereits verstorbene Pat Gowen, G3IOR, entdeckte am 21.6.2002 als Erster die CW-Telemetrie des als verstummt geglaubten Satelliten und informierte Perry Klein, W3PK, den ersten AMSAT-Präsidenten und Konstrukteur des VHF/HF-Transponders. Daraufhin begannen viele satellitenbegeisterte Funkamateure, die Signale von AO-7 zu beobachten, und das zweite Leben des „Sleeping Beauty“-Satelliten nahm seinen Anfang.

Die AMSAT-NA hat auf ihrer Website eine Linkseite zu Artikeln über AO-7 bereitgestellt, nachzulesen unter: www.amsat.org/amsat-ao-7-a-fifty-year-anniversary

■ Status von FO-29

Die Akkumulatoren von FO-29, der sich seit 28 Jahren im Orbit befindet, können weiterhin den Analog-Transponder nicht ständig mit Strom versorgen. Die Kommandostation der JARL schaltet den Transponder zu verschiedenen Zeiten wieder ein, bis die UVC (under-voltage control) des Satelliten ihn automatisch wieder ausschaltet.

■ Status von AO-73

AO-73 befindet sich im *Autonomous Mode*. Dies bedeutet *High Power Telemetry* im Sonnenlicht und Transponder im Erdschatten. Die Kontrollstationen beobachten den Zustand des elf Jahre alten Akkumulators. Bei starker Beanspruchung kehren die Zellen in den Eclipse-Modus zurück.

■ Ein PocketQube und drei CubeSats verglüht

Laut eigener Berechnungen mit dem Programm *SatEvo* verglühten SO-121, ein PocketQube von AMSAT-EA, am 5. 11., Binar-2 am 9. 11., Binar-3 am 5. 11. und Binar-4 am 4. 11. 2024 in der Erdatmosphäre.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL

Die Planungen für das CW-Wochenende im April nehmen Gestalt an. Es sieht so aus, als ob die Wettkämpfe um den *Deutschen Telegraf Pokal* (DTP) wieder stattfinden können. Wir haben vorsorglich Termine und Räumlichkeiten reserviert. Vorträge wurden bisher zugesagt von Emil, DL8JJ, der seine Erfahrungen auf der DXpedition XT2MD teilen will. Dick, PA2DW, wird über die CW-Academy auf der SS Rotterdam berichten und Karl-Heinz, DK8KK, über den Stand der Bemühungen, Morsetelegrafie als Weltkulturerbe anerkennen zu lassen. Ein weiteres Thema soll die Zusammenarbeit mit der OECWG sowie den Marinefunkern über die Förderung der Nachwuchsarbeit sein.

Eine weniger bekannte Telegrafievereinigung in den USA ist *NO5NN*, www.no5nn.org, mit dem Motto: Qualität geht über Quantität. Sie setzt sich für CW-QSOs ein, die ein Mindestmaß an Informationen enthalten wie einen realistischen Rapport, Standort, Name und zusätzlich Angaben zur Sendeleistung und der Antenne. Weiterhin verteidigt *NO5NN*, genau wie wir, die CW-Bereiche und ist gegen jede Bestrebung, diese auf die unteren 25 kHz der Bänder zu begrenzen.

Termine im Januar 2025:

AGCW HNY Contest: 1. 1., 0900 ... 1200 UTC

AGCW HNY VHF/UHF Contest: 1. 1., 1400 ... 1800 UTC Volker Enderlein, DJ9BM

■ Neues aus dem HSC

Die Resultate des HSC-Herbst-Contest stehen fest. Wir konnten drei *Champions of the Year* mit einem Pokal ehren. Diesen Ehrentitel erhält, wer zwei der Conteste eines Jahres gewinnt: HA1YA, Gabi, HSC #728, in der Kategorie HSC-Members, RA3AN bei den non-Members und DM2DZM, Peter, HSC # 768, in der Rubrik QRP.

Link des Monats: Eine gute Möglichkeit, die globale Ausbreitung des eigenen Signals zu prüfen, bietet das Internet über die Website <http://websdr.org>. Wer möchte, kann auch selbst mit wenig Aufwand einen solchen Empfänger betreiben und das Empfangsspektrum ins Internet stellen. Hardware und Anleitung sind ebenfalls im Internet verfügbar.

Einsendeschluss für den Marathon 2024 ist der 31. 1. 2025. Die Auswertung übernimmt Andy, DK9HE. – Nostalgiker seien noch auf die RTTY-Conteste im Januar hingewiesen.

KW-CW-Conteste (Auswahl) im Januar 2025:

Happy New Year Contest: 1. 1., 0900 ... 1200 UTC

HADX Contest: 18./19. 1., 1200 ... 1200 UTC

Das HSC-Komitee wünscht allen Freunden der Telegrafie ein erfolgreiches und gesundes neues Jahr 2025. Weitere Infos gibt es unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Total-Cross-Border-Communication in Baden-Württemberg (2)

Die geplante Plattform soll einerseits die verschiedenen Kommunikationswege bzw. Funkstandards bedarfsgerecht kombinieren und zugleich die hierüber abgewinkelte Sprachkommunikation automatisiert übersetzen und adressatengerecht über die jeweils genutzten Kommunikationskanäle wieder ausgeben.

Entwicklung eines Prototyps

Nach einer erfolgreichen Bewerbung um Mittel aus einer Fördermaßnahme der Europäischen Union wurde am 23. 11. 2023 das sogenannte *Grant Agreement* (Kennnummer GAP-1011 27654) final unterzeichnet. Das Land Baden-Württemberg und die Europäische Union finanzieren das Projekt nun anteilig zu jeweils 50 %. Auch die BDBOS, www.bdbos.bund.de, hat eine Unterstützung des spannenden Projekts bekundet. Darüber hinaus wurden Kontakte mit verschiedenen Hochschulen und Forschungsinstituten hinsichtlich einer möglichen Beratung und Zusammenarbeit im Rahmen dieses Projekts hergestellt.

Ein weiterer Austausch besteht mit der *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), einer Behörde für Forschungsprojekte des Verteidigungsministeriums der USA, die für die US-Streitkräfte mit dem System *Broad Operational Language Translation* (BOLT) bereits eine ähnliche Lösung entwickelt hat. In einem nächsten Schritt soll innerhalb des dreijährigen Projektzeitraums zusammen mit den Projektpartnern und im Rahmen eines Machbarkeitsnachweises ein Prototyp entwickelt werden, der dann im Dreiländereck Deutschland–Frankreich–Schweiz zum Einsatz kommt.

Europäische Lösung für grenzüberschreitende Kommunikation

Es gibt viele Beispiele für Einsatzszenarien, in denen eine zuverlässige grenzüberschreitende Kommunikation zwischen internationalen Sicherheitsbehörden unerlässlich ist. Dies betrifft im bereits genannten Dreiländereck vor allem die Kommunikation im Rahmen der Nacheile (Befugnis, einen flüchtenden Tatverdächtigen über die Landesgrenzen hinaus zu verfolgen und festzuhalten, bis Vertreter des Empfangsstaates die Festnahme vornehmen können), bei der Durchführung gemischter Streifen sowie Polizei- oder Zolleinsätzen im Grenzgebiet, bei Sucheinsätzen nach Vermissten auf dem Bodensee, bei Unterstützungseinsätzen der Feuerwehr im Ausland, bei der Unterbringung von Patienten in ausländischen Krankenhäusern, wenn nur dort Bettenkapazitäten zur Verfügung stehen.

Ziel ist eine souveräne, europaweite Lösung, die grenzüberschreitende Kommunikation zwischen europäischen Sicherheitsbehörden durch Nutzung verschiedener Kommunikationswege und Funknetze signifikant verbessert. Dadurch sollen auch in komplexen bzw. dringlichen operativen Einschreiteszenarien, die ein grenzüberschreitendes Zusammenwirken der Sicherheitsbehörden erfordern, die allgemeine Handlungssicherheit gestärkt und Einsatzmaßnahmen beschleunigt werden. Ein solches System könnte dann europaweit auch in anderen Grenzregionen eingesetzt werden.

■ PMRExpo und zweiter Hackathon

Die PMRExpo 2024, Europas führende Messe für sichere Kommunikation, fand vom 26. bis 28. November in Köln statt und zog erneut zahlreiche Aussteller und Besucher aus aller Welt an. Mit über 260 Ausstellern aus 25 Ländern übertraf die Messe die Erwartungen und setzte neue Maßstäbe in der Branche der einsatz- und geschäftskritischen Kommunikation. Sie bot eine Plattform für Innovationen und Lösungen rund um die sichere Kommunikation für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), Kritische Infrastrukturen (KRITIS) und verschiedene Wirtschaftssektoren [1].

Zu den Highlights der Messe gehörten die Präsentationen von 5G-Campuslösungen, Leitstellentechnologien und Applikationslösungen. Ein besonderes Augenmerk lag in diesem Jahr



Stand von *Augmented Hearing*

auf der Integration von privaten 5G-Campusnetzen und *Critical IoT*. Die neue Sonderfläche *5G-Hub for Private Networks* zeigte eindrucksvoll, wie private 5G-Netze branchenspezifische Anforderungen erfüllen können. Ausgewählte Aussteller präsentierten anhand von Miniaturmodellen und Demonstrationen verschiedene Anwendungen, darunter die Steuerung von Robotern und Drohnen bei Feuerwehreinsätzen. Der *PMRExpo Summit* bot ein hochkarätiges Programm mit praxisnahen Einblicken in die Herausforderungen und Entwicklungen der Branche. Experten diskutierten über die neuesten Technologien, Sicherheitsaspekte und Geschäftschancen.

Die Sensation der Messe war für mich am unscheinbaren Stand von *Augmented Hearing* zu finden. Dieser Begriff bezeichnet die Idee, mittels extrem klein und innovativ entwickelter KI ein verbessertes oder erweitertes Gehör zu schaffen. Als Beispiel wurde mir und Andreas, DC2QE, eine Probe vorgespielt, in der eine Frau mit einem weinenden Kind im Arm

einen Notruf absetzte. Weder die Frau war zu verstehen, noch ihre Sprache zu erkennen. Mittels KI konnte das schreiende Kind komplett herausgerechnet werden und die Mutter – sie sprach englisch – war einwandfrei zu hören. Auch Hundegebell lässt sich ausblenden. Die nächste Entwicklung soll dann Echtzeitübersetzung ermöglichen und eine Miniaturisierung zur Anwendung in Hörgeräten sein. Sehr beeindruckend, was KI mittlerweile schon kann.

Der Funktrend geht ganz klar zu Hybridgeräten, die einerseits DMR, dPMR sowie NXDN (TETRA) können und andererseits z. B. auch LTE-, 5G- oder WLAN-fähig sind. Falls bei

Outdoor-Repeater und Basisstation unter der Dusche



Großveranstaltungen das LTE- bzw. 5G-Netz überlastet ist, soll automatisch ein DMR/dPMR/NXDN-Netz aufgespannt werden. Am Icom-Stand wurde das System gut präsentiert. Außerdem waren die neuen Freenet/dPMR-Geräte zu sehen, die demnächst noch eine Sprachausgabe erhalten sollen.

Ein Trend scheint auch die Außeninstallation, das sogenannte *Outdooring*, von Basisstationen und Relaisfunkstellen zu sein. An einigen Ständen, wie z. B. bei Hytera, sah man die Repeater zur Demonstration der Schutzart auch unter einer Wasserdusche, mit kurzen Kabeln an die Antenne angeschlossen.

Wie zu beobachten war, werden die Funksysteme – ob TETRA, DMR oder NXDN – hybrider und vernetzter.

Der *Hackathon@PMRExpo*, gefördert vom Unternehmen Corevas, brachte junge Talente aus Bereichen wie Programmierung, Design und Geschäftsentwicklung in Teams zusammen. Mit der Unterstützung von zwölf Ausstellern entwickelten und präsentierten sie neue Konzepte und praxisnahe Lösungen zum Thema *Krisenkommunikation mit KI neu gestalten*. Besucher hatten die Möglichkeit, sich während der gesamten Veranstaltung mit den Hackathon-Teilnehmern und den Partnern auszutauschen sowie am 28. November die Abschlusspräsentationen zu verfolgen [2].

Mich interessierte besonders die Verwendung von KI in aktuellen Produkten. Künstliche In-



Hybridfunkgeräte von Icom

Fotos: DL1YBL

telligenz und darauf basierende Anwendungen wie ChatGPT und Chatbots, entwickeln sich rasant weiter und erregen großes Interesse im Bereich der Kommunikationstechnologie. Die Förderung eines verantwortungsbewussten Einsatzes spielt hier eine maßgebliche Rolle. Diese Technologie hat das Potenzial, die Kommunikation und Koordination in Krisen- und Notfallsituationen deutlich zu verbessern.

Aufgaben für die Teilnehmer:

1. Entwicklung einer Lösung, die das volle Potenzial von Edge-Computing und IoT in 5G-Campusnetzen ausschöpft, um industrielle Prozesse in Echtzeit zu optimieren; Es ist sicherzustellen, dass alle Daten vollständig lokal bleiben und vor Cyberangriffen geschützt sind, ohne die Netzperformance zu beeinträchtigen.
2. Entwicklung einer cloudbasierten Plattform für Leitstellen, die Notrufe und eingehende multimediale Inhalte automatisch mit Hilfe von KI analysiert und priorisiert. Die Plattform muss auch in Krisensituationen, bei denen physische Leitstellen ausfallen, hochverfügbar bleiben und gleichzeitig Datensicherheit und Echtzeitkommunikation gewährleisten, um Einsatzkräften eine schnellere und präzisere Hilfe zu ermöglichen.
3. Entwicklung einer Lösung, die es Einsatzkräften ermöglicht, in Krisensituationen Da-

Die drei Gewinnerteams
des Hackathons 2024

Foto: H. Huhle/
Corevas



ten wie Videoübertragungen und Drohnen-daten in Echtzeit zu teilen, während gleichzeitig Abhörsicherheit und Datenschutz gewährleistet werden. Dazu ist ein mobiles, schnell einsatzbereites Breitbandnetz auf Basis von LTE/5G zu schaffen, das bei Großschadenslagen innerhalb weniger Minuten eingerichtet werden kann, um die Kommunikation der Einsatzkräfte vor Ort zu unterstützen.

4. Entwicklung einer intelligenten Notfallkommunikationsplattform, die auch beim Ausfall herkömmlicher Netzwerke eine sichere interne und externe Kommunikation in kritischen Infrastrukturen gewährleistet. Gleichzeitig soll das System Anomalien in den Kommunikationsnetzen frühzeitig erkennen und vor Cyberangriffen warnen, um potenzielle Bedrohungen zu verhindern, bevor sie die Infrastruktur beeinträchtigen.
5. Entwicklung einer Lösung, die tausende IoT-Geräte sicher und effizient in einem großflächigen Netzwerk für kritische Infra-

strukturen integriert und ihre Echtzeitkonnektivität gewährleistet. Gleichzeitig soll die Lösung autonome IoT-Systeme, wie fahrerlose Transportsysteme oder industrielle Roboter, vor externen Angriffen schützen und ihre Zuverlässigkeit unter allen Bedingungen garantieren.

Das Team *ScriptSquad* mit Nina Kemper, Helen Kuhlmann, Timo Schnaible und Dennis Untiet sowie Lea Griewel als Leiterin des Teams gewann den ersten Platz. Sie präsentierten in ihrer Produktvorstellung mit der KI-gestützten Web-App *ThermaLive* eine Lösung, die durch Echtzeit-Wärmebilddaten und automatisierte Analysen Rettungseinsätze sicherer und effizienter macht. **Jochen Berns, DL1YBL**

Literatur

- [1] PMRExpo 2024: Mehr Aussteller und neue Impulse. https://www.pmrexpo.com/de/pressemitteilungen/pm_0280_2024_8_DE.xml?title=PMRExpo+2024%3A+Mehr+Aussteller+und+neue+Impulse
- [2] EmergencyEye-Technologie: Creativity meets Innovation. <https://emergencyeye.de/hackathons>

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ Mountain Topper verbessert

Steve Weber, KD1JV, hat neben anderem Stationsequipment bereits die drei besonders bei SOTA-Fans beliebten QRP-CW-Transceiver *Mountain Topper MTR3B*, *MTR4B* und *MTR5B* entwickelt, die sich auf drei, vier bzw. fünf Amateurfunkbändern nutzen lassen. Der *MTR3B* liegt nun in einer verbesserten Version als *MTR3B V4 Currahee* vor. Zwar ist die erste Serie von 100 Stück bei *LNR Precision* [1] bereits ausverkauft, doch eine weitere ist für Anfang 2025 vorgesehen. Entgegen



Der *MTR3B V4 Currahee* ist besonders auf Erfordernisse des SOTA-Funks ausgelegt. Daher liegen alle Bedienelemente auf der Oberseite des Gehäuses. **Fotos: KD1JV**



Die im pulverbeschichteten Gehäuse untergebrachten Leiterplatten sind überwiegend mit SMD-Bauelementen bestückt.

seinem Vorgänger lässt sich dieser Transceiver auf 15 m, 20 m und 40 m betreiben – 30 m wird zugunsten von 15 m nicht mehr unterstützt. Als typische Sendeleistung werden 5 W bei 13,8 V angegeben. Wahrscheinlich lässt sich der Neue auch mit einer 9-V-Blockbatterie versorgen, denn ein passender Batterieclip ist optional erhältlich. Die dann verfügbare Sendeleistung war nicht in Erfahrung zu bringen, beim Vorgängermodell betrug sie in diesem Fall 2 W. Die Empfindlichkeit des Empfängers ist mit etwa 0,1 μ V MDS (engl. *Minimum Detectable Signal*) angegeben. Augenscheinlichste Veränderung ist das 27 mm \times 27 mm große Farbdisplay, auf dem die vom bisher eingesetzten, zweizeiligen LC-Display gewohnten Informationen optisch ansprechender angezeigt werden. Dazu zählen neben dem Amateurfunkband und der Arbeitsfrequenz (ohne Megahertzstelle) auch die CW-Ge-

schwindigkeit, die Versorgungsspannung und die Uhrzeit. Letztere wird von der mit einer Knopfzelle CR2032 gepufferten Echtzeituhr geliefert.

Die Bedienung erfolgt weiterhin über Drucktaster und die Bandumschaltung mittels dreier Schiebeschalter. Integriert sind fünf CW-Spei-



Sämtliche Anschlüsse des *MTR3B V4* befinden sich auf der schmalen Rückseite.

cher für jeweils 62 Zeichen und neun Frequenzspeicher. Mittlerweile selbstverständlich ist, dass Lautstärke und Mithörton einstellbar sind.

Das lediglich 100 mm \times 66 mm \times 29 mm kleine Gerät besitzt ein pulverbeschichtetes Gehäuse und wiegt nur 134 g. Die Gehäuse der ausgelieferten Serien können eine andere Farbe als die der hier abgebildeten Geräte haben.

Red. FA

Bezugsquelle

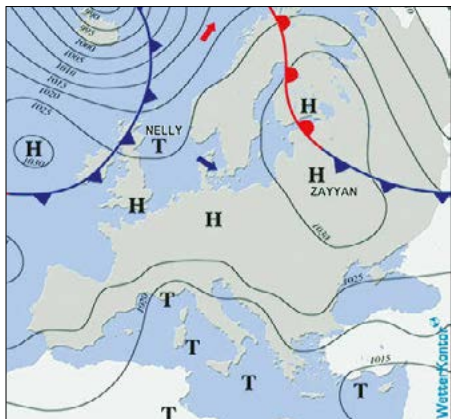
- [1] LNR Precision: Mountain Topper MTR3B V4 Currahee. www.lnrprecision.com/store/MTR3B-V4-Currahee-Mountain-Topper-p696962137

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de
Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Tropo, Tropo und noch mehr Tropo im Oktober und November

Spätestens, wenn in den Wetterberichten von Inversionswetterlagen die Rede ist, werden die UKW-DXer nervös. Während Dunkelflauten für die Apologeten der „erneuerbaren“ Energien meist mit einem Totalausfall einhergehen, entwickeln sich aufgrund ebendieser Wetterlagen nicht selten ergiebige troposphärische Überreichweiten. Nicht zuletzt dank des FT8-Modes mit seiner quasi-permanenten Bandbeobachtung werden solche Bandöffnungen seltener verpasst als früher. Zumindest drängt sich dieser Eindruck auf, wenn man das vergangene Jahr Revue passieren lässt. Vielleicht ist das im UKW-Bereich wenigstens ein positiver Effekt der starken Verkehrskonzentration auf die FT8-Frequenzen.



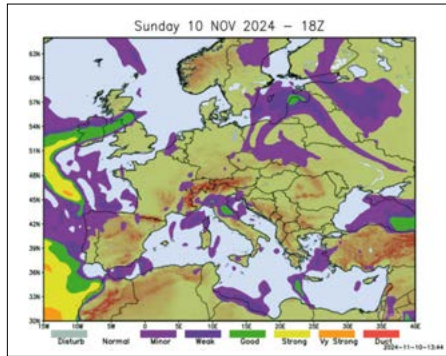
Eine ausgedehnte Zone hohen Luftdrucks vom Atlantik bis zum Ural ermöglichte Anfang November immer wieder Tropo-DX.

Grafik: www.wetterkontor.de

Den größten Teil des November herrschte in den meisten Teilen Deutschlands eine ebensolche Dunkelflaute, die immer wieder DX-Möglichkeiten auf den Frequenzen oberhalb 144 MHz mit sich brachte. Olli, DH8BQA, berichtet, dass von Ende Oktober bis weit in die zweite Novemberhälfte bei ihm in JO73CE immer wieder beeindruckende Bandöffnungen auftraten. So gab es Ende Oktober auf 2 m oft sehr viele Signale von EI über PA über SP bis UR im West-Ost-Pfad und gleichzeitig weit nach Frankreich im Südwesten. Neben 144 MHz liefen auch im 70-cm-Band einige schöne DX-QSOs bis zu fast 1400 km Entfernung (G7RAU, IN79JX).

Der 7.11. brachte dann völlig unerwartetes DX: Während 2 m komplett ruhig war, tobte im 70-cm-Band gegen Abend plötzlich das Ge-

schehen, wobei die einschlägigen Vorhersage-seiten im Internet gar nichts angekündigt hatten. Das hatte Olli in seiner langen UKW-Karriere über Land noch nie erlebt. Bei „Wasser-Tropo“, z.B. über die Ostsee nach ES/OH, ist das Phänomen bekannt, dass aus wellengeometrischen Gründen Schläuche zwischen Wasseroberfläche und Reflexionsschicht sich häufiger und früher auf 432 MHz als auf 144 MHz ausbilden. Die Ausbreitungsbedingung in diesem Quasi-Hohlleiter ist für höhere Frequenzen dann erfüllt, während 2-m-Wellen nicht fortgeführt werden. Doch über Land war es diesmal etwas völlig Neues.



Zwar deutlich zu sehen, doch eher unverdächtig: Die schmale Tropo-Zone von SM0 nach Südosten
 Grafik: <http://tropo.f5len.org>

In seiner QSO-Liste tauchen auf 70 cm recht viele PA-Stationen auf, aus Distanzen zwischen 500 km und 700 km. Das erzeugte große Freude in Schwedt, denn schließlich ist DH8BQA mit 60 W an einer 23-Element-Yagi-Antenne eher als QRP-Station einzuordnen. Die weitesten QSOs glückten mit GW8ASD (IO83LB), 1148 km, und G8VHI (IO92FM), 1058 km. Nur drei Stunden nachdem das Band geöffnet hatte, war es um 1930 UTC mit dem DX dann plötzlich wie abgeschnitten. DH8BQA kommentiert: „Auch wenn viele über FT8 schimpfen (auch ich habe an einem CW/SSB-DX-QSO mehr Spaß, es ist irgendwie nachhaltiger) – diese ganzen Kurzöffnungen würden wir ohne quasi-permanente FT8-Aktivität höchstwahrscheinlich gar nicht mitbekommen“. Da ist zweifelsohne etwas dran.

Weiter ging es am 9.11. nun auf 144 MHz Richtung Osten: Der Hauptpfad verlief auf 2 m Richtung Weißrussland, doch immer mal wieder kam auch vereinzelt UA3 durch, am späten Abend dann die Ukraine. Leider nur gehört wurde RN3QR/LO00 mit 1800 km, doch in diese Richtung steht der 18 m hohe Industrie-schornstein vor der Antenne. In Sachsen ging es da deutlich besser, DD0VF in Dresden (JO61TB) hörte Stationen in LO20/LO30 aus bis zu 2300 km.

Auch 70 cm lief in Anbetracht der kleinen Leistung wieder super. Etliche neue Felder kamen ins Log: ODX war UA3PTW mit knapp 1600 km. Neben 2 m (EME, MS, AUR) hatte Olli OM Dmitry schon einmal auf 70 cm gearbeitet, vor 21 Jahren über Aurora (bei der Mega-Öffnung am 29.10.2003, wo es auch auf 70 cm mit kleiner Leistung via Aurora einmal ging).

Der Knüller kam aber am 10.11.: Olli war tagsüber unterwegs, nachdem beim morgendlichen Check keine Tropo-Signale zu registrieren waren. Nachmittags berichteten allerdings die SP-Kollegen etwa 150 km weiter östlich über DX-QSOs nach UA6 auf 70 cm. Die F5LEN-Vorhersage zeigte eine nicht mehr sehr intensive, aber weitreichende Tropo-Zone von SM0 bis UA6. Deshalb schaltete DH8BQA den Transceiver an und ließ ihn mitlaufen: kein DX auf 2 m. Doch auf 70 cm kam plötzlich RA6A (KN96TB, knapp 2000 km) aus dem Rauschen hoch. Anfangs noch eher dünn mit –18 dB. Das Signal verbesserte sich allerdings stetig und erreichte maximal –5 dB. Das QSO gelang. Auch UX5UL aus Kiew war noch einmal kurz zu hören, bevor die Ausbreitungsbedingungen zusammenbrachen.

Während Olli seine beachtlichen Erfolge feiern durfte, sah es am entgegengesetzten Ende Deutschlands anders aus. Zwar herrschten während der erwähnten Zeiträume auch hier troposphärische Überreichweiten – doch wie so oft, befand man sich mittendrin. Besonderes DX bis an die 2000 km war etwa in JO30 nicht möglich. Aber man darf nicht klagen. Aus JO30RN lässt sich bei DF2ZC per Tropo auf 2 m nun auch nicht so oft bis nach LY, EU und weit nach Polen funken. Besserer hatten es trotzdem die Gegenstationen im Osten: Für sie ging es mitunter bis weit nach Frankreich und die Britischen Inseln, an die 2000 km Entfernung oder mehr.

■ Stand der Duldungsregelungen bezüglich 50 MHz und 70 MHz

Während der Klasse A mit dem Inkrafttreten der novellierten Amateurfunkverordnung (AFuV) am 24.6. der Funkbetrieb im 6-m-Band dauerhaft gestattet wurde, mussten die Klasse-E-Zeugnisinhaber mit eben diesem Tag ihren Sendebetrieb einstellen: Die Duldungsregelung der letzten Jahre fand keinen Eingang in die AFuV. Der Runde Tisch Amateurfunk (RTA) und der DARC haben sich seitdem in Gesprächen mit dem Verkehrsministerium und der Bundesnetzagentur (BNetzA) intensiv darum bemüht, für 2025 eine entsprechende Duldung für die Klasse E zu erhalten.

Beim Redaktionsschluss dieser Ausgabe des FUNKAMATEUR gab es dazu jedoch noch keine abschließende Entscheidung. Bitte achtet deshalb auf die entsprechenden Amtsblattveröffentlichungen der BNetzA. Insbesondere das letzte Amtsblatt des Jahres 2024, die Nummer 24, das kurz vor Weihnachten erscheint, sollte hier eine Aussage treffen. Es bleibt zu hoffen, dass die durch einen einzelnen Funkamateure angestregte Klage auf Fortsetzung der Duldung beim Verwaltungsgericht hier keine Verzögerung bewirkt hat.

Analog gilt dies für die Anschlussregelung zur Duldung des Sendebetriebs im 4-m-Band. Auch diese wurde, wie jedes Jahr, im Herbst beantragt. Das Amtsblatt 24 sollte hier eine Entscheidung bringen.

Die Amtsblätter der BNetzA findet man unter: www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/Presse/Amtsblatt/start.html

Magic Band – F2 im November

Von den 6-m-Fans lange erhofft, brachte der November endlich lange F2-Öffnungen auf dem 6-m-Band, die das Arbeiten neuer Länder und Felder auch mit kleiner Ausrüstung ermöglichen. Schon in den letzten Oktobertagen loggte Uwe, DL1SUZ, noch vier neue DXCC-Gebiete und 25 neue Felder. Darunter gelang ein QSO mit VK6NH (OG65). Zum Anfang des Monats November am 4.11. konnten sich ab 0850 UTC die CW-Fans auf dem 6-m-Band über ein QSO mit BA4TB (PM01) freuen. VK6TM (OG65) in SSB war zur selben Zeit nur im Norden von DL und West- und Nord-europa zu erreichen.

Nach einer zweitägigen Pause ging es am 7.11. weiter mit starken F2-Öffnungen. Der allgegenwärtige Eddy, XV9T, zog ebenso wie DU6/PE1NSQ wieder Pile-ups in CW und SSB an, während TR8CA (JJ40) nur in CW erreichbar war. Ab 1200 UTC öffnete sich das Band dann wieder mit guten Feldstärken nach Nordamerika (VO1, VO2, W1). Auch der 9.11. brachte XV9T mit Feldstärken weit über S9 in Europa auf das „Magic Band“.

Am Nachmittag und Abend war die DXpedition XT2MD auf 6 m mit ebenfalls S9 in halb Europa zu arbeiten, aber nur in FT8. Warum bei solchen Feldstärken sich dort kein Beteiligter erbarmte und flüssigen CW-Betrieb machte, das wird ein Geheimnis bleiben.

Wiederum sehr ergiebig via F2 in Richtung Nordamerika war das 6-m-Band am 12.11. Neben zahlreichen Stationen aus den New-England-Staaten war auch VE9AA (FN66) in CW zur Stelle und NP3FB (EM64) in SSB. Der 13.11. brachte am Nachmittag TR8CA (JJ40)

in CW und S9Z (JJ30) sowie ET3AA (KJ99) in Digimode aufs Band. Zum Faschingsanfang schreibt Dietmar (DL5ST): „Am 11.11. konnte ich mit VE3VN mein 111. DXCC auf 6 m arbeiten. VE3VN kam in FT8 bei mir mit –01 an, mein Signal wurde in Kanada mit –27 bewertet (100 W und 4-Element-Yagi-Antenne nach DK7ZB). Sicher das gerade noch Mögliche in FT8.“ Wenn das QSO um 1111 UTC gelaufen wäre, das wäre dann das Sahnehäubchen gewesen (d. Red.).

Ab der Monatsmitte beruhigte sich das Band, sodass die 6-m-Gemeinde sich wieder in die F2-Warteschleife begeben musste. Diese wurde am 22.11. In den Morgenstunden von Eddy, XV9T, in CW/SSB unterbrochen, der wiederum bis nach Skandinavien und Polen arbeitete. Auch wenn einem der CQWW-CW vielleicht noch in den Knochen steckte, am 25.11. musste man schon um 0900 UTC zur Stelle sein, um in SSB oder CW 3W9T (OK33) auf 50 MHz zu arbeiten.

Der November verabschiedete sich dann am 29.11. mit einer sehr guten F2-Öffnung nach Nordamerika. Neben den üblichen Verdächtigen VO1SIX (GN27), VO1FOG (GN37) verteilten K1FNX (FN42), W1MU (FN53), VO1NC (GN28), VO1KVT (GN29), K1RX (FN42) und VE9AA (FN66) Grids aus dem nordöstlichen Teil des amerikanischen Kontinents. Letzterer dürfte vielen Contestern eher von der Kurzwelle bekannt sein, aber Mike ist mit einer 6-Element-Langyagi und Power auch aktiver 6-m-DXer. Das Sahnehäubchen für den DX-Monat war dann am 30.11. die DXpedition 9LSA (IJ38), die am späten Nachmittag mit kräftigen Signalen in SSB von Europa aus zu arbeiten war.

Ergebnisse 144 MHz Meteorscatter Sprint Contest 2024

Klasse 1: QRP (ERP < 1500 W)

Platz	Rufzeichen	Locator	Best DX	ODX	Claimed QSO	Claimed score	Average QRB	Error score	Error %	Final score
1	EA2DR	IN61QC	S50C	1809	25	36675	1467	-1289	-3,64	35386
2	9A5ISS	JN95KG	EI9E	2094	11	16650	1514	265	1,57	16915
3	EB3EPR	JN01DG	CT9/OM3RG	1808	13	16047	1234	34	0,21	16081
4	EA1HRR	IN83JJ	YU7MS	1887	6	8298		-2	-0,02	8296
5	IW7DEC	JN81GF	R6AS	1758	5	7403	1481	40	0,54	7443
6	VE3WVA	EN85WR	WB0ULX	1329	8	7462	933	-47	-0,63	7415
7	EA1BYA	IN70WW	S50C	1630	4	5992	1498	0	0,00	5992
8	EA4SG	IN80CP	OM2ADM	1895	4	4710	1178	0	0,00	4710
9	YL2IV	KO06OL	G0LBK	1395	3	3727	1242	-14	-0,38	3713

Ergebnisse 144 MHz Meteorscatter Sprint Contest 2024

Klasse 2: QRO (ERP > 1500 W)

Platz	Rufzeichen	Locator	Best DX	ODX	Claimed QSO	Claimed score	Average QRB	Error score	Error %	Final score
1	YU7MS	KN05FG	GM4YXI	2054	90	128313	1426	1626	1,25	129939
2	YU7SMN	KN05EG	OH7MA	2021	71	91743	1292	-68	-0,07	91675
3	SF6F	JO67QS	UA6IE	2437	62	84481	1363	769	0,90	85250
4	EA2BFM	IN83SH	SA6BUN	2054	58	77968	1344	260	0,33	78228
5	HB9FAP	JN47PH	RK3AF	2042	45	60155	1337	221	0,37	60376
6	DJ7YP	JO41FD	UR3EE	2021	47	57646	1227	-1239	-2,20	56407
7	RK3AF	KO75WO	PA3BIY	2070	34	53978	1588	45	0,08	54023
8	DK5OX	JN59MO	R6CS	2053	32	40220	1257	-567	-1,43	39653
9	RA6KE	KN75AA	PA2CHR	2172	26	35127	1351	-414	-1,19	34713
10	PA3PCV	JO20VV	CT7BJG	1873	30	34318	1144	-95	-0,28	34223
11	RX3DPK	KO96DI	PA0V	2030	21	27262	1298	4352	13,77	31614
12	DL3DQL	JO61PH	UA6LQZ	1939	21	29839	1421	988	3,20	30827
13	LA0BY	JO59FW	UA6IE	2662	15	23499	1567	-550	-2,40	22949
14	LZ1GHT	KN12WI	PA0V	1763	16	20083	1255	-81	-0,40	20002
15	OH6NJ	KP22WG	YU7MS	1922	11	17264	1569	-62	-0,36	17202
16	OK1KKI	JN79LD	UA3MBJ	1760	12	14976	1248	-38	-0,25	14938
17	PA7KY	JO32LR	UR5HVR	1904	5	7744	1549	-25	-0,32	7719
18	LZ1JH	KN12PQ	DK5OX	1215	4	5302	1326	-4	-0,08	5298
19	OK2WO	JN89IH	OGOC	1206	1	1206	1206	0	0,00	1206

Ergebnis UKW-Contestpokal 2024

Einmannsektion			
Platz	Rufzeichen	DOK	Punkte
1.	DK1KC	C06	8918
2.	DK5EZ	R29	8158
3.	DG2SER	C06	7858

1113 Teilnehmer

Mehrmannsektion			
Platz	Rufzeichen	DOK	Punkte
1.	DK0NA	B23	9944
2.	DM5D	Y43	7522
3.	DF0MU	N16	7047

124 Teilnehmer

OV-Wertung			
Platz	OV	DOK	Punkte
1.	Ilmenau	X30	44461
2.	Vaterstetten	C01	36485
3.	Rheine	N16	31309

409 Ortsverbände

UKW-Contestpokal 2024

Erneut siegte Michael Lowack, DK1KC, vor Hans Wenzlawiak, DK5EZ, der im Vorjahr den Sprung aufs Treppchen noch denkbar knapp verpasst hatte. Platz 3 belegt Carsten Wilde-rotter, DG2SER.

In der Mehrmannsektion belegten die Seriensieger von DK0NA (OV Naila, B23) erwartungsgemäß den ersten Platz, gefolgt von DM5D (Y43, OV Elbe-Elster). Der dritte Platz geht an DF0MU (N16) vom OV Rheine. Und auch 2024 zeigte sich, dass diejenigen Ortsverbände, die sich in der DARC-Klubmeisterschaft auf den vorderen Plätzen finden, auch Spitzenplätze in der OV-Wertung des Contestpokals belegen.

Das Interesse an den UKW-Contesten ist auch 2024 ungebrochen. Dies belegen die konstanten Teilnehmerzahlen in allen drei Sektionen des UKW-Contestpokals. Doch es tauchen in den Top 10 aller Sektionen auch neue Namen auf. Das lässt auf einen spannenden Contestpokal 2025 hoffen.

Ausblick

Neben dem Happy-New-Year-Contest der AGCW am Neujahrstag findet in der Zeit vom 1. bis 5.1. die traditionelle Rheinland-Pfalz-Aktivitätswoche statt, neben KW auch auf den Bändern von 6 m bis 23 cm. Die Ausschreibung ist unter www.darc.de/en/der-club/distrikte/k/kontestwettbewerb/sdot-aktivitaetswoche abgelegt.

In diesem Jahr wird das Maximum des Meteoritenschauers Quadrantiden in der Nacht vom 3. auf den 4.1. gegen 1900 UTC erwartet. Wie für diesen Schauer üblich, dürfte es eher kurz (etwa 9 h), jedoch recht ergiebig sein. Mit in der Spitze rund 100 erwarteten Reflexionen pro Stunde eignen sich die Bursts auf 6 m und 2 m manchmal sogar für SSB-QSOs. Mit einer Partikelgeschwindigkeit von 41 km/s ist der Schauer zwar nicht unbedingt fürs Super-DX über mehr als 2200 km prädestiniert, Spaß bereitet er gleichwohl. Mitunter ist 10 h bis 20 h nach dem ersten noch ein zweites Maximum zu verzeichnen: Aufpassen und das Band beobachten zählt sich wie immer aus.



■ Anhörung Rufzeichenplan Amateurfunk

Mit dem am Mittwoch, dem 4. 12., veröffentlichten Amtsblatt 23/2024 hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) in ihrer Mitteilung Nr. 416/2024 eine „Anhörung zur Änderung des Rufzeichenplans für den Amateurfunkdienst in Deutschland“ gestartet. Gemäß § 10 Absatz 3 Amateurfunkverordnung (AFuV) erstellt und veröffentlicht die BNetzA den Rufzeichenplan für den Amateurfunkdienst in Deutschland. Dieser enthält die angewendeten Rufzeichenreihen einschließlich der Zuordnung zu den Klassen und Verwendungszwecken, die zulässigen Kennungen, die nicht zuteilungsfähigen Rufzeichenzusammensetzungen und die international gebräuchlichen Rufzeichenzusätze. Der Rufzeichenplan soll dahingehend geändert werden, dass künftig eine Nutzung der Klubstationsrufzeichen für Angehörige der öffentlichen Not-, Katastrophenschutz- und Rettungsdienste sowie für Notfunkgruppen gemäß Nr. 4 des Rufzeichenplans unter bestimmten Voraussetzungen auch für Übungszwecke gestattet ist.

Begründung: Im Nachgang zur Veröffentlichung des aktuellen Rufzeichenplans (Verfügung 61/2024 im Amtsblatt 11/2024 vom 12. 6. 2024, S. 708 ff.) und der damit verbundenen Einführung der Klubstationsrufzeichenreihen für Angehörige der öffentlichen Not-, Katastrophenschutz- und Rettungsdienste sowie für Notfunkgruppen, wurde mehrfach die Freigabe für den Übungsbetrieb gefordert. Die Bundesnetzagentur beabsichtigt daher, die Bestimmungen in Nr. 4 des Rufzeichenplans um die Freigabe für den Übungsbetrieb unter bestimmten Voraussetzungen zu erweitern. Außerdem sollen redaktionelle Anpassungen vorgenommen werden.

Das Amtsblatt 23/2024 (Download: www.bundesnetzagentur.de/amtsblatt) enthält unter anderem den Entwurf des geänderten Rufzeichenplans für den Amateurfunkdienst in Deutschland. Interessierte haben noch bis 4. 1. die Möglichkeit, zu diesem Entwurf des aktualisierten Rufzeichenplans Stellung zu nehmen. Stellungnahmen sind in deutscher Sprache bis vier Wochen nach Veröffentlichung im Amtsblatt vorrangig elektronisch im PDF-Dateiformat (Kopieren und Drucken muss zugelassen sein) an 225-anhoerung@bnetza.de zu senden. Schriftliche Stellungnahmen bitte an folgende Adresse schicken: Bundesnetzagentur, Referat 225, Canisiusstraße 21, 55122 Mainz.

Info BNetzA

■ BNetzA veröffentlicht Rufzeichenliste

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) veröffentlicht eine regelmäßig aktualisierte Liste der in Deutschland zugeteilten Amateurfunk-Rufzeichen. Die fast 10 MB große PDF-Datei steht unter www.bnetza.de/amateurfunk zum Download bereit (Rubrik *Informationen zu deutschen Amateurfunkrufzeichen*). Ein Link dorthin ist ebenfalls auf der FA-Website www.funkamateur.de in der Rubrik *Amateurfunkpraxis/DX* enthalten.

Auf fast 700 Seiten nennen die Einträge in diesem *Verzeichnis der zugeteilten deutschen Amateurfunkrufzeichen und ihrer Inhaber* (offizielle Bezeichnung) nach dem Rufzeichen die Genehmigungsklasse sowie den Namen des Inhabers. Hat der Rufzeicheninhaber nicht widersprochen, gehört zu einem Eintrag auch die Anschrift des Standorts der jeweiligen Amateurfunkstelle (Betriebsort). Eine Postfach-Kontaktanschrift eines Rufzeicheninhabers wird in die Liste grundsätzlich nicht aufgenommen.

Zusätzlich zum PDF-Dokument bietet die BNetzA unter <https://ans.bundesnetzagentur.de/Amateurfunk/Rufzeichen.aspx> eine aktuelle

Online-Datenbank, über die sich Informationen über Rufzeichen abrufen lassen. Außerdem findet man so tagesaktuell noch nicht oder nicht mehr vergebene Amateurfunk-Rufzeichen, sollte man ein neues beantragen wollen. **FA**

■ Diplom 75 Jahre Ortsverband P07

2025 besteht der Ortsverband Reutlingen, P07, des DARC e.V. seit 75 Jahren. Ein Diplom würdigt dieses Jubiläum und steht Funkamateuren sowie SWLs für Kontakte bzw. Empfangsbeobachtungen im Zeitraum vom 1. 1. bis 31. 12. 2025 zur Beantragung bereit.



Für einen Diplomantrag sind 75 Punkte erforderlich: Eine Funkverbindung mit der Klubstation DL0RT mit dem Sonder-DOK 75P07 zählt 25 Punkte für das Diplom und ist obligatorisch. Die Klubstation DL0YL zählt weitere zehn Punkte. Verbindung mit OV-Mitgliedern von P07 bringen jeweils fünf Punkte. Jedes Rufzeichen darf einmal pro Sendearbeit (CW, SSB, FM, FT8) gewertet werden, unabhängig vom Amateurfunkband.

Den Diplomantrag bitte mit einem Log-Auszug bzw. Hörberichten schicken an die Diplom-Managerin: Marion Möller-Herrmann, DF4UM, Sigmaringer Straße 39, 72501 Gammertingen; E-Mail: df4um@darc.de. Das Diplom wird als PDF-Datei per E-Mail versendet, die Gebühr beträgt 3 €. Weitere Details teilt DF4UM nach Eingang des Diplomantrags mit. **Info P07**

Afu-Welt

■ 1700 Ausgaben 425 DX News

Das DX-Bulletin 425 DX News feierte Anfang Dezember 2024 die 1700. Ausgabe nach über 32 Jahren aktiver Arbeit für die DX-Gemeinde. Ursprünglich begannen die Herausgeber als lokale Amateurfunkgruppe, die sich auf 145,425 MHz traf, um DX-Informationen auszutauschen. Mit der Zeit wuchs die Nachfrage und die Gruppe zog auf die KW-Bänder um, um einen größeren Personenkreis zu erreichen. Zudem entstand ein wöchentliches Informationsnetzwerk für italienische DXer. Mit der Etablierung von *Packet Radio* entwickelte sich das schriftliche DX-Bulletin 425 DX News als Hommage an die Frequenz, auf der alles begann. Es wurde anfangs über BBS- und PCL-Netzwerke in italienischer Sprache verteilt.

Mit dem Aufkommen des Internets entstanden die Website www.425dxn.org sowie eine Mailingliste. Zudem veröffentlichte man die

425 DX News zusätzlich in englischer Sprache. Seit 2005 ist dies das DX-Bulletin der ARI, dem IARU-Mitgliedsverband für Italien. Heutzutage ist es in mehreren Sprachen verfügbar und auf Mailinglisten präsent. Eine hilfreiche Orientierung für aktive DXer bietet zudem der 425 DX News Calendar mit aktuellen Informationen über aktive DX- und Sonderstationen. **425 DX News, Red. FA**

■ DP0GVN aus der Antarktis aktiv

Seit Dezember ist die deutsche Antarktis-Forschungsstation *Neumayer III* häufig unter



dem Amateurfunk-Rufzeichen DP0GVN aktiv. Dazu gehört Betrieb in Digimodes auf diversen Kurzwellenbändern sowie in SSB auf 20 m. Auch über QO-100 ist DP0GVN in Digimodes und SSB regelmäßig zu erreichen. Aus Deutschland ist kürzlich das neue Überwinterungsteam für die Saison 2024/2025 auf *Neumayer III* eingetroffen. Dazu gehört Alex, DL2ALY, der für die kommenden rund zwölf Monate unter anderem für die Kommunikation und die Datennetzwerke der Forschungsstation zuständig ist. In seiner Freizeit kümmert sich Alex um die Amateurfunkstelle DP0GVN und freut sich über weiterhin zahlreiche Kontakte weltweit. Alex löst Jörg, DO5JL, ab, der seit Ende 2023 in der Antarktis auch für die technische Durchführung von Schulkontakten mit *Neumayer III* über den geostationären Amateurfunksatelliten QO-100 sorgte. Wer sich für die Durchführung einer solchen Aktivität interessiert, wende sich bitte zwecks Koordinierung vorab an Charly, DK3ZL (E-Mail: dp0gvn@amsat-dl.org).

Harald Kuhl, DL1AX



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Kids Day 2025

Der Landesverband Wien lädt alle Eltern mit ihren Kindern zur Klubstation in 1060 Wien, Eisvogelgasse 4/1, zum Januar-Kids-Day 2025 am Samstag, dem 4.1., ab 9 Uhr ein. Die Kinder werden an der Klubstation betreut. Damit viele schöne Funkverbindungen zusammenkommen, erhalten sie auch eine QSL-Karte.



Aufruf zum Kids Day

Foto: ARRL

Außerdem gibt es im Klub ein gemeinsames Mittagessen. Zwischen den Funkaktivitäten wird es auch unterschiedliche Spiele rund um das Hobby geben, damit es für die Kids ein wirklich interessanter Tag wird. Das Klublokal ist an diesem Tag von 9 bis 16 Uhr geöffnet. Man freut sich auf zahlreiche kleine und große Besucher.

■ Amateurfunkkurs des LV3

Ab 9.1. veranstaltet der Landesverband Niederösterreich einen Online-Kurs zur Erlangung des Amateurfunkzeugnisses. Der Kurs wird bis Mitte Mai jeden Dienstag und Donnerstag jeweils von 19 bis 21 Uhr online via *Microsoft Teams* abgehalten. Ziel der Prüfungsvorbereitung ist es, ab Mitte Mai die Amateurfunkprüfung am Fernmeldebüro Wien zu bestehen. Am 9.1. gibt es eine unverbindliche Informationsveranstaltung über die Möglichkeiten und Einsatzbereiche des Amateurfunks. Auch wird der Ablauf des Kurses erklärt und ein Einblick in die Prüfung gegeben. Dieser Informationsabend findet ebenfalls online via *Teams* statt und ist selbstverständlich kostenlos. Interessenten werden um Voranmeldung zum Infoabend und zum Kurs bei Christian, OE3CJB, unter oe3cjb@oevsv.at gebeten. Danach werden die Details zur Teilnahme an der Informationsveranstaltung per E-Mail verschickt.

■ Vortrag: Vergleich FM zu DAB

FM wurde vor etwa 100 Jahren entwickelt. Die Modulationsart wird von kommerziellen Radios vor allem im UKW-Bereich genutzt. Auch Funkamateure arbeiten mit dieser Modulationsart. Im 10-m-Band und aufwärts, vor allem aber auf 2 m und 70 cm im Repeaterbetrieb ist FM weit verbreitet und damit vielen Funkamateuren geläufig.

In fast allen europäischen Ländern gibt es auch DAB+. Dieser Abend widmet sich der Technik rund um den neueren Verbreitungsweg, der auch in Österreich seit vielen Jahren präsent ist.

Referent Peter, OE1OPW, ist Mitarbeiter der ORS. Dieses Unternehmen betreibt in Österreich für viele Radiostationen die Sendeanlagen sowohl für FM als auch DAB+. Der technische Vortrag wird viele Antworten zu Anforderungen der Radiotechnik geben und dabei Fragen klären wie z.B.: Wie sieht der Verbreitungsweg im HF-Bereich aus? Was sind die Stärken und Schwächen im Vergleich zum bekannteren FM-Verfahren? Gibt es auch Unterschiede im Audiobereich? Wie sehr greift die Bandbreite des Digitalsignals in den Inhalt oder die Qualität der Übertragung ein? Der Vortrag findet am 23.1., von 19 bis 21 Uhr im Lehrsaal des LV1, Eisvogelgasse 4, 1. Stock, 1060 Wien statt.

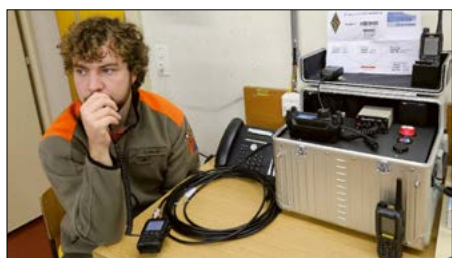


Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Funkamateure im Dienst der Zivilschutzbehörden

Die USKA wurde von der Zivilschutzorganisation (ZSO) Nidau und Umgebung (Berner Seeland) kontaktiert, damit die Funkamateure ihre Aktivitäten und Geräte der neuesten Generation vorstellen und die Mitarbeiter der ZSO in moderner Telekommunikation ausbilden können. Dieses Ereignis ist in der Schweiz sowohl bemerkenswert als auch selten. Mitte Oktober 2024 haben sich die Funkamateure aus dem Seeland (HB9HB) nach kurzer Vorbereitung in eine dreitägige Zivilschutzübung in der Region Biel integriert. Zusätzlich konnte die Funkergruppe HB9BE (Burgdorf) den 80 Teilnehmern des Wiederholungskurses



Zivilschützer G. Keller mit WinLink-VARA

Foto: HB9DBB

die verschiedenen Funkübertragungsmittel des Amateurfunks in Gruppenarbeiten detailliert erklären.

Am nächsten Tag folgte eine Feldübung; das Team *EmComm-Swiss* installierte zwei Arten von Netzwerken. Zum einen das konven-

Nach einer Stunde Feldübung veranlasste die Übungsleitung, das konventionelle Funknetz sowie die Mobiltelefonie abzuschalten und nur noch die beiden EmComm-Netze zu verwenden. Die Übertragungen waren ein voller Erfolg. Die Mitglieder der Kommandoposten



Funkausbildung für Zivilschützer
 Foto: HB9DBB

tionelle Netz über den UHF-Repeater auf dem Grenchenberg und den VHF-Repeater in Magglingen, der qualitativ hochwertige Verbindungen mit Handfunkgeräten in der ganzen Region ermöglichte.

Die andere, weniger konventionelle Variante bestand aus einem Netz digitaler Telefone, die über Richtstrahler miteinander verbunden waren (AREDN). Ein mit Brennstoffzellen betriebener Repeater wurde auf dem Höhenzug von Magglingen aufgestellt. Verschiedene „Knotenpunkte“ leiteten die Signale in die Kommandoposten weiter, wo Telefonterminals zur Verfügung standen. Das BAKOM hatte eine Bewilligung für Drittverkehr ausgestellt, was den Betrieb der Knotenpunkte erlaubte.

schätzten diese modernen Übertragungsmittel und leiteten den Verkehr in ausgezeichnete Qualität weiter.

Ein großes Dankeschön an die Behörden, dass sie uns in ihre Übung integriert haben und ein Lob an die Teilnehmer, die den virtuellen Blackout des offiziellen Netzes gut nachvollzogen haben. Ebenso ein Dankeschön an das Team *EmComm-Swiss*, welches die Installation und Überwachung der Netze sichergestellt hat.

Tnx Info Jean-Michel Clerc, HB9DBB



Januar 2025

27.12.–5.1.

D-STAR QSO Party 2024 0000/2400; Details unter: www.icomjapan.com/event/dqp2024

1.1.

AGCW-DL Happy New Year Contest (CW) 0900/1200

AGCW-DL VHF/UHF-Contest [UKW] (CW) 1400/1800

SARTG New Year RTTY Contest [80/40m] (RTTY) 0800/1100

1.–7.1.

Aktivitätswoche Rheinland-Pfalz auf allen Bändern. Mehr auf: www.darc.de/der-club/distrikte/k

1.–31.1.

World Wide Award 2025 [KW] (CW/SSB/Digi) 0000/2400. Mehr auf: <https://hamaward.cloud/wwa>

2.1.

SKCC Sprint Europe (CW) 2000/2200

4.1.

Kids Day (ARRL) [80...10 m] 1800/2400, ausführliche Informationen auf: www.arrl.org/kids-day

Marconi Club ARI Loano QSO Party Day [80/40/20 m] (CW) 0700/2100

RSGB AFS Contest [80/40 m] (CW) 1300/1700

Schwaben-Contest [KW/UKW] (CW/SSB) 0700/1600

Young Helpers on the Air – YHOTA

4.–5.1.

ARRL RTTY Roundup [KW] 1800/2400

EUCW 160 m Contest (CW) 2000/2300, 0400/0700

WW PMC Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

7.1.

GMA Contest [144 MHz] (All) 1800/2000

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1800/2200

Westfalen-Nord-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

8.1.

UKEICC [80 m] (SSB) 2000/2100

9.1.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1800/2200

11.1.

Old New Year Contest [KW] (CW/SSB) 0500/0900

R-Contest (Distrikt Nordrhein) [80/40/10 m] (CW/SSB) 0800/1300

YB DX Contest [KW] (SSB) 0000/2400

11.–12.1.

North American QSO Party [KW] (CW) 1800/0600

UBA PSK63 Contest [KW] 1200/1200

12.1.

DARC 10-m-Contest (CW/SSB) 0900/1100

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1800/2200

RSGB AFS Contest [80/40 m] (PSK63/RTTY) 1300/1700

14.1.

DARC RTTY Sprint [80/40 m] 1800/1930

Westfalen-Süd-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

16.1.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1800/2200

18.1.

Mikrowellentreffen in Heelweg, Kulturhaus De Vos, Halseweg 2, NL-7054 BH Westendorp. Informationen unter: <http://www.pamicrowaves.nl>

RSGB AFS Contest [80/40 m] (SSB) 1300/1700

18.–19.1.

HA DX Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

North American QSO Party [KW] (SSB) 1800/0600

Pro Digi Contest [KW] (FT/RTTY/PSK63) 1200/1200

18.–20.1.

ARRL January VHF Contest (All) 1900/0400

19.1.

9A Activity Contest [144 MHz...1,3 GHz] (CW/SSB/FM)

DUR-Aktivitätscont. [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

GMA Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz...10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [144 MHz...241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

VFDB-DLPX Contest [80 m] (CW/SSB) 1400/1600

21.1.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1800/2200

24.–26.1.

CQ Worldwide 160 m Contest (CW) 2200/2200

25.–26.1.

BARTG Sprint [KW] (RTTY) 1200/1200

REF Contest [KW] (CW) 0600/1800

UBA DX Contest [KW] (SSB) 1300/1300

Winter Field Day (CW/SSB/Digi) 1600/2200

28.1.

NRAU Activity Contest [≥2,3 GHz] (All) 1800/2200

29.1.

UKEICC [80 m] (CW) 2000/2100

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Batronix Elektronik, Preetz	41
DIFONA Communication GmbH, Heusenstamm	57
electroncrepair.de, Schwaförden	60
Fernschule Weber, Großenkneten-Westtrittum	60
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	60
Haro electronic, Burgau	59
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	59
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	61
Hotel Hellers Krug, Holzminden	60
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	59
ILT Schule, Schweiz	81
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	56
Klingenfuss Verlag, Tübingen	59
Kusch, Dortmund	60
QSL Collection, Wien	60
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	59
Sander electronic, Berlin	58
SDR-Kits, Großbritannien	58
SPE Società Per l'Electronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	60
WiMo GmbH, Herxheim	58/61
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 2/25 ist am Freitag, dem 10. Januar 2025.

Vorschau auf Heft 2/25

Nauru, C21MM – Signale vom Gipfel eines erloschenen Vulkans

Nach scheinbar unüberwindbaren Problemen war im vergangenen Oktober ein deutsches Team aus dem ehemals reichsten Land der Erde aktiv. Obwohl von Mitteleuropa aus schwer zu erreichen, bescherte die DXpedition C21MM dank des Sonnenfleckenmaximums vielen DXern neue Bandpunkte vor allem auf den höheren KW-Bändern sowie auf 6 m.



Wetterstation mit Farbdisplay

Der im Beitrag vorgestellte Bausatz basiert auf einem Mikrocontroller ESP32 und richtet sich an anspruchsvolle Bastler. Die selbst gebaute Wetterstation lädt ihre Daten anhand der frei wählbaren Region aus dem Internet herunter und stellt diese auf einem ansprechenden Grafikdisplay dar.

... und außerdem:

- Neues von TARGET3001
- Vorgestellt: Breitband-SDR-Empfänger RX-888 MKII
- Automatischer Textspeicherabruf für Yaesu-Transceiver
- Selbst gebauter 12-V-Antennenrotor
- Multiband-Vertikalantenne fürs Wohnmobil

erscheint am 29.1.2025



Sende-Empfangs-Station für QO-100

Der Funkbetrieb über den satellitengestützten Amateurfunktransponder QO-100 stellt eine technische Herausforderung für die Selbstbauer unter den Funkamateuren dar. Die hier beschriebene Station nutzt die SDR-Hardware-Plattform Pluto Plus als zentrales Element und weist einige interessante Besonderheiten im Vergleich zu häufig beschriebenen Standardlösungen auf.



Redaktionsschluss FA 2/25: 9.1.2025
Vorankündigungen ohne Gewähr



**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429



Das neue Jahr mit High-End beginnen

KW/50-MHz-TRANSCIEVER

IC-7760

Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icomeurope.com
Web: www.icomeurope.com

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

96 Nauru C21MM – DX-Signale
vom Gipfel des Vulkans

110 Soundkarten-Interface
SB-2000 MK2

112 RX-888 MKII – neue Version
des SDR-Empfängers

116 Wetterstation mit ESP32
und Farbdisplay

126 Preiswertes Netzteil
für 100-W-Transceiver

134 Multiband-Vertikal
für das Wohnmobil



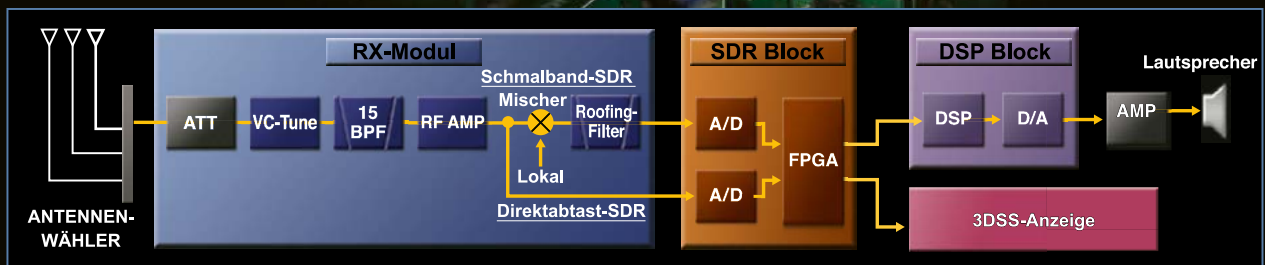
**SDR-Sende-Empfangs-Station
für den QO-100**



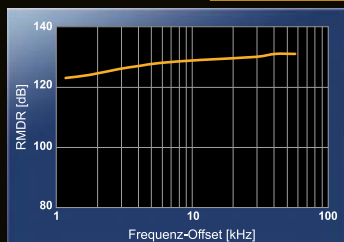
FT_{DX}101 TECHNISCHES HIGHLIGHT

Echte Leistung durch Hybrid-SDR-Konfiguration

Die Hybrid-SDR-Konfiguration vereint die ausgezeichnete Leistung eines Schmalband-SDR-Empfängers mit der Breitband-Abtastung eines SDR-Empfängers mit Direktabtastung, die gleichzeitig eine Echtzeitanzeige großer Bandbreite der Bandaktivität liefert

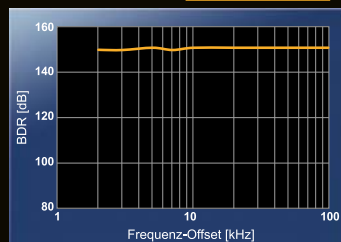


2 kHz RMDR 123dB+



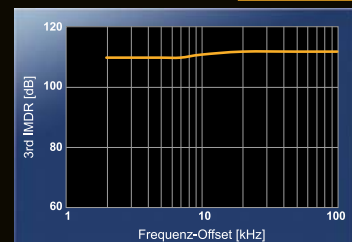
14 MHz Band Reciprocal Mixing Dynamic Range (RMDR)

2 kHz BDR 150dB+



14 MHz Band Blocking Dynamic Range (BDR)

2 kHz 3. IMDR 110dB+



3. IM Dynamic Range (IMDR)

KW/50-MHz-Transceiver

FT_{DX}101MP 200W

KW/50-MHz-Transceiver

FT_{DX}101D 100W



* Mikrofon M-1: optional

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC Import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DQ0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (030) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (030) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (030) 44 66 94-60 · Fax (030) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (030) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsch, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 57,50 € (PLUS-Abo 63,50 €), **jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar.** Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74 CHF (PLUS-Abo 79 CHF)

Digital-Abonnement 49,00 €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6 € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOICHB33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeigen online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5 € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 9.1.2025 **Erscheinungstag:** 29.1.2025

Druckauflage: 22 700

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Achtsam im Internet

Das Internet wird mehr und mehr zur Bedrohung. Da sind einerseits Akteure fremder Staaten, die es böswillig darauf abgesehen haben, unsere IT-Infrastruktur lahmzulegen oder dies für den „Tag X“ vorbereiten. Andererseits verbreiten Leute gezielt Falschinformationen, was angesichts von KI immer leichter möglich ist. Hinzu kommen Kriminelle, die nur unser Bestes wollen – unser Geld.

Bei vielen Internetnutzern wächst die Unsicherheit. Dabei ist es möglich, sich vor kriminellen Bedrohungen zu schützen.

Verwenden Sie starke und unterschiedliche Passwörter, die aus einer Kombination von Buchstaben, Zahlen und Sonderzeichen bestehen und mindestens 16 Zeichen lang sind. Nutzen Sie für jedes Online-Konto ein anderes Passwort – Passwort-Manager können Ihnen dabei helfen, diese sicher zu speichern. Aktivieren Sie nach Möglichkeit die Zwei-Faktor-Authentifizierung via TAN/OTP-System oder Security-Token wie einen speziellen FIDO2/U2F-USB-Stick. Dies ist ein starker zusätzlicher Schutz.

Öffnen Sie keine E-Mails von unbekannten Absendern und klicken Sie nicht auf Links oder Anhänge, ohne vorher zu prüfen, ob diese vertrauenswürdig sind. Schauen Sie die Absenderadresse genau an, da Phishing-E-Mails oft gefälschte Adressen verwenden.

Halten Sie Software und Geräte aktuell. Stellen Sie sicher, dass das Betriebssystem sowie die Anwendungen und Sicherheitssoftware regelmäßig aktualisiert werden, um Sicherheitslücken zu schließen. Meiden Sie öffentliche WLAN-Netzwerke für sensible Aktivitäten wie Online-Banking.

Überprüfen Sie regelmäßig die Datenschutzeinstellungen der Konten in sozialen Medien und teilen Sie keine persönlichen Informationen, mit denen man sich angreifbar macht. Regelmäßige Backups aller wichtigen Daten auf (mehreren) externen Festplatten oder Cloud-Diensten sind von essenzieller Bedeutung, um Datenverluste zu vermeiden. Seien Sie vorsichtig mit Ihren persönlichen Informationen wie Adresse, E-Mail, Telefonnummer, Bank- oder Kreditkartendaten. Teilen Sie diese nur mit absolut vertrauenswürdigen Empfängern. Unerwarteten Anrufen oder Nachrichten sollte man keinesfalls vertrauen. Wenn Sie jemand auffordert, persönliche Informationen zu teilen oder Geld zu überweisen, halten Sie inne und überprüfen Sie die Identität des Anrufers oder Absenders, ansonsten besteht höchste Gefahr. Bei unerklärlichen Kontoaktivitäten oder plötzlichen Passwortänderungen sollte man alarmiert sein und sofort eingreifen.

Laden Sie Software oder Apps nur von seriösen Quellen herunter und überprüfen Sie die Berechtigungen, die diese anfordern.

Informieren Sie sich über neue Cyber-Bedrohungen und Methoden, die von Angreifern verwendet werden. Dies kann Ihnen helfen, sich besser zu schützen.

Ein zu langsam arbeitender Computer, unerklärliche Pop-ups oder plötzliche Abstürze können auf Malware hinweisen. In diesem Fall sollte man sofort eine Sicherheitsüberprüfung durchführen.

Ja, das haben Sie schon zigmal gelesen. Trotzdem werden täglich Leute zum Opfer von Kriminellen, weil sie auf Lockangebote, Gewinnversprechen usw. hereinfallen. Die Sensibilisierung für die Gefahren im Internet und das proaktive Handeln sind entscheidend für den Schutz Ihrer Online-Identität(-en), Ihrer Privatsphäre und Ihres Geldes vor Cyberangriffen. Indem Sie diese Tipps und Warnungen an Freunde weitergeben, helfen Sie ihnen, sicherer im digitalen Raum zu agieren.

Romy Kunitz

Romy Kunitz
Systemadministrator

Amateurfunk

Nauru, C21MM – Signale vom Gipfel eines erloschenen Vulkans



Ein deutsches DXpeditions-Team reiste im vergangenen Oktober zur im Pazifik gelegenen Inselnation Nauru. Obwohl von Mitteleuropa aus schwer auf den Amateurfunkbändern zu erreichen, bescherte C21MM dank des derzeitigen Sonnenfleckenmaximums vielen DXern neue Bandpunkte. Damit zahlten sich eine sorgfältige Planung und die Verwendung bewährter Antennenkonzepte einmal mehr aus. Foto: Team C21MM

96

DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure

104

SB-2000 MK2 – Soundkarten-Interface mit CAT-Unterstützung



Um ältere Transceiver komfortabel für Digimodes nutzen zu können, ist ein Soundkarten-Interface mit Steuerfunktionen erforderlich. Entsprechende Eigenentwicklungen erfordern oft aufwendige Planungen und Detailkenntnisse. Das SB-2000 MK2 von CG Antenna stellt eine leistungsfähige und preisgünstige Alternative zum Selbstbau dar. Foto: DC8FG

110

RX-888 MKII – neue Version des breitbandigen SDR-Empfängers



Der RX-888 MKII ist ein direktabtastender SDR-Empfänger für den Frequenzbereich von 1 kHz bis 64 MHz. Über einen zweiten Eingang und einen internen Konverter wird der Bereich bis 1700 MHz erschlossen. Im Beitrag wird der Empfänger vorgestellt und gezeigt, welche Besonderheiten es bei der Installation und Nutzung der Software zu beachten gilt. Werkfoto

112

Alternative Firmware für den QRP-KW-Transceiver Xiegu X6100

124

Witterungsgeschützte Spulen

125

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (1)

128

Multiband-Vertikalstrahler für Wohnmobil und Portabelbetrieb



Eine Antenne für den Portabelbetrieb muss einfach auf- und abzubauen sein und sollte möglichst viele Amateurfunkbänder abdecken. Wenn dann auch noch ein geringer Platzbedarf und DX-Tauglichkeit gefragt sind, führt an einer Vertikalantenne kaum ein Weg vorbei. Die hier vorgestellte KW-Mehrbandantenne ist daher insbesondere für Nutzer von Wohnmobilen eine interessante Lösung. Foto: DK3BA

134

45. Gigahertz-Tagung Dorsten

160

Funk

CB- und Jedermannfunk

151

Aktuell

Editorial 87

Postbox 90

Markt 92

Literatur 95

Ausbreitung Februar 2025 154

Inserentenverzeichnis 166

Vorschau FA 3/25 166

QTCs

AATiS e.V. 150

Bergfunk-QTC 155

Sat-QTC 155

CW-QTC 155

DX-QTC 156



QSL-Splitter 157

SWL-QTC 157

UKW-QTC 158

Digital-QTC 161

QRP-QTC 163

DL-QTC 164

Afu-Welt 164

OE-QTC 165

HB-QTC 165

Termine Februar 2025 166

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Die Möglichkeit des Funkbetriebs über den satellitengestützten Amateurfunktransponder QO-100 regt Funkamateure nach wie vor zum Selbstbau anspruchsvoller technischer Lösungen an.

Im Beitrag ab S. 128 werden Konzept und Aufbau eines für diesen Zweck konzipierten SDR-Transceivers auf Basis des Pluto Plus beschrieben. Dieser Transceiver ist darüber hinaus auch für den Funkbetrieb auf dem 2-m- und dem 70-cm-Band verwendbar.

Fotos: DJ1MR/Pxhere;
Collage: DC2HB

Geschichtliches

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung beim Elbe-Projekt



Im Rahmen der Energiewende ist derzeit auch von Hochspannungs-Gleichstromübertragung die Rede. Interessanterweise gab es schon während des Zweiten Weltkrieges ein ähnliches Projekt für eine Energieübertragungsanlage unter Verwendung von Erdkabeln. Diese Anlage ging damals allerdings nicht mehr in Betrieb. Sie wäre sonst die erste dieser Art in Deutschland gewesen. Foto: Lutz

100

250. Geburtstag von André-Marie Ampère



Mit seinen Experimenten hatte André-Marie Ampère vor über 200 Jahren maßgeblichen Anteil an der Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrodynamik und Elektrotechnik. Sein 250. Geburtstag ist Anlass für einen kurzen Blick in die Geschichte und auf einige Versuche, die den Wissenschaftler seinerzeit zu neuen Erkenntnissen führten.

Foto: Philippe Alès, CC BY-SA 3.0

102

Wissenswertes

Brennstoffzellen-Antriebssysteme im Megawatt-Bereich

109

Elektronik

TARGET 3001! – Aktuelles von der Version 33 mit Anwendungstipps

106

Selbst gebaute Wetterstation mit ESP32 und Farbdisplay



Die Kombination aus 32-Bit-Mikrocontroller und farbigem Grafikdisplay bildet einen guten Ausgangspunkt für anspruchsvolle Elektronikprojekte, wie den hier vorgestellten Bausatz. Diese kleine Wetterstation lädt ihre Daten aus dem Internet herunter. Durch Änderung der Software sind auch gänzlich andere Anwendungen möglich.

Foto: DF8HQ

116

Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren



Manche Anlagen im Außenbereich benötigen Regendetektoren, um wasserempfindliche Technik mithilfe automatischer Schutzvorrichtungen vor Schaden zu bewahren. Hier wird erläutert, welche Verfahren sich eignen und welche Vor- und Nachteile diese besitzen. An die in der Selbstbauanleitung beschriebene Auswertebaugruppe lassen sich kapazitive und optische Sensoren anschließen.

Foto: Sander

120

Hochleistungsnetzteil für Amateurfunktransceiver

126

Der Unterschwelleneffekt bei Feldeffekttransistoren

132

BC-DX

Kurzwellen in Deutsch 152

BC-DX-Informationen 153



Am World Radio Day am 13. 2. ist auch 4UNR aktiv.
QSL: DL1AX

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateur.de

E-Mail-Adresse für Manuskripte

Aus organisatorischen Gründen bitten wir darum, Manuskripte ausschließlich an

redaktion@funkamateur.de zu senden. Manuskripte bitte als eigenständige E-Mail schicken und nicht mit anderer Korrespondenz „mischen“. Siehe auch: www.funkamateur.de → Schreiben für uns sowie FA 3/2021, S. 209 ff.



Lesestoff im Ausland

Im Hotel Palace in Port Ghalib an der ägyptischen Küste des Roten Meeres war der FUNK-AMATEUR in der Lesestoffsammlung der Gäste zu finden, wenn auch nicht die neueste Ausgabe. Manchmal ist die Welt wirklich klein. Sieglinde (Sigg) Becker, DK2YL

PV-Anlage vs. Sendestation

Bezugnehmend auf die Anfrage „PV-Anlage und Sendestation“ im FA 11/24 auf S. 846 kann ich als langjähriger EMV-Ingenieur Folgendes beitragen: Bedingt durch die weiträumigen, üblicherweise ungeschirmten Leitungen einer PV-Anlage bildet die Verkabelung im entsprechenden Frequenzbereich (15 MHz bis 28 MHz) eine relativ gute Antenne. Dies hat zur Folge, dass die 10 m entfernte Sendeanlage sowohl gleich- als auch wechselstrommäßig mit einer Störspannung auf den Leitungen von den Modulen zum Wechselrichter sowie von diesem zum Netz einkoppelt. Diese Störspannung hat auf die PV-Module keinerlei Einfluss, kann jedoch die Funktion des Wechselrichters beeinträchtigen.

Letztere sind elektronische Geräte im Sinne der EMV-Richtlinie und müssen vor dem Inverkehrbringen in der EU entsprechend geprüft werden. Namhafte Hersteller führen dies gewissenhaft durch. Die Erfahrung zeigt, dass die meisten Hersteller zum Konformitätsnachweis der Wechselrichter die unter der EMV-Richtlinie (2014/30/EU) gelisteten Fachgrundnormen für die Störaussendung (EN 61000-6-3:2007) sowie für die Störfestigkeit (EN 61000-6-2:2005) heranziehen.

Die Störfestigkeit eines Geräts gegenüber einem Sendesignal wird in der EMV-Welt mit der Prüfung „Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder“ (Grundnorm EN 61000-4-6) nachgewiesen. Hier wird auf alle Leitungen des Wechselrichters, die länger als 3 m sein können, eine Wechselspannung von 150 kHz bis 80 MHz mit 10 V Amplitude aufgeprägt, das Prüf-signal ist mit 80 % amplitudenmoduliert. Der Wechselrichter muss bei dieser Prüfung ohne Funktionsverlust weiterarbeiten.

Im beschriebenen Anwendungsfall und an Resonanzstellen kann eine höhere Spannung als die normativen 10 V am Wechselrichter auftreten. Die Erfahrung zeigt, dass dieses Störphänomen zur Beeinflussung von analogen Messwertaufnehmern (Stromwandler, Spannungsmesspfade) im Wechselrichter führen kann. Als Folge von falsch gemessenen Strömen und Spannungen würde der Wechselrichter mit einer Fehlermeldung die Netzeinspeisung abbrechen und nach einer gewissen Wartezeit wieder starten.

Eine Beschädigung des Wechselrichters durch den Effekt halte ich für sehr unwahrscheinlich. Als Vorbeugemaßnahme empfehle ich die Anbringung von Nickel-Zink-Ferrithülsen, räumlich möglichst nahe am Wechselrichter. Drei Windungen sollten in diesem



© DC2HB

Frequenzbereich gut wirken. Die Leitungen sind stromkompensiert auf die Ferrithülse aufzubringen, wodurch der Betriebsstrom das Ferritmaterial nicht in die Sättigung führt und die gewünschte Dämpfung im Frequenzbereich erhalten bleibt. Geeignet ist z.B. die Ferrithülse mit der Artikelnummer 7427 015 von Würth Elektronik. Für jede Netz-, PV- und eventuell Ethernet-Leitung ist eine separate Ferrithülse zu verwenden.

Peter Hauser, DF1PH

Langwellensender Europe 1

Mit viel Interesse habe ich den Beitrag „Europe 1 - ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze“ im FA 1/2025, ab S. 18 gelesen. Sehr gut recherchiert! Vielen Dank für die Mühe.

Ein kleines Detail kann ich noch beitragen: Als frankophiler Hörer und Funkamateur hatte ich bei der Bundesnetzagentur Ende Februar 2019 die Standortbescheinigungen der beiden Funkanlagen angefragt. Denn interessanterweise waren die Sender von Europe 1 in der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur bis dato gar nicht hinterlegt.

Als Antwort bekam ich: „Die dort vorhandenen Anlagen wurden kontinuierlich verändert. Dies führte dazu, dass sich die Rahmenbedingungen für die erforderlichen komplexen und aufwendigen Feldstärkemessungen stetig änderten. Für beide Anlagen wurde am 18.3.2019 jeweils eine messtechnische Standortbescheinigung erteilt (Stob-Nr. 590 108 760 und Stob-Nr. 590 108 777). Beide Anlagen wurden auch in die EMF-Datenbank eingetragen.“

Man könnte meinen, die Messungen erfolgten erst aufgrund meiner Anfrage der Standortbescheinigungen.

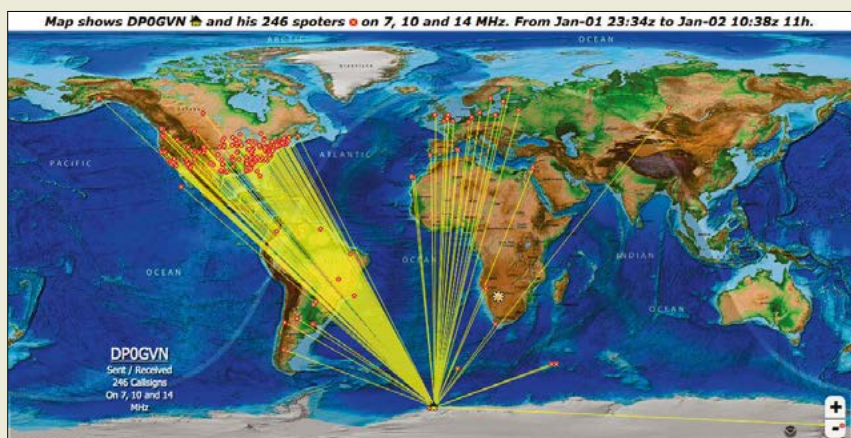
Meine Korrespondenz mit der BNetzA und auch alle Dokumente zur Standortbescheinigung sind unter <https://fragdenstaat.de/a/59571> zu finden. Diese Dokumente haben nun wohl historischen Wert, denn nur einige Monate später wurde Europe 1 abgeschaltet.

Thomas Blinn, DL2WB

DPOGVN und DPOPOL aktiv

Der Beitrag „DPOGVN aus der Antarktis aktiv“ in der Afu-Welt des FA 1/2025, S. 80, war sehr interessant. Leider fehlt ein wichtiges Detail. Die beiden Stationen DPOGVN und DPOPOL sind täglich in der Sendart WSPR aktiv. Sie sind in Deutschland sehr häufig zu hören. Ich bitte um Ergänzung des Berichtes.

Erich Schäfer, DK6UG



WSPR-Empfangsmeldungen für DPOGVN auf lu7aa.org

Screenshot: FA ▶



WSPR ist ein automatisches Datenübertragungsverfahren, das eine sichere Übermittlung auch noch bei sehr stark gestörtem Übertragungskanal ermöglicht. Dies ist beispielsweise bei sehr schwachem Nutzsignal durch thermisches Rauschen der Fall. WSPR kann daher gut zur Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen genutzt werden. Die entsprechenden Empfangsdaten stehen auf www.wsprnet.org zur Verfügung. Websites wie <https://wspr.aprsinfo.com> und <http://lu7aa.org/dx.asp> stellen diese Daten aber auch auf Karten dar, siehe Bild auf der vorigen Seite. Doch für die Abwicklung klassischer Funkverbindungen mit der beidseitigen Übertragung von Rufzeichen, Rapporten und weiteren Informationen ist WSPR nicht ausgelegt. Solch eine vollständige Funkverbindung mit DP0GVN, die sich bei Bedarf auch mit einer QSL-Karte oder anderweitig bestätigen lässt, ist daher nur möglich, wenn einer der Funkamateure auf der Antarktis-Forschungsstation Neumeyer III in seiner raren Freizeit die automatische Signalausendung abschaltet und sich selbst an die Station setzt. Ebenso verhält es sich mit dem Rufzeichen DP0POL, das der Amateurfunkstation auf dem Forschungsschiff *Polarstern* zugeordnet ist.

Red. FA

Bedienung von Anytone-Geräten

Uns erreichte die Anfrage nach Literatur oder Büchern über die Bedienung von Funkgeräten des Herstellers Anytone.

Allumfassende Literatur oder ein universell nutzbares Buch über Anytone-Geräte sind uns nicht bekannt. Dafür dürfte schon allein das Sortiment dieses Herstellers zu groß sein. Außerdem ist kein einheitliches Bedienungskonzept, wie bei namhaften Funkgeräteherstellern üblich, erkennbar. Allerdings sollte jeder Fachhändler in Deutschland Auskunft zu den von ihm vertriebenen Geräten geben können. Eine Bedienungsanleitung erhält man jedoch nur beim Kauf.

Wer sich für ein spezielles Gerät interessiert, dem können wir nur raten, einmal beim nächsten Fachhändler vorbeizufahren und sich dort beraten zu lassen. Wenn einem das Gerät zusagt, sollte man es fairerweise dann auch beim beratenden Fachhändler kaufen und nicht (weil eventuell preiswerter) bei irgendeinem Internethändler, der vielleicht noch nicht einmal eine Unterstützung bei technischen Schwierigkeiten bietet. Alternativ kann man sich bei anderen Funkamateuren in der Umgebung über die Bedienung der von ihnen genutzten Anytone-Geräte informieren. Dafür genügt oft schon eine freundlich gestellte Frage im Ortsverband.

Red. FA

Nochmals 30-W-Verstärkerbaugruppe

Den Äußerungen von Jürgen Carow, DF3OL, in der Postbox im FA 1/25 zu der China-Endstufe kann ich nur zustimmen. Manche chinesischen Produkte sehen nur so aus, als ob sie gut funktionieren. Dabei hätten die „Entwickler“ nur einmal den bei „Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe“ im FA 12/2024, ab S. 973 angeführten Beitrag von Martin Steyer, DK7ZB, richtig lesen und dessen Gegentaktstufe nachbauen müssen, denn er hat alles richtig gemacht. Die China-Endstufe verwendet eine „stromgespeiste“ Gegentaktstufe, die eine fast rechteckförmige Aus-

gangsspannung liefert, hinzu kommt die fehlende Kompensation der Transformatoren usw. Daher rühren die katastrophalen Oberwellenabstände. Die prinzipiell gleiche Schaltung wird auch vielfach in KW-Transceivern mit 12-V-Endstufen verwendet, allerdings besser gemacht und mit Tiefpassfiltern dahinter.

Jochen Jirmann, DB1NV

Adventskranz-Preisfrage

Gefragt war, wie lange die erste der vier LED-Kerzen eines Adventskranzes am ersten Sonntag maximal leuchten darf, wenn jede LED-Kerze aus einer eigenen, zwischenzeitlich nicht wechselbaren, für 15 h Dauerbetrieb ausgelegten Batterie versorgt wird und die jeweilige Anzahl Kerzen an den Folgesonntagen für die gleiche Dauer leuchten soll.

Die maximale Leuchtdauer impliziert, dass am Ende alle Batterien leer sind. Die Energie der Batterien aller vier LED-Kerzen reicht für insgesamt $4 \cdot 15 \text{ h} = 60 \text{ h}$. Davon werden an den Adventssonntagen jeweils ein bis vier gleich lange Teile genutzt, was insgesamt zehn Teile ergibt. Somit ist jeder Teil 6 h lang. Damit wäre die Aufgabe schon gelöst, denn die LED-Kerze am ersten Sonntag darf für einen Teil, also 6 h leuchten.

Der Vollständigkeit halber hier noch die Leuchtzeiten der anderen LEDs: Am vierten Advent leuchten alle Kerzen für je einen Teil, also je 6 h. Wenn am ersten Advent Kerze 1 für 6 h leuchtet, dürfen die anderen drei Kerzen am dritten Advent für je 6 h leuchten. Somit bleiben für den zweiten Advent insgesamt noch zwei Teile à 6 h für vier Kerzen. Daher sind am zweiten Sonntag zuerst die Kerzen 1 und 2 für 3 h und anschließend die Kerzen 3 und 4 für ebenfalls 3 h einzuschalten. Die nebenstehende Grafik verdeutlicht die Leuchtdauer der LED-Kerzen an jedem Advent.

Die $3 \times 25 \text{ €}$ für die richtige Lösung erhalten:

Andreas Meissner
Wilfried Grunewald, DC3EU
Tobias Saltenberger, DB8TS

Herzlichen Glückwunsch!

Drehspulmessinstrument-Preisfrage

Wie groß ist die prozentuale Abweichung von dem mit einem sehr hochohmigen Digitalvoltmeter ermittelten Messwert bei Verwendung eines Drehspulmessinstruments mit $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ Kennwiderstand im 5-V-Messbereich, wenn an einem 12-V-Spannungsteiler aus $150 \text{ k}\Omega$ und $56 \text{ k}\Omega$ über dem niederohmigeren Widerstand gemessen wird?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 28.2.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Wasserkocher-Preisfrage vom FA 1/25 können Sie sich noch bis zum 31.1.2025 versuchen. Die Wassermenge beträgt 1 l.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

	Kerzen			
	1	2	3	4
1. Advent	6h			
2. Advent	3h	3h	3h	3h
3. Advent		6h	6h	6h
4. Advent	6h	6h	6h	6h

65 Jahre Eigenbauprojekte

Jubiläen sind eine gute Gelegenheit, zurückzublicken. Kurt Hoffelner, OE3HKL, der im vergangenen Jahr seinen 79. Geburtstag feierte, realisierte seit 1959 eine Vielzahl von bemerkenswerten Eigenbauprojekten. Ein Beitrag von Willi Paßmann, DJ6JZ, zeichnet die Aktivitäten des rührigen Funkamateurs nach. Er steht im Download-Bereich auf www.funkamateur.de und in der FA-App unter der Rubrik „Sonderbeiträge“ zur Verfügung.

Red. FA

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch





Das Bedienteil des FTM-150E ASP ist abnehmbar.

FTM-150E ASP

Mobiltransceiver

- Frequenzbereiche: 144...146 MHz, 430...440 MHz, RX 108...550 MHz
- Sendeleistung: 5 W, 25 W, 50 W (VHF) bzw. 55 W (UHF), umschaltbar
- Sendarten: FM, AM (nur Empfang)
- Twinband-Betrieb: V+V, U+U, V+U, U+V
- Repeater-Shift: 0...99,95 MHz, einstellbar
- NF-Leistung: 2 x 3 W
- Super-DX mit ASP, 1103 Speicher, 47-Kanal-Bandscope, optional Bluetooth
- Stromversorgung: 13,8 V, RX 500 mA, TX ≤ 11 A
- Abmessungen (B x H x T): Transceiver 139 mm x 42 mm x 133 mm, Bedienteil 148 mm x 56 mm x 56 mm
- Masse: 1,2 kg
- Preis: um 330 €



Für die Mastschelle SMHxx sind Bügel verfügbar, die die Befestigung quadratischer Boomrohre mit einem Elevationswinkel ermöglichen.



Ebenso sind Bügel für runde Boomrohre erhältlich. Die Grundplatte ist jeweils identisch.

FTM-150E ASP: Twinbander für FM

Der **FTM-150E ASP** von **Yaesu** ist ein Twinband-Mobiltransceiver für das 2-m- und das 70-cm-Amateurfunkband. Er ist mit zwei unabhängig nutzbaren Empfängern ausgestattet und kann mit 50 W im VHF- und 55 W im UHF-Band senden.

Das Frontpanel ist abnehmbar und beispielsweise mit der optionalen, schwenkbaren Halterung **SJMK-500** entsprechend den Erfordernissen montierbar. Das relativ kurze Steuerkabel lässt sich dann durch das 3 m lange **SCU-62** oder das 6 m lange **CT-132** ersetzen. Das Mikrofon ist bei separater Montage des Bedienteils seitlich an diesem anzuschließen.

Die integrierte **Super-DX**-Funktion und die Audio-DSP-Einheit verbessern den Empfang auch bei schwachen Signalen. 1103 speicherbare Kanäle sind vorhanden, ebenso ein hochauflösendes Bandscope und flexible Funktionen wie **Memory Auto Grouping (MAG)** und mit dem Modul **BU-5** eine optionale Bluetooth-Schnittstelle.

Das DTMF-Mikrofon **SSM-85D** gehört zum Lieferumfang, ebenso eine Mobilhalterung und ein Stromversorgungskabel mit Sicherungshalter.

Info: Yaesu Musen Co., Ltd; www.yaesu.co.uk
Bezug: autorisierter Fachhandel

1200-W-Endstufe für 23 cm

Kuhne electronic präsentiert mit der **MKU PA 23CM-1200W A** eine Hochleistungs-Endstufe für das 23-cm-Amateurfunkband. Für eine Ausgangsleistung von 1200 W benötigt der Verstärker eine Eingangsleistung zwischen 20 W und 30 W. Der Wirkungsgrad beträgt 45 %. Oberwellen werden bei 1000 W Ausgangsleistung um 37 dB gedämpft.

Der Aufbau im gefrästen Aluminium- und Kupfergehäuse dient zur optimalen Wärmeübertragung. Die für 50 V ausgelegten LD-MOSFETs sorgen für eine hohe Zuverlässigkeit und Linearität. Detektorausgänge zur Überwachung der vor- und rücklaufenden Spannung sind vorhanden, ebenso eine Übertemperaturabschaltung. Optional ist eine Wasserkühlung erhältlich. Das Ein- und Ausschalten erfolgt mittels einer Gleichspannung.

Die Endstufe wurde für anspruchsvolle Funkamateure entwickelt, die ein Gerät mit hoher Sendeleistung und Zuverlässigkeit benötigen. Dank moderner Technologie und hochwertiger Materialien ist ein langlebiger und stabiler Betrieb selbst bei intensiver Nutzung gewährleistet.

Der MKU PA 23CM-1200W A ist zu einem Preis von 3490 € erhältlich.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>

MKU PA 23CM-1200W A

Endstufe

- Frequenzbereich: 1280...1300 MHz
- Ausgangsleistung: 1200 W (CW)
- Eingangsleistung: 20...30 W
- Verstärkung: 17 dB
- Oberwellendämpfung: 37 dB @ $P_A = 1000$ W
- Übertemperaturschutz: 75 °C
- SWV: $s \leq 1,8$
- Eingang: SMA-Buchse, 50 Ω
- Ausgang: 7/16-DIN-Buchse, 50 Ω
- Versorgungsspannung: 50 V
- Ruhestromaufnahme: 4 A
- Stromaufnahme: ≤ 57 A
- Gehäuse: Aluminium und Kupfer (vernickelt)
- Abmessungen (B x H x T): 223 mm x 43 mm x 156 mm
- Masse: 5,2 kg
- Preis: 3490 €

Das Gehäuse der Endstufe MKU PA 23CM-1200W A ist gefräst und besteht aus Aluminium sowie vernickeltem Kupfer.



Schwere Universal-Mastschellen von ANjo-Antennen

Die universell einsetzbare, schwere Mastschelle **SMHxx** von **ANjo-Antennen** ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungen im Antennenbau, die sich durch Konfiguration mit den angebotenen Einzelteilen realisieren lassen. Die Schelle ist sowohl als Kreuz- als auch als Parallelschelle einsetzbar, wobei die Montage von runden oder quadratischen Boomrohren möglich ist. Sie eignet sich auch für Standrohre mit Durchmessern bis 100 mm, in einer weiteren Ausführung auch für solche bis 185 mm Durchmesser. Die Boomrohrdurchmesser dürfen bis 60 mm betragen.

Für quadratische Boomrohre sind Schellen von 10 mm x 10 mm bis 50 mm x 50 mm erhältlich. Diese erlauben auch eine geneigte Montage. Andere Größen stehen auf Anfrage zur Verfügung.

Der lasergeschnittene, massive, 3 mm dicke Grundkörper sowie alle Montageeile sind aus dem Werkstoff 1.4301 (V2A) gefertigt und somit nicht rostend. Die Schellen samt Bügel werden direkt vom Hersteller geliefert.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

SMHxx

Mastschellen

- Grundkörper: 180 mm x 140 mm x 3 mm
- Bügel für Standrohrdurchmesser: 50 mm, 50...65 mm, 60...75 mm, 75...95 mm, 60...100 mm, bis 185 mm
- Bügel für quadratische Boomrohre: 10 mm x 10 mm, 15 mm x 15 mm, 20 mm x 20 mm, 50 mm x 50 mm
- Bügel für runde Boomrohre: 30...40 mm, 40...50 mm, 50...60 mm
- Werkstoff: 1.4301 (V2A)
- Preise: ab 67 € (konfigurationsabhängig)



Das KW-Handfunkgerät JPX-20 SSB wiegt 500 g und ist als Bausatz erhältlich.

JPX-20 SSB

KW-Transceiver-Bausatz

- Frequenzbänder: 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 10 m
- Sendeleistung: 1 W, 5 W, 10 W, schaltbar
- Empfindlichkeit: $\leq 1 \mu V$
- Frequenzstabilität: 0,5 ppm
- VFO-Schrittweite: 1 ... 50 kHz
- Mikrofon/Lautsprecher: eingebaut, zusätzlich RJ45-Buchse
- Weitere Eigenschaften: Relaisablage, CTCSS, Tonruf, Squelch, Scan-Funktion, RIT, Semi-BK-Betrieb, 500-Hz-CW-Filter, S-Meter, Spannungsanzeige, OLED-Display
- Spannungsversorgung: eingebauter Akkumulator mit 30 Wh, über 3,5-mm-Hohlsteckerbuchse mit 1 A ladbar
- Stromaufnahme: RX 45 mA, TX ≤ 2 A
- Masse: 500 g
- Abmessungen (B \times H \times T): 70 mm \times 200 mm \times 40 mm
- Preis: auf Anfrage



Die RF2K-S wurde im FA 12/2023 ab S. 950 ausführlich beschrieben.



Der Spartenkatalog Mechanische Lösungen ist kostenlos erhältlich.

KW-Handfunkgerät JPX-20 SSB

Mittlerweile wurden die ersten Exemplare der Pilotserie des von Sebastian Zettl, DL3GAZ, entwickelten Handfunkgeräts **JPX-20 SSB** ausgeliefert. Das für den oberen KW-Bereich, also die fünf Bänder von 20 m bis 10 m, konzipierte Gerät dürfte besonders für Portabel-funker interessant sein. Ein Antennentuner für die Stabantenne ist integriert, ebenso Akkumulator, Lautsprecher und Mikrofon. Im Gegensatz zum Vorgängermodell **P-20xx SSB** ist der Empfänger als SDR aufgebaut und die gesamte Schaltung auf einer Leiterplatte zusammengefasst und nicht mehr auf vier steckbare Platinen verteilt. Die Bedienung erfolgt auf der Oberseite über drei Bedienknöpfe und ein OLED-Display. Seitlich ist die PTT-Taste angeordnet.

Das Gerät ist in unterschiedlichen Farben und Antennenkonfigurationen, jedoch nur als Bausatz erhältlich. Außerdem steht auf der Website eine kurze Bedienungsanleitung zur Verfügung. Gesucht wird weiterhin ein Hersteller, der nach der Pilotserie die kommerzielle Produktion übernimmt.

Bezug: Sebastian Zettl, DL3GAZ, Conradin-Kreutzer-Str. 36, 78333 Stockach; <https://zfx.de/jpx-20>; E-Mail: dl3gaz@zfx.de

Aus RF-Kit wurde RF-Power

Am 1. Januar 2025 wurden die Geschäfte des Endstufenherstellers **RF-Kit** zum neu gegründeten Unternehmen **RF-Power** mit Sitz in Salzburg, Österreich verlagert, um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden, so Reinhard Försch, DH3NAB, der dem neuen Team als Ansprechpartner erhalten bleibt. Die Endstufen von RF-Kit werden bereits seit dem Frühjahr 2024 am neuen Standort bei der ViCOS GmbH produziert. Die **RF2K-S** repräsentiert inzwischen die dritte Gerätegeneration. Sie basiert seinerzeit auf einem Projekt des DARC-Ortsverbands B26.

RF-Power GmbH, Eugen-Müller-Str. 14, 5020 Salzburg, Österreich; www.rf-power.eu; E-Mail: office@rf-power.eu

Mechanik für den Antennenbau

Aktualisiert und neu aufgelegt ist der Spartenkatalog **Mechanische Lösungen für den Antennenbau** in der Version Dezember 2024 als Print-Katalog erhältlich. Auf 60 Seiten präsentiert **UKW-Berichte** ein breites Spektrum an gängigem und speziellem Montagematerial, das für den Antennenbau eingesetzt werden kann. Angefangen bei Mastfüßen reicht das Sortiment über Antennenrohre bis hin zu Wandabstandshaltern und Erdungsmaterial.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de



Umschaltbares Multibandfilter

Rechtzeitig vor dem Start der Freiluft-Funk-saison legt die **Funkbox Hard & Software** das **Multibandfilter** neu auf. Die 2025er-Serie ist aufgrund des kompakten Designs speziell für den Portabelbetrieb mit geringer Sendeleistung geeignet und bietet eine einfache Bedienung.

Die sechs integrierten Tiefpassfilter decken die für den Portabelbetrieb wichtigsten Amateurfunkbänder ab und bieten hohe Flexibilität. Die vorbestückte Platine erleichtert den Aufbau, sodass auch Einsteiger problemlos starten können. Hochwertige Komponenten und gute Verarbeitung gewährleisten stabile Filtereigenschaften. Die Filterbänke lassen sich bei Bedarf an individuelle Erfordernisse anpassen.

Funkbox Hard & Software, Am Bach 7, 88069 Tettnang; www.funkbox.de, info@funkbox.de

Bluetooth-Schnittstelle für Icom-Transceiver

Das **CT-17B-6BT** von **VE2DX Electronic** ist ein kleiner CI-V-Hub, der die CAT-Steuerung von diversen **Icom**-Transceivern per Bluetooth ermöglicht. Auf der Transceiver-seite stehen fünf mit HF-Filtern ausgerüstete CI-V-Schnittstellenanschlüsse zur Verfügung, während die Steuerung drahtlos von einem beliebigen Rechner aus erfolgt. Die Datenübertragung ist auch über das Interface von einem Transceiver zum anderen möglich. Das kleine Gehäuse wurde im 3-D-Druck hergestellt und besitzt Magnete, die die Befestigung erleichtern. Die Stromversorgung erfolgt über USB. Das Gerät unterstützt die TrueTTL/TrueCIV-Technologie. Es ist für 125 € bei **Difona** erhältlich.

Difona Communication GmbH, Ottostr. 24, 63150 Heusenstamm, Tel. (061 04) 689 62 10, difona@difona.de; www.difona.de

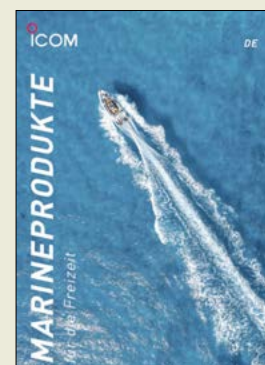


Komplett aufgebautes Multibandfilter mit sechs Filterbänken

Multibandfilter

Bandfilter-Bausatz

- Frequenzbänder: 80 m, 40 m, 20 m, 15 m, 10 m, 6 m
- Belastbarkeit: 25 W
- Anschlüsse: 2 \times SMA-Buchse
- Abmessungen (B \times H \times T): 65 mm \times 40 mm \times 110 mm
- Lieferumfang: alle Bauteile für die Filtersätze, Spulen zum Selbstwickeln, teilbestückte Platine (SMD-Bauteile und SMA-Buchsen), Gehäuse-bausatz, Aufbaubeschreibung
- Masse: 110 g
- Preis: 69 €



Der Katalog **Marineprodukte 2025** (24 Seiten DIN A4) ist erstmals auf der weltgrößten Yacht- und Wassersportmesse **Boot 2025** am Stand von **Icom** verfügbar.

Die Buchsen für die Steuerung via CI-V und die Stromversorgung befinden sich auf der Gehäuserückseite des **CT-17B-6BT**.



Komplett bestücktes Modul HFM-ATT-0-40

HFM-ATT-0-40

Dämpfungsglied

- Impedanz: 50 Ω
- Frequenzbereich: 0,5 ... 3 GHz
- Einstellbereich: 0 ... 40 dB
- Einfügedämpfung: 2,5 dB bei 1 GHz, 3,2 dB bei 3 GHz
- Belastbarkeit: 100 mW
- Spannungsversorgung: 5 V
- Preis: 18 €



Die 2024er-Ausgaben der QST, NCJ, QEX und On the Air sind für 26,95 € auf der DVD ARRL Periodical 2024 beim FA-Leserservice unter der Bestellnummer AC-024 erhältlich.

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern. Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Der Burstgenerator SGZ 21 und eine Magnet- oder E-Feldquelle in Stiftform sind einige der EMV-Werkzeuge des E1-Systems.

Neues aus dem Leserservice

Beim **FA-Leserservice** ist unter der Bestellnummer **HFM-ATT-0-40** ein mittels Potenziometer einstellbares Dämpfungsglied erhältlich. Der Einstellbereich beträgt 0 dB bis 40 dB zuzüglich 3,2 dB Einfügedämpfung bei 3 GHz. Die Abweichung im Dämpfungsverlauf liegt im spezifizierten Frequenzbereich von 0,5 GHz bis 3 GHz bei maximal 1,5 dB. Das Modul besitzt SMA-Buchsen. Die Eingangsleistung darf 100 mW nicht übersteigen. Für den Betrieb ist über den Steckkontakt eine Versorgungsspannung von 5 V anzulegen. Die über das Potenziometer eingestellte Steuerungsspannung ist an den mit VC gekennzeichneten Lötanschlüssen messbar.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateur.de, shop@funkamateur.de

EMV-Probleme?

Das **E1-System** der **Langer EMV-Technik** bietet eine Reihe von EMV-Werkzeugen zur entwicklungsbegleitenden Untersuchung von Baugruppen und Geräten. Es dient der Prüfung der Robustheit gegenüber Umgebungsstörungen. Mit den im System enthaltenen Magnet- oder E-Feldquellen können die Ursachen (Schwachstellen) für leitungsgeführte Pulsstörungen (Burst) und elektrostatische Entladungen (ESD) schnell und präzise identifiziert werden.

Diese Feldquellen sind essenzielle Werkzeuge für die entwicklungsbegleitende EMV-Untersuchung. Sie ermöglichen es, gezielt verschiedene Bereiche von elektronischen Baugruppen mit elektrischen oder magnetischen Nahfeldern zu beaufschlagen, um fehlerhaftes Design zu erkennen.

Mit dem E1-System kann der Nutzer EMV-Maßnahmen passend zur Schwachstelle auswählen und dimensionieren sowie implementierte auf ihre Wirkung hin überprüfen. Der Prüfaufbau ist kompakt und passt problemlos auf jeden Arbeitsplatz.

Des Weiteren bietet die Langer-EMV-Technik auch ein breites Sortiment an **Nahfeldsonden** für den Frequenzbereich bis 40 GHz zur Messung der elektrischen und magnetischen Felder an.

Langer EMV-Technik GmbH, Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannewitz, Tel.: (0351) 43 00 93 29; www.langer-emv.de, sales@langer-emv.de



Robuste Teleskopmaste

WiMo bietet neue **Teleskopmaste** an. Diese stehen in Längen von 6 m, 10 m und 16 m zur Verfügung. Der 16-m-Mast besteht aus robustem Carbon, die anderen aus GFK oder einem um 30 % festeren Hybridmaterial. Gemeinsame Merkmale aller Varianten sind die geringe Masse und die sicher greifenden Klemmen zum Arretieren der Segmente in beliebiger Höhe. Zusammengeschoben sind die Maste nur 1,67 m, 1,68 m bzw. 1,96 m lang.

Grundsätzlich sollten alle Maste ab einer gewissen Höhe abgespannt werden. Hierfür bietet WiMo in Zusammenarbeit mit **Mastrant** Fertig-Kits an. Außerdem steht Zubehör wie Stative, Bodenanker oder Befestigungselemente zur Verfügung.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com



Die Segmente der Teleskopmaste lassen sich mittels Klemmen in beliebiger Höhe arretieren.

TurboLog 4.20 verfügbar

Das zweisprachige (Dt./Engl.) Stationsmanagement-Programm **Turbolog4** ist in der **Version 4.20** mit einer ganzen Reihe neuer oder erweiterter Funktionen ausgestattet und an neue Windows-Plattformen angepasst. Datenbanken und Serversysteme wurden überholt und neue Transceiver aufgenommen. Außerdem erhielt die Packet-Cluster-Datenbank einen POTA-Zugang. Die Verbindung zum **WSJT-X SuperFox** ist weiterhin sichergestellt. Schriftgrößen auf Schaltflächen und in Tabellen lassen sich nun separat einstellen. Eine schnelle Umrechnung zwischen geografischen Koordinaten und Maidenhead-Locator ist integriert.

Die Gesamtdarstellung aller neuen Merkmale findet sich auf der Website bzw. in der Versionsinformation. Das von **TurboLog Communications** entwickelte Programm ist weiterhin Shareware.

TurboLog Communications, Dr.-Ing. Alwin Güdesen, DJ9KG, Brinkweg 5, 27321 Thedinghausen-Ahsen; www.turbolog.de

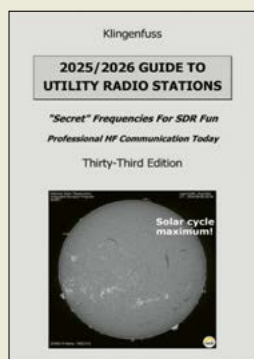


Teleskopmaste

Antennenträger

- Höhe 6 m, Transportlänge 1,67 m, Masse 2 kg, Preis GFK: 99 €, Preis Hybrid: 129 €
- Höhe 10 m, Transportlänge 1,68 m, Masse 3 kg, Preis GFK: 149 €, Preis Hybrid: 229 €
- Höhe 16 m, Transportlänge 1,96 m, Masse 4,5 kg, Carbon, Preis: 429 €

Einige der Arbeitsfenster von TurboLog 4.20



**Klingenfuss, J. (Hrsg.):
2025/2026 Guide to
Utility Radio Stations**

Ergänzend zu Unterseekabeln und Satelliten bleibt die Kurzwellen für die unabhängige Übertragung von Informationen unverzichtbar. Kein Wunder, bietet der Kurzwellenfunk doch eine direkte Kommunikation über mittlere und große Distanzen. Deren Bedeutung nimmt angesichts der aktuellen internationalen Lage zu. Das vorliegende Frequenzverzeichnis, es ist bereits die 33. Ausgabe, erscheint alle zwei Jahre komplett aktualisiert und dokumentiert die von Utility-Stationen verwendeten Funkkanäle.

Ein großer Teil der Kurzwellen ist den professionellen Funkstellen vorbehalten, darunter Flug-, Wetter- und Seefunkdienst, militärische und diplomatische Funkstationen, Hilfsorganisationen sowie staatliche Betreiber von Funknetzen. Bei der Identifikation solcher Stationen hilft oft ein Blick in dieses Buch, das im Wesentlichen aus einer Frequenzliste mit Angaben zum jeweiligen Nutzer besteht. Die Informationen variieren je nach Verfügbarkeit und beinhalten Rufzeichen, Stationsname mit Standort, Sendart, Aktivitätszeiten sowie Parallelfrequenzen.

Unter www.klingenfuss.org steht ergänzend ein PDF-Nachtrag mit weiteren neuen Frequenzen zum Herunterladen bereit.

-joi

**Klingenfuss Publications
Tübingen 2024
544 Seiten, englisch, 55 €
FA-Leserservice K-0250**



**Monioudis, P.:
Der diachrone
Telegrafist**

Die Zeit der Telegrafisten ist zumindest in der Handelsmarine seit einigen Jahrzehnten vorbei. Doch die Praxis der drahtlosen Nachrichtenübermittlung besteht auch ohne Funkoffiziere auf See und Küstenfunkstellen weiter. Noch immer werden täglich tausende Verbindungen getätigt, nunmehr jedoch von Funkamateuren.

Auf diesem Weg erfährt das auch als Morsetelegrafie bezeichnete Tätigkeitsfeld als Stecknadel für Hobbytelegrafisten einen globalen Fortbestand, auch wenn in den meisten Ländern Morsekenntnisse als Zugangsvoraussetzung für die Nutzung der KW-Bänder für eine nahezu ebenso lange Zeit nicht mehr erforderlich sind. So bleibt die drahtlose Telegrafie weiterhin ein Experimentierfeld und knüpft an die ersten Versuche im 19. Jahrhundert an.

Der vorliegende Band der Reihe *Kulturwissenschaftliche Technikforschung* möchte einen Beitrag zur kulturgeschichtlichen Erforschung besonders der maritimen Telegrafisten im technologischen, vorstellungsweltlichen und materiellen Zeitlauf leisten und dabei auch den ersten elektrisch-binären Lebenszyklus in der Kommunikation beleuchten. Wie der Untertitel verrät, ist das Buch vorrangig eine nostalgische Retrospektive der Drahtlosigkeit.

-red

**Chronos
Zürich, 2024
216 Seiten, 38 €
ISBN 978-3-0340-1781-7**



**Bischof, J., DM6RAC:
Experimentierplatinen
und Experimente mit
dem Arduino Uno**

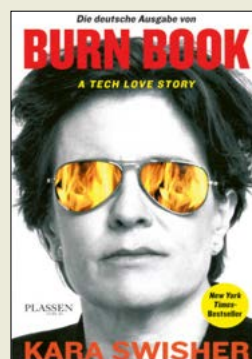
Der Arduino Uno ist bei vielen Hobbyelektronikern beliebt, da er nicht zuletzt wegen des Angebots an interessanten Zusatzplatinen, sogenannten Shields, vielfältig einsetzbar ist.

Jörg Bischof zeigt in seinem Buch, wie sich Arduino-Shields, die auf die speziellen Anforderungen des Anwenders zugeschnitten sind, selbst herstellen lassen. Die erste der beiden als Beispiel vorgestellten Experimentierplatinen ist für LED-Projekte gedacht und besonders für Übungszwecke sowie zum Kennenlernen grundlegender Arduino-Funktionen geeignet. Anhand eines elektronischen Würfels, einer Ampelsteuerung und eines Codeschlusses wird die dazugehörige Anwendungssoftware beschrieben und ausführlich kommentiert.

Die zweite Platine hat u. a. einen Steckplatz für ein handelsübliches Standard-LC-Display. Mit der als Anwendungsbeispiel dienenden Software werden eine Uhr und ein Entfernungsmesser mit Ultraschallsensor realisiert. Die beschriebenen Elektronikprojekte sind besonders für Programmieranfänger sehr hilfreich und lassen sich gut als Anregungen für eigene Vorhaben verwenden. Alle Layout-Daten und Programmierbeispiele sind frei verfügbar und quelloffen.

-jps

**Eigenverlag
Wulkenzin 2023
69 Seiten, 8,50 €
ISBN 979-8-37339-214-3**



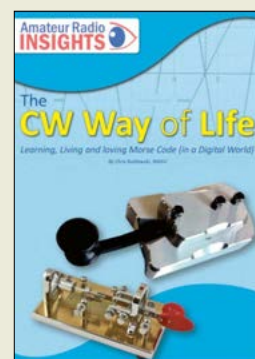
**Swisher, K.:
Burn Book –
A Tech Love Story**

Kara Swisher hat als Journalistin die Entwicklung der digitalen Medien und ihrer Macher seit über 30 Jahren begleitet. Dabei lernte sie alle wichtigen Akteure im Silicon Valley kennen, die oft zu den heute reichsten und mächtigsten Menschen dieser Welt zu zählen sind. Sie schätzte sie, interviewte sie regelmäßig und „grillte“ sie auch auf der Bühne. Viele hatten den Anspruch, die Welt zu verbessern, was blieb, waren Milliarden und weitere Milliarden Dollar, die immer wichtiger wurden.

Marc Zuckerberg rann beim ersten Interview der Schweiß in Strömen vom Gesicht, Elon Musk erwiderte Swisher die zweifelhafte Ehre, sie als „Arschloch“ zu bezeichnen. Einige wenige dieser Leute waren, so Swisher, Lichtgestalten und blieben es auch, andere wurden es erst später, die meisten aber entwickelten sich zu grotesken, gruseligen Typen, die immer absurder agieren. Ihre Namen begegnen uns täglich in den Meldungen aus Politik und Wirtschaft. Es ist ausgesprochen unterhaltsam, diese neureichen Multimilliardäre mal von einer anderen Seite kennenzulernen. Ärgerlich ist, dass im gesamten Buch nicht einmal das Wort „Technik“ vorkommt, stattdessen wabert die „Technologie“ über die Seiten – was wohl der Unkenntnis des Übersetzers anzulasten ist.

-sew

**Plassen-Verlag
Kulmbach 2024
339 Seiten, 24,90 €
ISBN 978-3-86470-998-2**



**Rutkowski, C., NW6V:
The CW Way of Life**

Es gibt inzwischen viele elektronische Hilfsmittel zum Erlernen der Morsetelegrafie. Der vorliegende Ratgeber kommt jedoch ganz ohne digitale Unterstützung aus. Wie der Titel schon vermuten lässt, vermittelt das Buch eine ganzheitliche, ja fast philosophische Herangehensweise an das Thema.

Beginnend mit einem kurzen geschichtlichen Überblick spannt Rutkowski in neun Kapiteln den Bogen vom perfekten Rhythmus der Dits und Dahs, der von ihm gern als *Dit-Train* bezeichnet wird, über unterschiedliche Lernmethoden, die Wahl der richtigen Morsetaste, die ergonomische Handhaltung, das Hören und Geben bis hin zum Zeichen-, Wort- und Geschwindigkeitstraining. Ein eigenes Kapitel widmet sich sogar dem Morsecode-Sprechen.

Auch häufig auftretende Fragen, wie z. B. „Mitschreiben oder Memorieren?“ sowie zum Sinn der Farnsworth-Methode, kommen zur Sprache. Dabei wird das Ganze immer wieder mit unterhaltsamen Anekdoten aus dem Leben des Autors aufgelockert. Zusätzlich sind jede Menge Textvorlagen für alle möglichen Situationen – vom Standard- bis zum Contest-QSO – sowie diverse Übungsmuster enthalten.

Wer die Morsetelegrafie von Grund auf erlernen möchte, findet in diesem Buch sicher etliche Anregungen.

-hb

**RSGB
Bedford 2024
224 Seiten, englisch, 18 €
FA-Leserservice R-5652**

Nauru C21MM – Signale vom Gipfel eines erloschenen Vulkans

Dr.-Ing. HEINZ-JOSEF PICK – DK5WL

Die in der Südsee nahe der Datumsgrenze gelegene Nation Nauru ist ein insbesondere von europäischen DXern beehrtes DXCC-Gebiet. Regelmäßig per Flugzeug erreichbar, ist die Insel im aktuellen Sonnenfleckenmaximum ein interessantes Reiseziel. Ein erfahrenes DXpeditions-Team aus Deutschland reiste im Oktober 2024 nach Nauru und ermöglichte zahlreichen DXCC-Sammlern eine Erstverbindung oder neue Bandpunkte.

Nauru hat seinen Ursprung vor 25 Millionen Jahren, als sich im pazifischen Ozean am Äquator ein Vulkan erhob, dessen Spitze bis über die Meeresoberfläche reichte. Daraus entstand die heutige Insel mit lediglich 6 km Länge und 4,5 km Breite. Von der Küstenlinie aus fällt der Meeresboden in alle Richtungen steil ab

tion aufgebaut war. So konnten von Nauru aus über ein Netzwerk von Funkstationen und das damalige Weltkabelnetz Nachrichten in kurzer Zeit etwa nach Berlin abgesetzt werden. Schon ein Jahr nach der Inbetriebnahme der Funkstation übergab Deutschland zu Beginn des Ersten Weltkrieges Nauru an Australien.



Airlines eine staatliche Fluggesellschaft, mit der wir von Brisbane aus nach Nauru flogen.

Seltenes DX-Ziel

Von den im Pazifik gelegenen DXCC-Gebieten, die per regelmäßiger Flugverbindung gut erreichbar sind, erschien uns C2 als das von DXern am meisten gesuchte. Nauru ist insbesondere in SSB sehr gefragt und belegte in Deutschland Platz 17 der Most-Wanted-Liste: 87 % der Teilnehmer an der Most-Wanted-DXCC-Entities-Umfrage hatten noch keine SSB-Verbindung mit dem Gebiet. Zusammen mit der interessanten, von Deutschland beeinflussten Geschichte war es auf der Höhe des Sonnenfleckenmaximums das ideale Ziel für eine weitere unserer Light-Weight-DXpeditionen. Light Weight bedeutet, dass die gesamte Funkausrüstung inklusive Antennen innerhalb des im Flugticketpreis zugelassenen Aufgabe- und Handgepäck transportiert wird. Der „Privatanteil“ ist dabei auf 7 kg pro Person limitiert.

Schnell stand unser Entschluss fest, Nauru im Oktober 2024 mit einem 14-köpfigen deutschen DXpeditions-Team zu aktivieren. Es bestand im Wesentlichen aus Teilnehmern der T2C-DXpedition von 2023. Unser Logo entwarfen wieder Fred, DH5FS, und Vincent, F4CVQ. Es zeigt neben der Flagge von Nauru und dem LZ-Beam den allein auf Nauru vorkommenden Naururohrsänger sowie einen Bagger beim Phosphatabbau.



C21MM Team
(v.l.n.r.): DL7VEE, DJ9KH, DL6KVA, DJ5IW, DL7JOM, DL6KAC, DL2RNS, DL8LAS, DJ7TO, DG2RON, DL1KWK, DL4SVA, DK5WL und DK3CG

Fotos: Team C21MM

und in 5 km Abstand vom Ufer beträgt die Meerestiefe bereits etwa 2000 m. Die nächstgelegene Insel in 270 km Entfernung ist Banaba, Präfix T33.

Über viele Jahrtausende entstand aus den Exkrementen von Seevögeln der wertvolle sogenannte Nauruit, ein fluorhaltiges Phosphorit, das die gesamte Inseloberfläche bedeckte. Von 1888 bis 1914 war Nauru deutsches Protektorat. Während dieser Zeit entdeckte man die Phosphatvorkommen und begann deren Abbau. Verschiedene deutsche Begriffe wie „Mark“ für Geld, „Gott“, „Engel“ oder „Firmament“ fanden damals Eingang in die nauruische Sprache.

1913 errichtete Telefunken auf Nauru eine Funkstation mit etwa 25 kW Sendeleistung und einer 120 m hohen Antenne mit schirmförmiger Dachkapazität [1]. Damit waren im Langwellenbereich Verbindungen in Telegrafie zur 3400 km entfernt liegenden und ebenfalls unter deutscher Verwaltung stehenden Insel Yap möglich, auf der eine ähnliche Funksta-

Von den Einnahmen durch den Phosphatverkauf profitierten zunächst nur die wechselnden Besatzungsmächte. Erst als Nauru 1968 ein unabhängiger Staat wurde und das Präfix C2 erhielt (bis dahin VK9), kamen die Einnahmen der Staatskasse zugute. Das führte dazu, dass Nauru pro Kopf gerechnet nun die reichste Nation der Erde war. Obwohl die Staatseinnahmen in den vergangenen Jahrzehnten drastisch sanken, leistet sich Nauru mit seinen etwa 11500 Einwohnern mit Nauru



Drohnenaufnahme der Antennenanlage am Lowband-Standort um die katholische Kirche

Für unseren Teamleiter Rolf, DL7VEE, erforderte C21MM den mit Abstand größten organisatorischen Aufwand der bis dahin durchgeführten DXpeditionen. Außerdem waren die Kosten so hoch wie nie zuvor. Das Hauptproblem war die schwierige Kommunikation mit den Behörden und Hotels auf der Insel. Erst als wir mit Phill, C21TS, der vorübergehend auf Nauru arbeitet, Kontakt aufgenommen hatten, gelang es uns, die Lizenz für C21MM zu erhalten. Endlich konnten wir die Flüge von Berlin, München und Frankfurt aus buchen.

Kurz vor Abflug gab es eine Flugplanänderung der *Nauru Airlines* um mehrere Tage, was unseren Zeitplan über den Haufen warf. Dies führte zu teuren Umbuchungen der Anschlussflüge und für manche Teilnehmer zu mehrtägigen Aufenthalten im australischen Brisbane. Für jeden Teilnehmer war ein Visum für Nauru zu beantragen, was u. a. einen Nachweis regelmäßiger Einkünfte in ausreichender Höhe im Heimatland sowie eines gültigen Rückflugtickets erforderte. Die Regierung Naurus will damit offenbar verhindern, dass unliebsame Besucher auf der Insel bleiben.

■ Stationsaufbau und Funkbetrieb

Ein weiteres Problem war, dass unser Hotel *Menen* den Aufbau von Antennen sowie den Funkbetrieb aus einem Hotelzimmer verbot. Das gut gelegene Hotel *Budapest*, von dem aus frühere Funkaktivitäten stattfanden, ist nicht mehr für Touristen zugänglich, da es derzeit komplett mit Immigranten belegt ist. Glücklicherweise konnten wir die einzige *Airbnb*-Unterkunft auf Nauru als *Shack* anmieten und später zusätzlich einen Raum der katholischen Kirche im Norden der Insel.

Die *Airbnb*-Unterkunft diente als Standort für den Funkbetrieb auf den hohen Bändern. Dort errichteten wir unseren bewährten LZ-Beam LZAW10-5 [2], einen 3-Element-Drahtbeam für 10 m und 12 m sowie einen 2-Element-Beam für 15 m, 17 m und 20 m. Letzteren betrieben wir über einen Pentaplexer auf bis zu drei Bändern parallel. Dieser ermöglicht den gleichzeitigen Funkbetrieb der Stationen über ein gemeinsames Koaxialkabel ohne signifikante gegenseitige Störungen. Dafür müssen zwischen Transceiver und PA sowie zwischen Pentaplexer und Beam zusätzliche Bandfilter zum Einsatz kommen. Diese schützen die Empfängereingänge der Transceiver und reduzieren die Störungen zwischen den



LZAW10-5-Beam am Highband-Standort

Stationen auf ein Minimum. Ein Bandwechsel erfordert allerdings mehr Aufwand und Konzentration, um die benötigten Bandfilter ab- und anzuschrauben.

■ Zwei Teams

Nach Nauru reiste zunächst Team 1 mit den Funkamateuren Frank, DL1KWK, Norbert, DL2RNS, Georg, DL4SVA, Axel, DL6KVA, Rolf, DL7VEE, und Andree, DL8LAS. Sie aktivierten C21MM bereits am 10.10.2024 mit dem LZ-Beam und sorgten für intensive *Pile-ups* in CW und SSB. Am 15.10. stieß Team 2 mit Ronny, DG2RON, Gerhard, DJ5IW, Olaf, DJ7TO, Werner, DJ9KH, Rudolf, DK3CG, Joe, DK5WL, Christian, DL6KAC, und Olaf, DL7JOM hinzu. Das mitgenommene Material bestand zum größten Teil aus der 2023 bereits für T2C verwendeten Funkausrüstung. Dank des



Schichtwechsel: Gerd, DJ5IW, und Axel, DL6KVA, fahren zum Lowband-Standort.

Fluggepäckvolumens von zwei zusätzlichen Teilnehmern konnten wir unsere beiden 18 m langen Glasfasermasten durch solche mit 22 m Länge ersetzen. Nach der Ankunft von Team 2 bauten wir den Funkstandort für die unteren Bänder bei der katholischen Kirche direkt am Strand auf, mit freiem Blick über das Meer in Richtung Europa. Ein 22-m-Glasfasermast diente als Strahler für 160 m. Er wurde mithilfe einer Spule am Fuß-

punkt auf kleinstes VSWV abgestimmt und erhielt ein 40 m langes *elevated Radial*. Dieser Mast trug gleichzeitig eine Loop für 40 m. Den zweiten 22-m-Glasfasermast bauten wir in etwa 50 m Entfernung ebenfalls direkt am Strand auf.



80-m-Antenne

Er trug einen Strahler für das 80-m-Band und erhielt ein *elevated Radial*.

Für 30 m montierten wir in der Nähe der 160-m-Antenne einen Ganzwellenstrahler nach DL4AAE, der sich sehr gut bewährte. Dies ist eine auf flache Abstrahlung optimierte Delta-Loop-Antenne mit 50-Ω-Einspeisung an der unteren Ecke des dreieckförmigen Strahlers [3]. Die Vertikal für 60 m stand ebenfalls im Bereich der 160-m-Antenne.

Schließlich montierten wir nahe am Shack eine Glasfaserrute mit Ganzwellenschleifen für die Bänder 17 m, 12 m und 6 m. Wir bauten diese drei Antennen am *Lowband*-Standort auf, um dort tagsüber auch Funkbetrieb auf diesen hohen Bändern zu ermöglichen. Diese Strahler standen direkt auf einem japanischen Bunker aus dem Zweiten Weltkrieg. Die Zeit japanischer Besatzung war für die Bevölkerung Naurus wohl die schlimmste in ihrer Geschichte. Ein Großteil der Nauruaner wurde damals als Zwangsarbeiter nach Chuuk (Mikronesien, V6) gebracht und viele starben dort.

Nach dem Aufbau begann der aufwendige Schichtbetrieb. An beiden Standorten lief dieser rund um die Uhr mit jeweils zwei Operateuren mit einer Schichtlänge von 6 h, gefolgt von im Wechsel 12 h oder 18 h Pause. Hinzu kam ein Standortwechsel von Schicht zu Schicht. So bekam jeder die Gelegenheit, zu allen Ta-



DHDL-Empfangsantenne

ges- und Nachtzeiten an beiden Standorten zu funken.

■ Ergebnis

Wir hatten uns 100 000 Funkverbindungen als Ziel gesetzt, jedoch fiel gleich zu Beginn ein Transceiver aus. Dies führte dazu, dass wir unser Ziel nicht ganz erreichen konnten. Zudem erwies sich die Aufteilung auf zwei Standorte als nicht optimal. Wir waren so bei der Auswahl der Bänder eingeschränkt und konnten die am besten geeigneten nicht jederzeit bestmöglich nutzen. Auch erfüllten die Ausbreitungsbedingungen nicht durchgehend unsere in das Sonnenfleckenn Maximum gesetzten Erwartungen, denn geomagnetische Stürme mit hohen A- und K-Indizes verhinderten oft die für Europa erforderliche Ausbreitung über die Pole. In unserem Diagramm (Seite 99) ist der solare Flux SFI zusammen mit dem A-Index über die Dauer unserer Aktivität aufgetragen. Zusätzlich ist in Orange die Anzahl der Funkkontakte mit Deutschland pro Tag angegeben. Man sieht deutlich, dass an Tagen mit geringem A-Index die Anzahl bei bis zu 500 Verbindungen liegt, was über 8 % aller QSOs entspricht. Am geringsten ist der Deutschland-Anteil am 11.10. bei einem A-Index von 116. Es gelangen nur 69 Verbindungen, entsprechend 1,1 % aller QSOs an jenem Tag. Um diese Zeit erlebten wir einen

ausdauernden geomagnetischen Sturm, der Nordlichtbeobachtungen bis in den Süden Europas erlaubte, jedoch Verbindungen über die Pole verhinderte. Dies war eines der stärksten Ereignisse der vergangenen 25 Jahre. Verantwortlich war ein Flare der Stärke X1.8, was sich entsprechend auf die Verbindungen mit Europa auswirkte. Dennoch machen Funkkontakte mit Europa beachtliche 38,4 % vom Gesamtergebnis der DXpedition C21MM aus. An Tagen mit geringem A-Index lag



Die Redakteurin von Nauru Media News – NTV im Interview mit Ronny, DG2RON, im Shack unseres Highband-Standortes

der Anteil der Europaverbindungen sogar bei etwa 50 %.

Trotz vieler FT8-Kontakte kam auch diesmal der RTTY-Betrieb nicht zu kurz: Auf den Bändern 40 m bis 10 m loggten wir 3677 RTTY-Verbindungen. Die Tabelle auf Seite 99 zeigt die Aufteilung nach Band und Sendart.

■ 6-m-Betrieb

Fast täglich öffnete das 6-m-Band in Richtung Japan und bescherte uns 310 CW-, fünf SSB- sowie 1319 FT8-Kontakte. Derart viele 6-m-QSOs waren uns noch nie während einer DXpedition gelungen. Zwei Verbindungen gelangen sogar mit (Ost-)Europa und eine mit Alaska. Dies mit einem einfachen rombusförmigen Ganzwellenstrahler von 6 m Länge als Antenne!

Im Betrieb mit Europa auf 10 m oder 12 m machten sich zum Teil sehr starke atmosphärische Störungen in Form von lautem

Prasseln bemerkbar. Zeitweise waren wir dann in Europa zwar gut hörbar, konnten aber selbst nur laute Stationen aus Japan oder den USA aufnehmen und erreichen. Der *Noise Blanker* am Transceiver schaffte keine Abhilfe.

Gleich zu Beginn bemerkten wir zudem einen teils gewaltigen Störpegel auf den *Lowbands*, dessen Herkunft nicht sicher lokalisierbar war. Aufgrund ähnlicher Erfahrungen im Jahr zuvor hatte das Team Material zum Aufbau verschiedener Empfangsantennen im Fluggepäck [4]. Diese bauten wir in Richtung Europa auf, was unsere Empfangssituation leider nur wenig verbesserte. Unsere *Double-Half-Delta-Loop*-Antenne, kurz DHDL, hat AA7JV entworfen und kam erstmals 2009 für die Chesterfield-DXpedition, TX3A, erfolgreich zum Einsatz. Später testeten wir liegende Loops, BOG (*Beverage on Ground*) und eine endgespeiste Halbwellenantenne (EFHW) [3].

■ Strombezug „Prepaid“

Für uns ungewohnt war der Strombezug *Prepaid* an beiden Standorten, was anfangs zu überraschenden Stromausfällen führte. Die Stromversorgung wird auf Nauru im Voraus bezahlt, wozu man beim Netzbetreiber *Prepaid*-Karten mit Stromkontingenten kauft. Auf diese Karten sind Code-Nummern gedruckt, die man am Stromzähler eingibt. Dessen Zählernummer ist beim Kauf der Karte anzugeben. Ist das Stromkontingent verbraucht, schaltet der Zähler ohne Vorwarnung den Strom ab.



So sehen große Teile von Nauru nach dem Phosphatabbau aus.

Ronny, DG2RON, bekam die Gelegenheit für ein Interview über unsere Funkaktivität mit dem örtlichen TV-Sender, der darüber einen Bericht im Abendprogramm ausstrahlte. Ronny erklärte, was Amateurfunk bedeutet und warum zehntausende Funkamateure weltweit so sehr an einer Funkverbindung mit uns interessiert waren. Diese Sendung ist noch auf der Facebook-Seite von „Nauru Media News – NTV“ abzurufen. Neben dem TV-Programm ist auf Nauru eine Hörfunkstation auf 88,8 MHz aktiv.



An vielen Stellen in Strandnähe sieht man solche Felstürme, die aus dem gehobenen Korallenriff durch die Meereswogen herausgespült wurden.



Pater Robati mit Ministranten

Leben auf Nauru

Während der Freischichten boten sich uns viele Gelegenheiten, Nauru näher kennenzulernen. Im Vergleich zu Tuvalu mit seiner etwa gleich hohen Einwohnerzahl finden sich auf Nauru mehr Geschäfte und Restaurants mit besserer Qualität. Vielerorts kann man mit Kreditkarte bezahlen und es gibt sogar einige Geldautomaten. Touristenattraktionen findet man kaum und nicht zuletzt deshalb gehört Nauru, wie Tuvalu, zu den am wenigsten besuchten Ländern der Erde. Auch für Nauru ist der Verkauf von Sondermarken und Briefmarkenblocks an Sammler in aller Welt eine zusätzliche Einnahmequelle.

Auf der Insel gilt Linksverkehr und es gibt nur eine geteerte Straße, die rund um die Insel führt. Auf Fahrten ins Inselinnere warten breite Schotterwege in recht gutem Zustand; über diese fahren im Wesentlichen die Fahrzeuge für den Phosphatabbau. Bei Wanderungen im Landesinneren sind uns neben den Anlagen für die Phosphatgewinnung und einer großen Freiflächen-Photovoltaikanlage ein neu errichtetes Gefängnis sowie eine etwas versteckt gelegene und schwer bewachte Anlage aufgefallen. Wie man uns erklärte, dient diese zur Unterbringung von „Flüchtlingen“ und zwar im Auftrag und finanziert von der Regierung Australiens. Die großen Gebiete, in denen Phosphat auf der Insel abgebaut wurde, sind sehr zerklüftet und in diesem Zustand leider für die Landwirtschaft nicht nutzbar. Teilweise sind diese von Sträuchern und anderen Wildpflanzen überwachsen. Es laufen im geringen Umfang Versuche, dieses Land zu rekultivieren und wieder für die Landwirtschaft nutzbar zu machen.

Spende für die Kirchengemeinde

Neben unseren Funkaktivitäten beabsichtigten wir erneut, ein gemeinnütziges Projekt vor Ort zu unterstützen. Über die

Anmietung unseres Lowband-Standortes kamen wir in Kontakt mit dem aus Kiribati stammenden Pater Robati. 34 % der Bevölkerung Naurus sind römisch-katholischen Glaubens. Im Hinblick auf den voranschreitenden Klimawandel möchte die Gemeinde eine Photovoltaikanlage mit Batteriespeicher anschaffen. Dazu leisteten wir mit unserer Spende einen kleinen Beitrag.

CQ-WWDX-Contest SSB

Wie bereits 2023 nahmen wir auch 2024 am Wochenende vor unserer Abreise mit sieben Team-Mitgliedern am CQ-WWDX-Contest SSB teil. Als C21MM in der Kategorie *Multi-Two* fuhren wir 3014 Verbindungen und 3,2 Millionen Punkte ein.

Rückreise mit dem Präsidenten

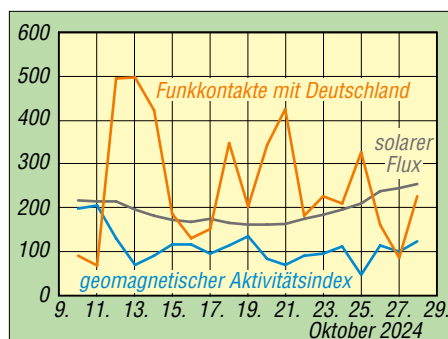
Am letzten Abend vor unserer Abreise besuchte uns Phill, C21TS. Wir übergaben ihm Ersatzteile für Antoine, 3D2AG,



Treffen mit Phill, C21TS (v.l.n.r.: DJ5IW, DK5WL, C21TS, DL6KVA)

den er demnächst treffen würde. Phill überraschte uns mit QSL-Karten zur Bestätigung von Funkverbindungen mit Mitgliedern unseres Teams, die er in seinem Log gefunden hatte.

Am 29. Oktober 2024 flogen wir mit *Nauru Airlines* zurück nach Brisbane und von dort weiter nach Frankfurt, München oder Berlin. Mit an Bord saß in den ersten Reihen des Flugzeugs eine Regierungsdelegation um den Präsidenten David Adeang. Christian, DL6KAC, kam mit einem Minister ins Gespräch, der sich



Deutschland-Verbindungen pro Tag, solarer Flux und A-Index

Sonderbriefmarke von 1979 mit Funker an der Morsetaste



sehr für unsere Funkaktivität interessiert. Er erinnerte zudem an die deutsche Geschichte Naurus und Wörter, die Eingang in die eigene Sprache gefunden haben. Die Delegation war unterwegs zu Gesprächen in Dubai und Oman.

Fazit

Auch diese Aktivität, die bisher umfangreichste Nauru-DXpedition, war wieder sehr erfolgreich. Trotz fordernder Rahmenbedingungen in einem interessanten Land arbeitete unser Team einmal mehr hervorragend zusammen. Leider erlebten wir keine guten Ausbreitungsbedingungen auf 10 m nach Deutschland, einige Schwierigkeiten mussten wir bewältigen und die Kosten der DXpedition waren diesmal sehr hoch. So bleibt die Aktivierung von C2 auch in Zukunft eine Herausforderung, insbesondere für größere Gruppen.

Unser herzlicher Dank gilt allen, die uns durch ihre freundlichen Kommentare und großzügigen Spenden unterstützt haben, insbesondere unseren Hauptsponsoren: GDXXF, NCDXXF, GMDX, Clipperton-DX-Club, EUDXXF, SDXXF, CDXXC, LADXXG und RSGB. Unter <https://C21MM.mydx.de> sind sämtliche Sponsoren aufgeführt und weitere Informationen verfügbar.

Literatur

- [1] Klein-Arendt, R.: Kamina ruft Nauen! Die Funkstellen in den deutschen Kolonien 1904–1918. Wilhelm Herbst Verlag, Dessau/Roßlau 2010, S. 191 ff.
- [2] Thieme, R., DL7VEE: LZAW10-5 aus Bulgarien – 5-Band-Drahtbeam für 20 m bis 10 m. FUNK-AMATEUR 72 (2023) H. 6, S. 469–471
- [3] Neibig, U., DL4AAE: Delta-Loop-Antennen – neu optimiert für DX. https://dl4aae.darc.de/voortrag_p51_deltaloop_dl4aae.pdf
- [4] Pick, H.-J., DK5WL: Tuvalu, T2C – DXpedition in ein selten besuchtes Land. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 2, S. 96–99

QSO-Statistik für C21MM nach Band und Sendert

Band	SSB	FT8	CW	RTTY	total	%
160 m	7	496	0	0	503	0,5
80 m	7	2040	590	0	2637	2,8
60 m	0	923	0	0	923	1,0
40 m	886	3374	2226	215	6701	7,1
30 m	0	6569	3205	337	10111	10,8
20 m	3568	5317	7566	768	17219	18,3
17 m	1564	5860	5250	742	13416	14,3
15 m	3044	6492	5305	645	15486	16,5
12 m	1488	6235	4243	488	12454	13,2
10 m	4190	3377	4881	482	12930	13,8
6 m	5	1319	310	0	1634	1,7
ges.	14759	42002	33576	3677	94014	

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung beim Elbe-Projekt

HARALD LUTZ

Im Rahmen der Energiewende sind derzeit einige Hochspannungs-Gleichstromleitungen im Bau, die überwiegend unterirdisch verlegt werden. Interessanterweise gab es schon während des Zweiten Weltkrieges ein ähnliches Projekt für eine Energieübertragungsanlage unter Verwendung von Erdkabeln. Diese Anlage ging damals allerdings nicht mehr in Betrieb. Sie wäre sonst die erste dieser Art in Deutschland gewesen.

1937 begannen in Vockerode die Bauarbeiten für ein Kohlekraftwerk. Drei Jahre später ging dessen erste Hälfte mit einer Leistung von 210 MW in Betrieb. Dieses Werk, welches auch als *Kraftwerk Elbe*

Prinzipiell ist eine Erdkabelverbindung bedeutend teurer als eine vergleichbare Freileitung. Wenn man diese aber als Gleich- und nicht als Drehstromleitung realisiert, kann man mit zwei Kabeln und der Erde



Bild 1: Das imposante Gebäude der einstigen Stromrichterhalle des *Elbe-Projekts* in Vockerode ist inzwischen der Geschäftssitz mehrerer Firmen ...

bezeichnet wurde, war bereits in der Lage, über 110-kV-Leitungen Strom nach Berlin zu liefern.

Die dazugehörigen Leitungen führten seinerzeit über Magdeburg und Zschornwitz. Trotzdem sollte in den Folgejahren eine zusätzliche direkte Leitung nach Berlin-Steglitz geschaffen werden. Eigentlich war hierfür der Bau einer zweikreisigen 110-kV-Freileitung vorgesehen, doch wurde deren Bau wegen kriegsbedingter Materialengpässe nicht realisiert.

■ Planungsbeginn

Im November 1940 machte die Elektroindustrie unter Führung der AEG dem Reichswirtschaftsministerium und dem Reichsluftfahrtministerium den Vorschlag, stattdessen eine als Erdkabelverbindung implementierte Hochspannungs-Gleichstromleitung zu bauen.

Obwohl diese Technik in der nötigen Größenordnung bislang noch nirgends realisiert worden war, stand man dieser Idee sehr aufgeschlossen gegenüber, denn Erdkabel sind schwieriger zu sabotieren als oberirdische Leitungen und taugen auch nicht als Wegweiser, die feindlichen Fliegern den Weg zu Industriegebieten und Kraftwerken aufzeigen.

als neutralem Pol eine Energieübertragung realisieren, die einer Drehstromanlage mit sechs Kabeln äquivalent ist.

Beim Betrieb mit Gleichstrom tritt keine dielektrische Erwärmung auf, welche die Durchschlagsfestigkeit der Kabelisolierung herabsetzen würde. Somit ist bei gleicher Isolierung eine höhere Spannung möglich.

■ Gleichrichtertechnik

In den 1930er-Jahren machte die Entwicklung von Stromrichtern beachtliche Fort-

schritte. So wurde 1939 eine Anlage zur Hochspannungs-Gleichstromübertragung mit 50 kV Übertragungsspannung und einer Übertragungsleistung von 500 kW für die Schweizerische Landesausstellung realisiert, der wenig später eine weitere in Berlin zwischen Moabit und Charlottenburg mit einer Übertragungsspannung von 100 kV mit 14 MW Übertragungsleistung folgte. Somit war auch die für die notwendige Umwandlung nötige Technologie verfügbar.

Alle diese Anlagen verwendeten gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter als „elektrische Ventile“, bei welchen noch das Problem der Rückzündung, also des unerwünschten Durchschaltens in Sperrrichtung, bestand. Zu deren Vermeidung schaltete man in jedem Zweig zwei bis drei dieser „Ventile“ in Reihe, von denen jedes in der Lage war, der maximalen Sperrspannung standzuhalten.

■ Bau der Übertragungsanlage

Besagte Anlage, die den Namen *Elbe-Projekt* erhielt und mit deren Bau am 26.8.1941 begonnen wurde, bestand aus einer Stromrichterstation südlich des Kraftwerks Vockerode, Bild 1, welche mit einem 115 km langen bipolaren Kabel mit der Stromrichterstation beim *Bewag*-Umspannwerk in der Berlin-Marienfelder Wagemannstraße verbunden wurde, Bild 2. Für die weitere Übertragung zum Kraftwerk Steglitz kam ein 30-kV-Drehstromkabel zum Einsatz.

Die eigentliche Hochspannungs-Gleichstromübertragungsanlage (HGÜ) war als bipolare Ausführung mit 200 kV geplant. Bei einer solchen Anlage wird ein Pol mit einer Spannung von +200 kV gegen Erde betrieben, während der andere -200 kV gegen Erde liefert. Jeder Pol war für eine maximale Übertragungsleistung von 30 MW ausgelegt. Für beide wurde ein Kabel mit 150-mm²-Aluminiumleiter und einem



Bild 2: ... während das Gegenstück in Berlin-Marienfelde heute als Sporthalle für Beach-Volleyball genutzt wird. Fotos: Lutz

Durchmesser von 52 mm eingesetzt. Ein Stück davon kann man im Deutschen Museum in München besichtigen, Bild 4.

Als neutraler Pol sollte die Erde dienen. Hierfür erhielt jede Stromrichterstation eine Erdungselektrode, die in einem wassergefüllten Schacht untergebracht war. Es ist nicht bekannt, wo sich diese Erdungselektroden befanden, ein Standort unmittelbar neben der Stromrichteranlage dürfte wegen elektrochemischer Korrosion sehr problematisch gewesen sein. Bei allen später realisierten Anlagen wurden derartige Elektroden in mehreren Kilometern Abstand von den Stromrichterstationen errichtet.

Einen Pol der Anlage errichtete die AEG und den anderen die Siemens-Schuckert-Werke. An beiden Endpunkten wurden die Stromrichter für beide Pole in derselben Halle untergebracht.

In der Station Vockerode führte man beide Stromrichter als Drehstrombrückenschaltung mit zwei in Reihe geschalteten „Ventilen“ in jedem Zweig aus. Eine dieser Brücken wurde über einen Transformator in Dreieckschaltung und die andere über einen Transformator in Sternschaltung gespeist. Hierdurch ließ sich eine besonders geringe Restwelligkeit erzielen. Eine weitere Reduktion ergab sich durch die Verwendung einer Glättungsdrossel mit einer Induktivität von 4 H für jeden Pol in jeder Station.

In der Station Berlin-Marienfelde verwendeten der von Siemens-Schuckert erbaute Stromrichter eine Reihenschaltung von zwei Drehstrombrücken, deren Drehstromausgang zu einer in Dreieck- und einer in Sternschaltung geschalteten Sekundärwindung des Stromrichtertransformators führte. Diese Anordnung bewirkte eine



Bild 4: Im Deutschen Museum München ausgestellt Kabelstück der Übertragungsleitung des Elbe-Projekts

Foto: Flominator, CC BY-SA 4.0

starke Dämpfung der Oberwellen. Der AEG-Stromrichter hingegen war als Drehstrombrücke mit zwei in Reihe geschalteten „Ventilen“ pro Zweig ausgeführt und über einen normalen Drehstromtransformator mit dem Netz verbunden, Bild 3.

Die Anlage war standardmäßig für bipolaren Betrieb ausgelegt, es war aber auch ein monopolarer Betrieb mit Rückleitung über die Erde oder das Kabel des anderen Pols möglich. Daneben war auch noch für den Fall der Umkehrung der Übertragungsrichtung eine Umschaltung der Kabelstrecke vorgesehen, um deren dielektrische Belastung hierbei möglichst gering zu halten.

Interessanterweise wurden in keiner Quelle irgendwelche Oberwellenfilter erwähnt, welche zur Standardausrüstung jeder später errichteten Stromrichteranlage für HGÜ-Zwecke gehörten.

Wegen der sich immer mehr verschärfenden Kriegslage geriet der Bau der Anlage zunehmend ins Stocken. Es gelang zwar noch, sie vor Ende des Zweiten Weltkriegs fertigzustellen, allerdings erfolgte nicht einmal mehr ein Versuchsbetrieb.

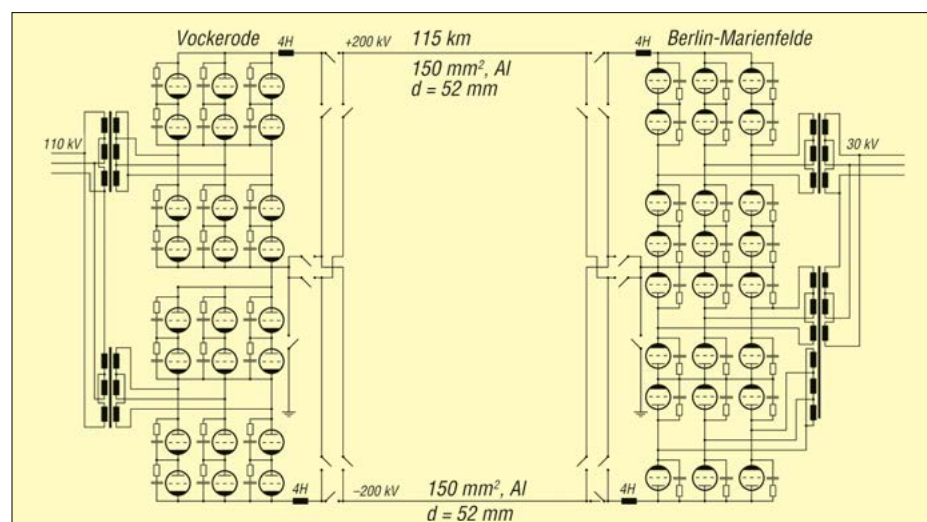


Bild 3: Historischer Übersichtsschaltplan der Hochspannungs-Gleichstromübertragungsanlage zwischen Vockerode und Berlin, die in den 1940er-Jahren unter der Bezeichnung Elbe-Projekt realisiert werden war

Grafik nach [1]

■ Demontage nach Kriegsende

Schon kurz nach Kriegsende ließ die sowjetische Besatzungsmacht die Bestandteile des *Elbe-Projekts* demontieren und abtransportieren, um sie für den Aufbau einer experimentellen, monopolaren HGÜ-Verbindung zwischen dem Kraftwerk Kaschira und Moskau zu verwenden. Da man in der damaligen Sowjetunion HGÜ-Freileitungen plante und in der Folgezeit auch realisierte, wurden einige Kabelabschnitte dieser Anlage später durch solche ersetzt. In den 1970er-Jahren diente diese Anlage zur Erprobung von Thyristorstromrichtern, bevor sie – wahrscheinlich noch vor 1990 – stillgelegt wurde.

Die einstige Stromrichterhalle in Vockerode nutzte man nach dem Zweiten Weltkrieg als Werkstatthalle für das Kraftwerk Vockerode. Seit dessen Stilllegung in den 1990er-Jahren beherbergt sie mehrere Gewerbebetriebe. Ihr Gegenstück in Berlin-Marienfelde ist heute eine Sporthalle.

harald-der-grosse@gmx.de

Literatur

- [1] Elektrotechnische Zeitschrift. Verlag J. Springer 1948, H. 8, S. 261–S. 272
- [2] Menge, A.: Gleichstrom-Übertragungsanlage Kraftwerk Elbe – Berlin-Marienfelde. Vortrag im Anschluss an die Hauptversammlung der Elektrowerke Aktiengesellschaft am 31.3.1942
- [3] Schossig, W.: Trennung des Deutschen Verbundnetzes und die Zeit bis zur Wiedervereinigung. www.vde.com/resource/blob/2020862/5bc015b9f853993958143fc4e4bf8bb5/foliensatz-schossig--walter-data.pdf

Nachlese

■ Schaltungspraxis für Power-Splitter und -Combiner FA 12/24, S. 950–952

Im Text fehlt leider der Hinweis, dass es zwei Schaltungsvarianten des resistiven Splitters/Combiners gibt, die beide gleichwertig sind, also identische Dämpfungsbzw. Pegelwerte aufweisen. Eine davon, die Sternschaltung von drei 16,67-Ω-Widerständen, ist in Bild 1 dargestellt. Die zweite besteht ebenfalls aus drei Widerständen, die in Dreieck- oder Deltaschaltung miteinander verbunden sind, aber in diesem Fall einen Wert von je 50 Ω haben. Diese Variante ist auf dem Foto in Bild 2 zu sehen. Die drei Verbindungspunkte sind gleichzeitig die Anschlüsse der Tore 1 bis 3.

Alle bekannt gewordenen Fehler werden umgehend in der digitalen Ausgabe und im FA-Jahrgangs-PDF korrigiert.

250. Geburtstag von André-Marie Ampère

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Mit seinen Experimenten hatte der französische Physiker und Mathematiker André-Marie Ampère vor über 200 Jahren maßgeblichen Anteil an der Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrodynamik und Elektrotechnik. Sein 250. Geburtstag ist Anlass für einen kurzen Blick in die Geschichte und auf einige Versuche, die den außergewöhnlichen Wissenschaftler seinerzeit zu neuen Erkenntnissen führten.

Die wissenschaftlichen Leistungen von André-Marie Ampère (1775 bis 1836) waren bereits zu dessen Lebzeiten bekannt. Der deutsche Physiker Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894) schlug deshalb vor, zur Ehrung *Ampere* als Einheit der Stromstärke zu verwenden. Dies wurde auf dem ersten internationalen Elektrizitätskongress 1881 in Paris als weltweiter Standard festgelegt.



Bild 1:
André-Marie
Ampère
(1775 bis 1836)

Quelle: [1]

Ampère ist einer der Namen von 72 Wissenschaftlern, die seinerzeit mit goldenen Lettern auf den Pariser Eiffelturm aufgetragen wurden. Außerdem benannte man 1935 einen Berg auf dem Mond nach ihm als *Mons Ampère*.

■ Leben und Wirken

André-Marie Ampère wurde am 20. Januar 1775 in Lyon geboren. Schon als Kind interessierte er sich für die Wissenschaft. Eine Schule besuchte er jedoch nicht, sondern las als Autodidakt Bücher über Naturgeschichte und die 35 Bände der Enzyklopädie von Denis Diderot und Jean d'Alembert. Da einige Bücher nicht in Französisch verfügbar waren, erlernte er die griechische, lateinische und italienische Sprache.

Bereits im Alter von zwölf Jahren wurde er als mathematisches Genie eingestuft. Mit 18 Jahren las er Lehrbücher des Schweizer Mathematikers Leonhard Euler und ebenso Joseph-Louis Lagranges Bücher über klassische Mechanik. Danach studierte Ampère Mathematik und Physik.

Während der Revolution wurde Lyon durch die französischen Nationalkonvents erobert, sein Vater als Monarchist denunziert und 1793 hingerichtet. Von 1796 bis 1806 war Ampère als Lehrer tätig.

Erst 1809 wandte er sich wieder der Wissenschaft zu und wurde Professor für Mathematik. Aufgrund seiner Arbeit zur theoretischen Mechanik und über partielle Differenzialgleichungen wurde er 1814 Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften.

Der dänische Physiker Hans Christian Ørsted (1777 bis 1851) bemerkte Anfang 1820 bei einer Vorlesung die Ablenkung einer Kompassnadel durch den danebenliegenden stromdurchflossenen Draht [2] und entdeckte damit den elektromagnetischen Effekt. Seine Veröffentlichung erregte das Interesse vieler Wissenschaftler.

Als der Physiker François Jean Arago im September 1820 Ørsts Experiment an der Akademie der Wissenschaften in Paris vorführte, war auch André-Marie Ampère anwesend. Er war zwar von diesem physikalischen Effekt begeistert, jedoch anfangs der Meinung, dass Ørsted das Erdmagnetfeld übersehen hätte. Daher begann er mit eigenen Experimenten. Dazu baute er Ørsts Versuch nochmals auf, Bild 2. Sobald der Strom aus den verwendeten *Voltaschen Säulen* durch den Draht floss, änderte die Kompassnadel die Richtung. Nach der Umpolung des Stroms drehte sich die Nadel in entgegengesetzte Richtung.

Ørsts Schlussfolgerungen waren somit korrekt. Ampère schob alle anderen Themen zurück und widmete sich der Erforschung elektromagnetischer Effekte. Die Erkenntnis, dass durch elektrische Ströme magnetische Felder erzeugt werden, veröffentlichte er im November 1820. Dabei bezeichnete er die magnetische Wirkung von Strömen als *Mektrodynamik*. Bereits nach dem ersten Versuchsaufbau mit dem stromdurchflossenen Draht kam ihm ein genialer Gedanke: Er ersetzte die Kom-

passnadel durch einen zweiten, parallel angeordneten Draht und ließ durch diesen Strom fließen.

Dieses Versuchsobjekt ist in Bild 3 dargestellt. Der oben angeordnete bewegliche gebogene Draht lag in zwei kleinen, mit Quecksilber gefüllten Stahlbehältern und konnte sich darin leicht bewegen. Das oben befindliche Gewicht diente zum Ausgleich. Flossen die Ströme beim oberen und unteren Draht in gleiche Richtung, zogen sich die Drähte an, beim Durchfluss in entgegengesetzter Richtung stießen sie sich ab. Mit diesem Experiment konnte Ampère die elektromagnetische Kraft nachweisen.

Für ein nachfolgendes Experiment wickelte er den Draht zu einer Spule, wie in Bild 4. Da jedes der parallel geführten Drahtstücke ein Magnetfeld erzeugt, verlaufen die Magnetfeldlinien im Inneren der Spule ebenfalls parallel, jedoch dichter als bei einem einzelnen Draht. Ampère konnte durch dieses Experiment seinen ursprünglichen Gedanken beweisen, dass am Ende der Spule ein weitaus stärkeres Magnetfeld erzeugt wird. Diese Bündelung konnte er durch die Verwendung eines Weicheisenkerns in der Spule verstärken. Er erarbeitete damit die umfangreiche Theorie des Elektromagnetismus.

Schon 1820 begründete er, dass Molekularströme in magnetischen Materialien die Ursache des Magnetfelds sind. Ampère

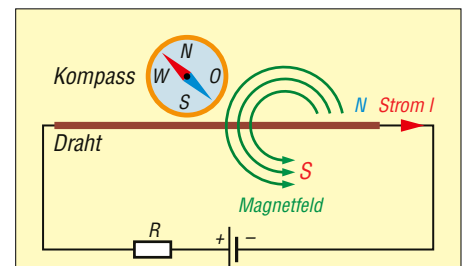


Bild 2: Beim ersten Versuchsobjekt von Ørsted und Ampère änderte sich die Richtung der Kompassnadel infolge des Stromflusses durch den Draht.

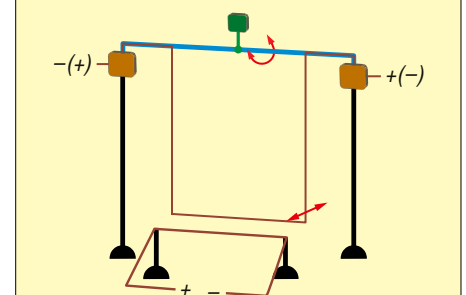


Bild 3: Beim zweiten Versuchsobjekt entdeckte Ampère die von der Stromrichtung abhängige elektromagnetische Kraft.

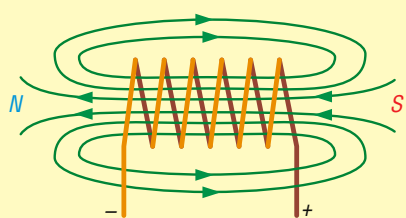


Bild 4: Die Stärke des Magnetfelds erhöht sich durch Wickeln des Drahts zu einer Spule.

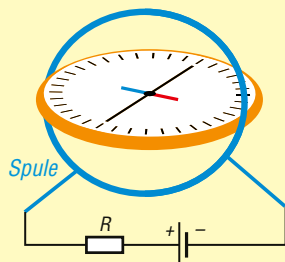


Bild 5: Der Aufbau des ersten Galvanometers zur Strommessung bestand aus einem in einer Spule liegenden Kompass.

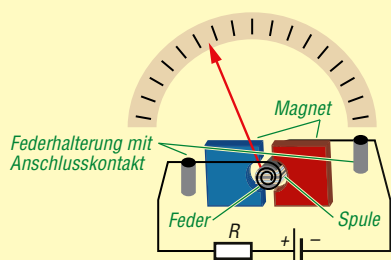


Bild 6: Später entwickelte Galvanometer besaßen eine über das Federsystem gehaltene Spule.

beschrieb die Begriffe der *elektrischen Spannung* und des *elektrischen Stroms*. Gleichzeitig begründete er die Richtung des Stroms und des Magnetfelds. Außerdem entwickelte er Formeln zur Berechnung der magnetischen Kraft aus der Stromstärke.

Der deutsche Physiker und Chemiker Johann Salomo Christoph Schweigger (1779 bis 1857) entwickelte bereits 1820 auf Basis von Ørsts Erkenntnis das erste Galvanometer zur Strommessung, dessen Aufbau in Bild 5 dargestellt ist. Schweigger hatte, um die Kompassnadel zu drehen, den Draht zu einer Spule gewickelt. Damit konnte er bereits geringere Ströme messen. Nachteilig war jedoch, dass vor der Messung das Galvanometer entsprechend dem Erdmagnetfeld aufgestellt werden musste.

André-Marie Ampère entwickelte 1821 das erste *astatische Nadelpaar*. Dieses gleicht das Magnetfeld aus. Dabei wird eine zusätzliche magnetische Nadel aufgestellt, deren Stärke der des Magnetfelds entspricht, jedoch eine entgegengesetzte

Richtung aufweist. Mit dem so aufgebauten Galvanometer ließen sich die störenden Einflüsse anderer magnetischer Felder ausschließen. Ampère entwickelte daraus das erste zuverlässig funktionierende Gerät zur Strommessung. Auf Basis dieser Informationen baute der italienische Physiker Leopoldo Nobili (1784 bis 1835) im Jahr 1825 ebenfalls ein Galvanometer.

Bereits 1822 wurde Ampère Mitarbeiter der Royal Society of Edinburgh, 1827 korrespondierendes Mitglied der Preussischen Akademie der Wissenschaften und 1830 Ehrenmitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg.

Die Veröffentlichungen seiner Forschungen zur Elektrodynamik waren so bedeutend, dass sie zu weiteren Entwicklungen führten. 1888 erweiterte Edward Weston (1850 bis 1936) das Verfahren des Galvanometers und erfand das Drehspulmesswerk.

Nachdem Ampère 1820 erkannte, dass das durch Strom erzeugte Magnetfeld mithilfe einer Spule verstärkt und Strom auch durch einen über der Spule bewegten Magneten erzeugt werden kann, äußerte er die Idee für einen elektromagnetischen Telegrafen. Das erste funktionsfähige Gerät wurde 1833 von Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Eduard Weber in Göttingen realisiert [3].

André-Marie Ampère starb am 10. Juni 1836 im Alter von 61 Jahren in Marseille an einer Lungenentzündung. Seine Forschungsergebnisse regten auch in den Jahren danach zu weiteren Entwicklungen an. So wurden 1837 die Grundlagen des Elektromotors entwickelt. 1880 begann der Aufbau von Stromkraftwerken und Stromnetzen.

■ Experiment

Die von André-Marie Ampère durchgeführten Experimente lassen sich auch heutzutage noch zur Darstellung der Grundlagen der Elektrodynamik nutzen. Nach-

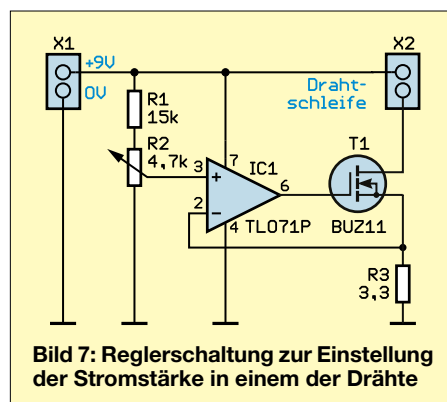


Bild 7: Reglerschaltung zur Einstellung der Stromstärke in einem der Drähte

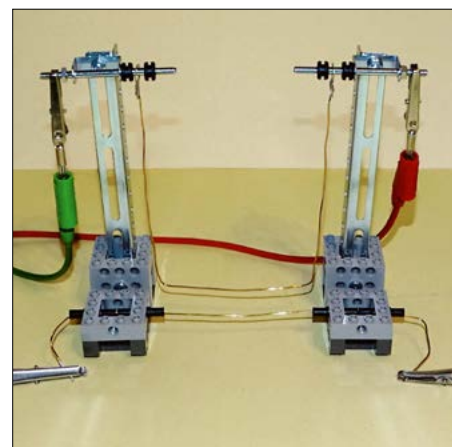


Bild 8: Nachbau des Experiments zum Nachweis des elektromagnetischen Effekts zwischen Drähten
Foto: Sander

folgend soll das Objekt mit zwei sich bewegenden Leitern nachgebaut werden, ähnlich Bild 3. Der Aufbau ist z. B. mit eventuell noch verfügbarem Spielzeug möglich, Bild 8.

Für die Drähte ist Kupferdraht mit 0,25 mm Durchmesser geeignet. Um ein starkes Aufheizen des Drahts oder einen Kurzschluss zu vermeiden, ist bei einer Spannung von 9 V ein Widerstand von 18 Ω in Reihe zu schalten. Dieser begrenzt den Strom auf 0,5 A.

Alternativ ist der in Bild 7 dargestellte Stromregler nutzbar. Diese Schaltung ist für jeden der beiden Drähte aufzubauen. Die Stromstärke lässt sich per Potenziometer einstellen. In Reihe ist ein Strommessgerät zu schalten. Anhand der abgelesenen Werte lassen sich auch Erkenntnisse zur stromabhängigen Magnetfeldstärke gewinnen. Zur Umpolung der Stromrichtung genügt es, die Anschlüsse zu tauschen.

Je leichtgängiger die Konstruktion ist, desto geringer ist die Stromstärke, die sich durch die Bewegung der Leiter nachweisen lässt. Wird ein kleiner Spiegel an einem der Drähte befestigt und ein schräg darauf gerichteter Lichtstrahl über eine Linse an der Wand abgebildet, lässt sich sogar ein Spiegel-Galvanometer aufbauen, wie es Physiker bereits 1858 realisiert haben. Dabei hat auch der Abstand zur Wand einen Einfluss auf die Darstellung von Stromänderungen.

Viel Spaß bei eigenen Experimenten!

k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [1] Meyers Neues Lexikon, Band 1, Bibliographisches Institut, Leipzig 1961
- [2] Sander, K.: Elektromagnetismus mithilfe von Experimenten besser verstehen. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 10, S. 842–844
- [3] Sander, K.: Vor 190 Jahren: Die Erfindung des Gauß-Weber-Telegrafen. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 120, S. 945

DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure

THOMAS GRÄVE – DJ2TG

Von ihren Anfängen in den 1980er-Jahren bis heute haben sich DX-Cluster zu unverzichtbaren Hilfsmitteln entwickelt, die aus dem modernen Amateurfunk nicht mehr wegzudenken sind. Diese digitalen Netzwerke ermöglichen es Funkamateuren weltweit, in Echtzeit Informationen über aktive Stationen auszutauschen. Die Entwicklung und Funktionsweise sowie der aktuelle Stand von DX-Clustern sind Gegenstand dieses Beitrags.

Als ich Anfang der 1980er-Jahre mein Amateurfunkzeugnis erhielt, gab es noch kein Internet. Viele heute gängige Quellen wie DX-Cluster, *QRZ.com*, *LoTW* und *Club Log* existierten nicht. Informationen über seltene Stationen wurden aus Zeitschriften gewonnen und auf OV-Abenden ausgetauscht. Stieß man beim Durchsuchen der Bänder auf ein Pile-up, versuchte man, das Rufzeichen der Station zu ermitteln und die Station zu erreichen. Anschließend folgte die Suche im *Callbook* (in Papierform) nach der Adresse, um QSL-Karten auszutauschen.

■ Entstehung

Vorläufer der heutigen DX-Cluster entstanden, als sich Funkamateure organi-

sierten, um sich gegenseitig per Telefon über begehrte Stationen zu informieren. Dies war allerdings zu dieser Zeit sehr teuer.

Das erste DX-Cluster entwickelte Dick Newell, AK1A, Ende der 1980er-Jahre. Es handelte sich um ein Netzwerk aus Computern, die über Packet-Radio miteinander verbunden waren, um Informationen über DX-Stationen (sogenannte *DX-Spots*) auszutauschen. Dieses System ermöglichte es Funkamateuren erstmals, Informationen über entfernte Stationen in Echtzeit zu teilen, ohne teure Telefonanrufe tätigen zu müssen.

Im Laufe der Jahre veränderten sich die Technologien und der Betrieb von DX-Clustern stark. Mit der Einführung des

Internets und dem Aufkommen von Breitbandverbindungen wurden DX-Cluster zunehmend durchgängig und von jedermann erreichbar betrieben. Dies ermöglichte es Funkamateuren, DX-Spots von überall auf der Welt zu senden und zu empfangen.

■ Aktueller Stand

Während früher ausschließlich DX-Spots übermittelt wurden, bieten viele moderne Cluster heute zusätzliche Funktionen wie die Anzeige von Rufzeichen-Datenbanken, die Verwaltung von Benutzerprofilen und das Filtern von Meldungen. Ein Mausklick auf eine gesuchte Station reicht oft aus, um den Transceiver auf die entsprechende Frequenz zu schalten. Bild 2 zeigt solche gefilterten DX-Meldungen in einem Logbuchprogramm. Hier werden nur die für den Nutzer aktuell interessanten Stationen angezeigt. Es ist außerdem möglich, Benachrichtigungen auf dem Smartphone oder PC zu empfangen, sobald eine gesuchte Station auf dem Band erscheint.

DX-Cluster spielen eine wichtige Rolle bei der Jagd nach seltenen Stationen. Dank der fortlaufenden technologischen Entwicklung und der Verbreitung des Internets ist zu erwarten, dass ihre Nutzung weiter zunimmt. Zu den bekanntesten Vertretern gehören *DX Summit*, *DXHeat* und *ON4KST* für den UKW-Bereich. Zusätzlich gibt es zahlreiche Applikationen für Smartphones. Ein weiteres DX-Cluster-Netzwerk ist das *Reverse Beacon Network* (RBN) [3], das weltweit verteilte *Skimmer* für die automatische Generierung von Meldungen verwendet. Deren Menge ist eigentlich nur noch maschinell verarbeitbar. Zur Aktivitätsbeurteilung lässt sich der *RBN Activity Monitor* [4] von Fabian Kurz, DJ5CW, nutzen.

■ Vorteile für Neueinsteiger

DX-Cluster sind besonders für Anfänger unter den Funkamateuren nützlich. Sie ermöglichen es ihnen, schnell in die Welt des Funkverkehrs über große Distanzen, das sogenannte *DXing*, einzusteigen, da sie eine Echtzeitübersicht über aktive Stationen bieten. Dadurch entfällt das mühsame Durchsuchen der Bänder. Mit nur wenigen Klicks kann man sich über aktuelle Aktivitäten informieren, gezielt Stationen herausuchen und erste DX-Erfahrungen sammeln. Zudem lernen Einsteiger durch die Nutzung der Plattformen viel über Bandbedingungen und die globale Funkgemeinschaft. So erleichtern DX-Cluster den Einstieg in den Amateurfunk und helfen, weltweit Kontakte zu knüpfen.



Bild 1: DX-Cluster von *DXHeat.com* mit Clustermeldungen sowie rechts mit Ausbreitungsvorhersage und Anzeige der Bandaktivität

C	B	M	DX Call	Freq	Mode	Comment	Country (ARRL Prefix)	Time	L	Spotter	B:M:Stat
✓	✓	✓	DV9R	21.141.4	USB		Denmark (OZ)	1341Z	✓	W1UU	--
✓	✓	✓	A43S	21.025.6	CW	CQ	Oman (A4)	1341Z	✓	G4RCS	--
✓	✓	✓	SH1WX	20.916.0	CW	Heard in CD	Tanzania (5H)	1340Z	✓	W1LPL	--
✓	✓	✓	SB4AAB	18.100.0	DIGI	FT8	Cyprus (5B)	1339Z	✓	JALJXT	--
✓	✓	✓	HB9RLH	28.077.0	DIGI		Switzerland (HB)	1339Z	✓	WA4IAM	--
✓	✓	✓	LA6RJA	18.105.4	DIGI		Norway (LA)	1338Z	✓	W1UU	--
✓	✓	✓	SP2QVU	24.916.5	CW		Poland (SP)	1338Z	✓	K4CAE	--
✓	✓	✓	AF2TN	28.074.0	DIGI	FT8 new dxcc tnx for qso 73	Pakistan (AP)	1337Z	✓	F1NQP	--
✓	✓	✓	N2GG	14.200.0	USB	tnx QSO LP	United States (K)	1337Z	✓	RV6FT	XXNM
✓	✓	✓	N7JSD	21.049.9	CW	cq w/ low speed	Zambia (9Z)	1334Z	✓	YD5DF	--

Bild 2: Gefilterte Clustermeldungen im Logbuch von Ham Radio Deluxe

Screenshots: DJ2TG

■ DXHeat

Ein Beispiel für die Möglichkeiten eines Clusters ist das webbasierte DX-Cluster *DXHeat* [1] von Tobias Wellnitz, DH1TW, welches einen guten Überblick bietet. Die meisten Funktionen sind auch für nicht registrierte Nutzer verfügbar. Um selbst einen Spot einzugeben, ist jedoch eine kostenlose Anmeldung erforderlich.

In Bild 1 sind auf der rechten Seite die Ausbreitungsbedingungen (*Propagation*) zu sehen. Ein hoher SFI-Wert begünstigt eine gute Ausbreitung auf den höheren KW-Bändern (20 m bis 10 m), während ein niedriger K-Wert wichtig für die Ausbreitung auf den längeren KW-Bändern wie z. B. dem 80-m-Band ist. Die darunter dargestellte Bandaktivität zeigt die Anzahl der jeweiligen Spots innerhalb der letzten 60 min. Hier ist leicht zu erkennen, wo derzeit Aktivität herrscht.

Im mittleren Bereich erscheinen ungefiltert alle Cluster-Meldungen. In der Spalte *DX de* sieht man, wer den Spot eingereicht hat, gefolgt von der Frequenz und dem Rufzeichen der DX-Station. Ein Klick auf die Landesflagge der Station zeigt weitere Informationen in Textform. *Tags* liefern Hinweise, ob der Operator *LoTW* oder *eQSL* zur Bestätigung nutzt. Die Spalte *Comments* enthält zusätzliche Informationen, denen die Uhrzeit (*UTC*) und das Datum (*Date*) des Spots folgen.

Ein Klick auf ein Rufzeichen öffnet das Fenster in Bild 3, mit Kopfhörer- und Diagrammsymbol sowie einem Link zu *QRZ.com*. Ein Klick auf Letzteren führt direkt zur Operatorseite, während das Balkendiagramm zur Stationsstatistik führt. Wählt man die Kopfhörer aus, wird man zum Web-SDR der Universität Twente in den Niederlanden oder wahlweise zu DK0TE in Friedrichshafen weitergeleitet, wo die Frequenz automatisch eingestellt wird und man live mithören kann.

Leider erscheinen oft viele doppelte und unnötige Meldungen, da sich nicht alle Funkamateure an die allgemeinen Regeln halten. Um dies zu minimieren, sind im linken Bereich der Webseite zahlreiche Filterfunktionen wählbar. Es ist sinnvoll, nur Spots aus Europa zu aktivie-

ren und Bänder sowie Sendearten auszuschließen, auf bzw. in denen man nicht aktiv ist.

■ Kritik

Die ersten DX-Cluster beschränkten sich auf lokale Netzwerke. Mit der weltweiten Vernetzung über das Internet und einer Vielzahl anonymer Zugänge hat das Verhältnis von nützlichen zu unbrauchbaren Spots in den vergangenen Jahren abgenommen. Insbesondere bei Amateurfunk-Wettbewerben erscheinen viele Meldungen, häufig unter einem gefälschten Rufzeichen abgesetzt, um das eigene Rufzeichen zu bewerben (sogenanntes *Selfspotting*).

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass viele Funkamateure durch die Nutzung von DX-Clustern nicht mehr aktiv nach Funksignalen suchen, sondern ausschließlich auf Meldungen warten. Diese führen bei besonders seltenen Stationen häufig zu einem Ansturm von Anrufern auf der Frequenz, was nicht selten im Chaos endet.

■ Regeln

Die Jagd nach DX-Stationen basiert auf geschriebenen und ungeschriebenen Regeln und Kooperation, ohne die das System nicht funktionieren würde. Glücklicherweise hält sich die Mehrheit der Funkamateure daran und trägt somit zum reibungslosen Betrieb des Systems bei.

Fehlverhalten bleibt jedoch oft ungeahndet, außer bei Contesten, wo es zur Disqualifikation führen kann. Wichtige Regeln für DX-Cluster sind im Dokument *Ethics and Operating Procedures for the Radio Amateur* der IARU, welches unter [2] zu finden ist, unter Punkt III.6 beschrieben. Einige der wichtigsten Regeln sind:

- Keine Spots ohne besonderen Wert senden, also keine gewöhnlichen Stationen (z. B. aus Ländern mit viel Aktivität wie W, F, G, ON), es sei denn, es gibt einen guten Grund dafür.
- Vor dem Melden einer DX-Station überprüfen, ob das Rufzeichen bereits gemeldet wurde.
- *Selfspotting*, das Melden des eigenen Rufzeichens, ist nicht erlaubt.

– Keine Stationen melden, die die Frequenz bereits verlassen haben.

– Erneutes Spotten einer Station, die bereits im Cluster steht, sollte vermieden werden.

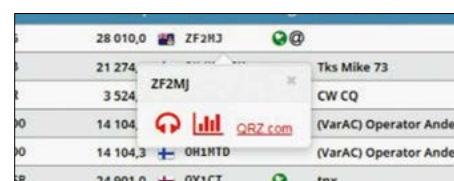


Bild 3: Verlinkung zu einem WebSDR, der Stationsstatistik und zu QRZ.com

Die ARRL reagiert auf sich ändernde Gegebenheiten und lässt *Selfspotting* neuerdings für durch sie veranstaltete Conteste zu. Sollten andere Contestausrichter dies übernehmen, so ist während der Wettbewerbe mit deutlich mehr Meldungen zu rechnen. Inwieweit dies noch zu überblicken ist, bleibt fraglich.

■ Fazit

DX-Cluster sind zu einem wichtigen Werkzeug für Funkamateure geworden. Sie erleichtern die Jagd nach seltenen Stationen, bieten zahlreiche Zusatzfunktionen und ermöglichen eine weltweite Vernetzung in Echtzeit.

Dennoch bringen sie auch Herausforderungen mit sich, wie das Problem gefälschter Spots oder die Tendenz, sich zu sehr auf diese Technologie zu verlassen, anstatt selbst aktiv nach Signalen zu suchen.

Um die Möglichkeiten von DX-Clustern voll auszuschöpfen und das System intakt zu halten, ist es wichtig, dass sich Funkamateure an die geltenden Regeln halten und verantwortungsbewusst mit diesen Tools umgehen. Nur dann bleibt das DX-Cluster ein wertvolles Hilfsmittel für alle Nutzer.

dj2tg@darc.de

Literatur

- [1] DXHeat: Responsive Web DX-Cluster & DX Analytics tools built for serious DXers. <https://dxheat.com>
- [2] IARU: Codes of Conduct. www.iaru-r1.org/on-the-air/code-of-conduct/versions
- [3] Reverse Beacon Network. www.reversebeacon.net
- [4] Kurz, F., DJ5CW: RBN activity. <https://rbn.telegraphy.de/activity/DJ5CW>

TARGET 3001! – Aktuelles von der Version 33 mit Anwendungstipps

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Das bekannte Platinenlayoutprogramm liegt nun in der Version 33 vor. Es ist wie gewohnt in verschiedenen Lizenzmodellen erhältlich und bietet auch in der kostenlosen Version wieder den bekannten hohen Leistungsumfang. Dieser Beitrag stellt Weiterentwicklungen und neue Features vor.

Mit der Version 33 nahm das *Ingenieurbüro Friedrich* [1] nicht nur diverse Detailverbesserungen vor, sondern integrierte auch wieder viele Neuerungen. Einen chronologischen Überblick über die vorgenommenen Änderungen erhält man unter [2]. Wer die Produktion einer erstellten Leiterplatte nicht selbst übernehmen möchte, kann diese mithilfe der entsprechenden Programmfunktionen auch an einen kommerziellen Dienstleister übertragen. Im Folgenden werden einige Features genauer beleuchtet.

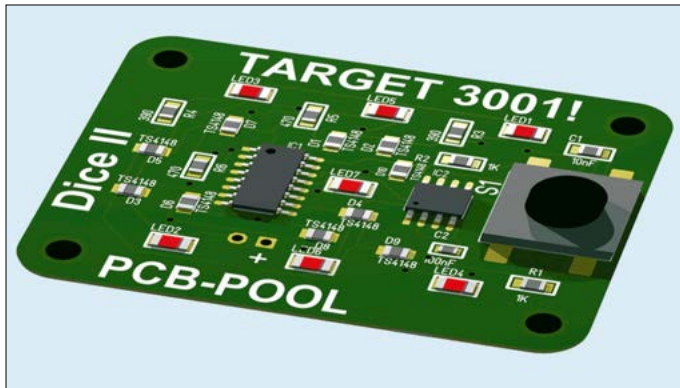


Bild 1:
Mit Target!3001 entwickelte Leiterplatte in der 3-D-Ansicht

Screenshots:
DL1DBL

■ Einlesen von X-Gerber-Daten

Einige Hersteller bieten für ihre Halbleiterbauelemente Referenzdesigns in Form von Testleiterplatten an. Diese werden auch als *Evaluation-* bzw. *EVAL-Board* bezeichnet. Mit ihnen lässt sich unter Umständen viel Zeit bei der Planung und Umsetzung eigener Projekte einsparen. Für den Datenaustausch kommt üblicherweise das *X-Gerber-Format* (*Extended Gerber*) zum Einsatz, welches die ASCII-basierte Standard-Dateistruktur zwischen der CAD- (*Computer Aided Design*) bzw. PCB-Software (*Printed Circuit Board*) für das Leiterplattendesign und der Leiterplattenproduktion (*CAM, Computer Aided Manufacturing*) darstellt. Der Datenfluss erfolgt dabei bidirektional, d.h., es lassen sich sowohl CAM-Daten aus CAD-Daten ableiten als auch aus CAM-Daten wieder CAD-Daten generieren.

Das Gerber-Format wurde bereits im Jahr 1980 von dem Unternehmen *Gerber Scientific* zur Ansteuerung von Fotoplot-

tern benutzt. Es ist auch als *RS-274X* bekannt und hat sich zum Standard für Leiterplattendaten entwickelt.

Der Aufbau eines vollständigen X-Gerber-Datensatzes für eine Leiterplatte enthält für jede ihrer Schichten (*Layer*) eine separate Datei. Meist lässt sich aus dem Dateinamen ableiten, auf welche Schicht sie sich bezieht. Für eine doppelseitige Leiterplatte sind somit mindestens zwei Dateien – jeweils eine für die obere und die untere Kupferlage – erforderlich.

Darüber hinaus können weitere Dateien

ten Programm zu visualisieren. Ein solcher sogenannter *Gerber-Viewer* wird beispielsweise von [3] unter dem Namen *GerberLogix* zur Verfügung gestellt und ist für den Privatgebrauch kostenfrei. Nach dem Einlesen des ZIP-Archivs kann *GerberLogix* weitgehend selbstständig unterscheiden, welche Dateien aus dem Archiv für die Darstellung relevant sind (Bild 2, grüner Pfeil), und welche Dateien nicht (roter Pfeil). Erstere werden automatisch markiert.

Auf dieser Basis generiert das Programm dann die Darstellung der Leiterplatte. Bei Multilayer-Leiterplatten wird es jedoch schnell unübersichtlich. Hier empfiehlt es sich, bei Bedarf die Darstellung einzelner Schichten gezielt zu aktivieren bzw. zu deaktivieren, Bild 3.

Da die X-Gerber-Daten der Testleiterplatten mehr Schichten aufweisen können, als für eigene Projekte später benötigt werden, lassen sich redundante Zwischenlagen erkennen und deaktivieren, Bild 4. Nachdem man sich auf diese Art und Weise den Aufbau der Leiterplatte und die Funktion der einzelnen Schichten erschlossen hat, kann das X-Gerber-Archiv als ZIP-File in TARGET 3001! eingelesen werden.

Dies geschieht über die Menüfolge *Einstellungen* → *Datei* → *Ein-/Ausgabeformate* → *Datenaustausch/Dokumentation* → *Gerber und Excellon Import* → *XGerber und Excellon einlesen* ... worauf sich nach der Auswahl des entsprechenden ZIP-Archivs das Dialogfenster zum Einlesen der X-Gerber-Dateien öffnet, Bild 5.

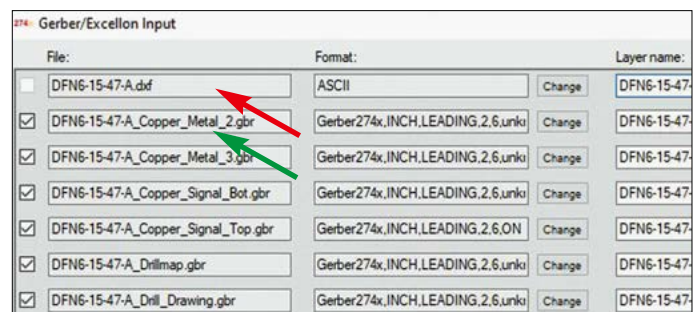
Die aus dem Programm *GerberLogix* gewonnenen Erkenntnisse über die Funktionen der einzelnen Schichten sind für die folgenden Schritte von besonderer Bedeutung, da diesen die jeweils entsprechende Datei gemäß ihrer Funktion händisch zuzuordnen ist. Nicht benötigte Dateien sind aus dem Dialog zu löschen, Bild 6.

Der Bearbeitung der Schichtzuordnung ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da von ihr das Ergebnis der Leiterplattenerstellung abhängt (Bild 6, grüner Pfeil). Weitere Details und Tipps für die

für die Aufbringung von Lötstopplack und Textaufdruck, die Veredelung von Löt pads oder die Anfertigung von Bohrlöchern enthalten sein. Ein X-Gerber-Datensatz enthält zudem in der Regel eine Textdatei, die den projektbezogenen Schicht-Aufbau der Leiterplatte und das verwendete Material im Detail beschreibt.

Vor dem Einlesen des X-Gerber-Datensatzes in TARGET 3001! empfiehlt es sich, den Schichtaufbau der kompletten Leiterplatte zunächst mit einem separa-

Bild 2:
Einlesemaske des Gerber-Viewers *GerberLogix*



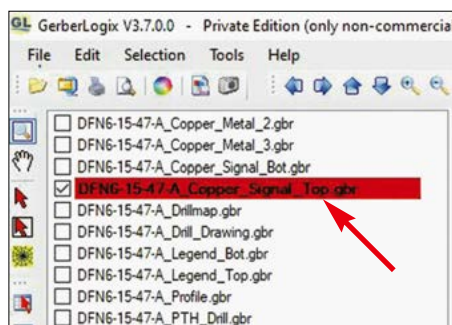


Bild 3: Darstellung der signalführenden Schicht einer Platine in GerberLogix

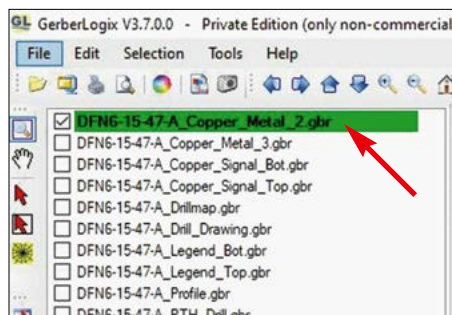


Bild 4: Darstellung einer redundanten Zwischenschicht einer Platine in GerberLogix

korrekte Ebenenzuordnung lassen sich der Hilfefunktion von TARGET3001! entnehmen.

Der *Gerber-Faktor* (Bild 6, roter Pfeil) sollte immer manuell überprüft und nachgerechnet werden. Er ist der Datei für die Beschreibung des ZIP-Archivs zu entnehmen. Gibt man hier den falschen Wert an, kann die Leiterplatte möglicherweise unzulässige Abweichungen in ihren Leiterbahndimensionen aufweisen. Diese führen u. a. zu fehlerhaften Impedanzwerten von Leitungen, die eine HF-Baugruppe unbrauchbar machen können.

Das erfolgreich eingeleseene Projekt lässt sich mit TARGET 3001! weiterverarbeiten, um so beispielsweise kantenscharfe Belichtungsvorlagen für die eigene Leiterplattenproduktion zu gewinnen oder Teile des Designs zu markieren, zu entnehmen und in eigene neue Projekte zu integrieren.

■ Interaktive Bestückungshilfe

Bei der manuellen Bestückung leistet die interaktive Stückliste *iBOM* (*interactive*

Bill of Materials) hilfreiche Dienste, denn das nicht selten aufwendige Aufsuchen der jeweiligen Bauteile in der Bestückungsliste und des zugehörigen Bestückungsortes auf der Leiterplatte wird hierdurch deutlich vereinfacht. Auch lassen sich bei Projekten mit mehreren Entwicklern Veränderungen im Leiterplattendesign leicht erkennen und im Team umsetzen.

Insbesondere für den Einsteiger in die Elektronik bietet iBOM ein angenehmes und interaktives Bestückungserlebnis, ohne dass Erfahrungen vorhanden sein müssen, welche Bauteile wahrscheinlich an welchem Punkt auf der Leiterplatte zu finden sind.

Bei der von Target!3001 über die Menüfolge *Datei → Ein-/Ausgabe-Formate → Produktion → Interaktive Stückliste iBOM* erzeugten interaktiven Bestückungshilfe handelt es sich um eine *HTML-Datei*, welche sich unabhängig von diesem Programm in fast jedem Internetbrowser anzeigen und bedienen lässt. Sie enthält nicht nur alle Informationen zur Bestückung, sondern auch eine grafische Darstellung der Leiterplatte, auf der die je-

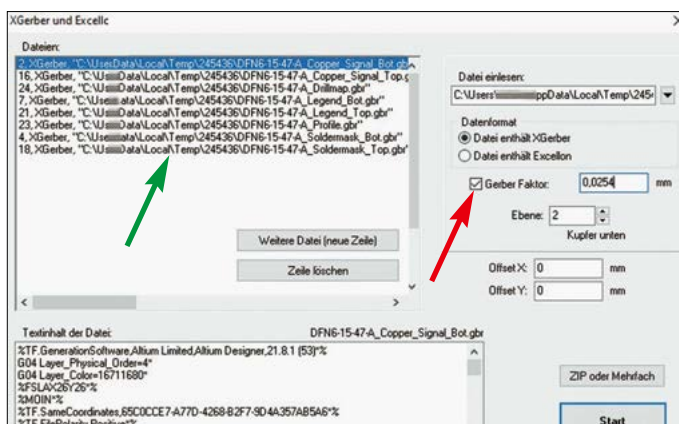
anhand diverser Optionen an die eigenen Erfordernisse über das in der oberen rechten Ecke befindliche Zahnradsymbol anpassen, Bild 7.

■ Erstellen von BOM- und CPL-Dateien für eigene Projekte

Die mit TARGET 3001! erzeugten Vorlagen sind nicht nur für die eigene Leiterplattenproduktion, sondern auch zur Übermittlung an einen Dienstleister zwecks professioneller Fertigung verwendbar. Auf Wunsch führt dieser auch die teilweise oder vollständige Bestückung durch. Die Vergabe an einen kommerziellen Hersteller vermeidet nicht nur den persönlichen Umgang mit Chemikalien oder die Freisetzung von Staub, sofern man das Isolationsfräsvorgang anwendet. Er spart auch Zeit bei der Bestückung und schließt Probleme aus, welche insbesondere bei der Verwendung hochintegrierter SMD-Komponenten auftreten können. Diese Bequemlichkeit hat selbstverständlich ihren Preis.

Für die Bestückung der Leiterplatten benötigt der Dienstleister zwei Dateien. Dies ist zum einen die *BOM-Datei* (*Bill*

Bild 6: X-Gerber-Auswahl der Schichtenzuordnung mit Korrektur der Ebenenzuordnung und Auswahl des Gerber-Faktors



weiligen Bauteilpositionen nach Auswahl in der Liste hervorgehoben werden. Die Bauteile lassen sich dabei einzeln oder nach Gruppen geordnet anzeigen.

Das Anklicken des Bauteils in der Bestückungsansicht wiederum führt zur Hervorhebung der entsprechenden Zeile in der Bestückungsliste. Die Darstellung der interaktiven Bestückungshilfe lässt sich

of Materials), eine Stückliste bei der es sich in der Regel um eine Excel-Datei handelt. In ihr sind alle Informationen zu den verwendeten Bauteilen enthalten, wodurch diese eindeutig definiert sind. Hierunter fallen die Hersteller-Artikelnnummer *MPN* (*Manufacturer's Part Number*), die zugehörige *Referenzbezeichnung* des Bauteiles, z.B. C1, C2, IC1 usw., die *Beschreibung des Bauteiles* sowie die *Bauform* bzw. der *Gehäusetyp*.

Zum anderen wird die *CPL-Datei* (*Component Placement List*) benötigt, welche auch als *Datei für die Bestückungskoodinaten* bezeichnet wird und die Positionsdaten jedes Bauteils auf der Leiterplatte beinhaltet. Die Erstellung der BOM- sowie der CPL-Dateien erfolgt über die Menüfolge *Datei → Ein-/Ausgabe-Formate → Produktion → (X-)Gerber*

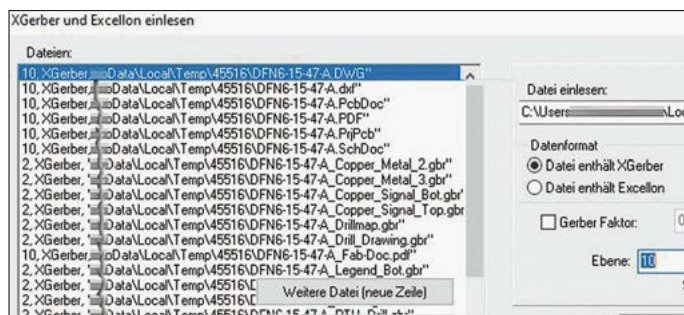


Bild 5: Dialogfenster zum Einlesen der X-Gerber-Dateien

DICE
TARGET 3001! K21694

Rev: V 0.0.1
2024-11-11 19:19:11

Ref: lookup

Filter

	Source	Place	References	Value	Footprint	Quantity
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IC2	NE5550	S08/WB3_9/P1_27	1
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R1, R2	1K	0805	2
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C2	100nF	0803	1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	IC1	CD4017BM	S01C16/WB3_9/P1_27	1
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	C1	10nF	0805	1
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10	TS4148	0805-D	10
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LED1, LED2, LED3, LED4, LED5, LED6, LED7	LED-SMD1206_ROT	1206-D	7
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R3, R4	390	0805	2
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	R5, R6	470	0805	2
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	K1	Stiftleiste_1x02_0_2,54	Stiftleiste_1x02_0_2,54	1
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	S1	SMD Taster 1618.11	TASTER 1618.11	1
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RFID1	LXMS31ACNA-009_9_embedded_M	LXMS31ACNA-009_9embedded_M	1

Bild 7: Interaktiver Bestückungsplan iBOM; Erklärungen siehe Text

und Bohrausgabe PCBout ... Das Zielmenü verbirgt sich hinter einem beim Aufruf vorangestellten Menü, Bild 8, welches sich durch einen Mausklick auf den Auswahlpunkt *Spezial* erweitert, siehe Bild 9.

Das Anhängen der Auswahl *BOM- und CPL-Datei erzeugen* (grüner Pfeil) ermöglicht die direkte Erstellung dieser Dateien aus dem Projekt heraus. Mit einem Mausklick auf die Menüoption *Normal* (roter Pfeil) lässt sich der rechte Menüteil der Auswahl wieder ausblenden. Die beiden Dateien BOM und CPL werden gegebenenfalls in das auszugebende ZIP-Archiv integriert.

Falls SMD-Bauteile auf der zu fertigen Leiterplatte vor dem Lötvorgang zu fixieren sind, bietet TARGET 3001! die Möglichkeit, eine *CSV-Datei* zu erstellen, welche die Koordinaten der bezüglichen Klebepunkte sowie eine Flächenangabe eines jeden Klebepunktes als Anhaltspunkt für die zu verwendende Klebstoffmenge an der jeweiligen Stelle enthält. Der Auswahlassistent ermöglicht zudem die Anpassung der Flächenangabe für den Klebstoffauftrag. Das entsprechende Menü ist über die Menüfolge *Datei* → *Ein-/Ausgabe-Formate* → *Produktion* → *Kleber-Dispenser-Informationen* zu erreichen.

Leiterbahnen exakt verlegen

Mit gedrückter *Shift-* bzw. *Strg-*Taste lassen sich Linien beim Zeichnen oder Bauteile beim Verschieben nur in die vier Hauptrichtungen (0°, 90°, 180°, 270°) oder exakt 45° zu den Winkelhalbierenden der Hauptrichtungen bewegen. Schiefe Winkel bei der Leiterbahnverlegung sind somit ausgeschlossen, was zu einem sauberen und übersichtlichen Layout beiträgt.

Weitere neue Features

Das Bemaßen von Winkeln und Radien ist in TARGET 3001! nun mithilfe der Menüfolge *Aktionen* → *Winkel bemaßen* möglich. Die Form der Beschriftung lässt sich über einen separaten Dialog festlegen.

Der *Guided-Bus-Router* ermöglicht das Verlegen mehrerer Leiterbahnen auf einmal. So lassen sich Signalbusse komfortabel bearbeiten. Der Mindestabstand bzw. die Mindestbreiten werden beim Leiterbahnverlegen automatisch eingehalten.

Die Erstellung von *Ritznutzen* kann sehr hilfreich sein, wenn einzelne Leiterplatteile nach der Bestückung voneinander abgetrennt werden sollen. Der zusätzliche Arbeitsschritt des vollständigen Ausfränsens des Platinenumrisses ist so vermeidbar. Hierzu werden *Sollbruchstellen* durch einen V-förmigen Ritz an der vorgesehenen Trennstelle angebracht – sowohl auf der Ober- als auch der Unterseite.

Je komplexer Schaltpläne und Platinen eines Projektes werden, desto aufwändiger kann sich das Suchen und Hervorheben von Einzelteilen gestalten. TARGET 3001! rahmt aufgefundene Projektteile mit *marschierenden Ameisen* ein und der Anwender erkennt sofort, wo sich die gesuchten Elemente befinden. Diese Funktion ist besonders hilfreich bei selektierten Elementen, die sich im Hintergrund anderer Bauelemente befinden oder so unauffällig markiert wurden, dass der Fundort nicht sofort erkennbar ist.

worldofhamradio@gmx.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Ing.-Büro Friedrich, Fuldaer Straße 20, 36124 Eichenzell, www.ibfriedrich.com
- [2] Ing.-Büro Friedrich: Target!3001-Logbuch. www.ibfriedrich.com/target/deutsch/logbuch.txt
- [3] EasyLogix: Schindler & Schill GmbH, Im Gewerbepark D33, 93059 Regensburg, www.easylogix.de/products_detail.php?prog_id=1#check_permissions_install

Bild 8: Reduziertes Menü ...

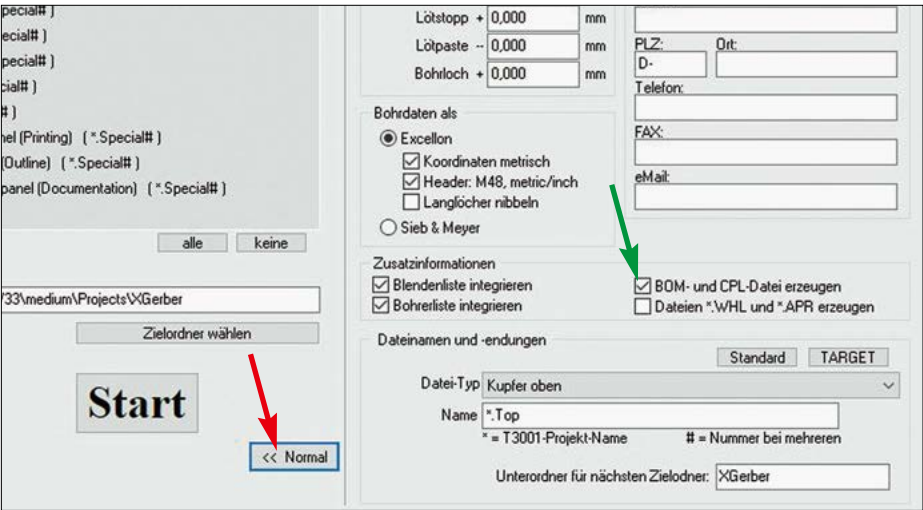
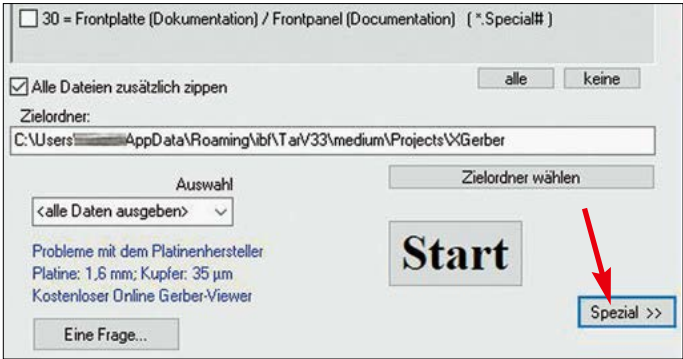


Bild 9: ... und erweitertes Menü zur Erstellung der BOM- und CPL-Dateien

Brennstoffzellen-Antriebssysteme im Megawatt-Bereich

Im Projekt BALIS baut das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (DLR) ein wissenschaftliches Testfeld auf, mit dem es Brennstoffzellen-Antriebe entwickelt und erprobt. Im Fokus stehen Systeme mit einer Leistung von rund 1,5 MW, die zukünftig z. B. Schiffe antreiben und perspektivisch in der Luftfahrt eingesetzt werden können. Kommt in Brennstoffzellen Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen – sogenannter *grüner Wasserstoff* – zum Einsatz, ermöglichen sie CO₂-freie Mobilität.

Die Anlage befindet sich auf dem Innovationscampus des *E2U Empfänger Entwicklungszentrum für Umwelttechnologie*. Dort fand am 28. 10. 2024 die Inbetriebnahme mit Vertretern aus Politik, Verwaltung und Industrie statt. Das *Bundesministerium für Digitales und Verkehr* (BMDV) fördert das Testfeld mit 26 Mio. €.



**Blick ins Innere
des beim Projekt
BALIS verwendeten
Testfelds für Brennstoffzellen-Systeme**
Foto: DLR

„Der Dialog zwischen Forschung und Industrie, der beim Aufbau und der Nutzung von Großanlagen wie BALIS entsteht, ist für beide Seiten von unschätzbarem Wert. Denn so zeigen wir gemeinsam, dass neue Technologien nicht nur funktionsfähig sind, sondern entwickeln sie hin zu einer Größe und einer Wirtschaftlichkeit, womit sie als Lösung für die Industrie interessant werden“, sagte Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer, Mitglied des DLR-Vorstands und verantwortlich für Innovation, Transfer und wissenschaftliche Infrastrukturen. „Speziell in der Luftfahrt ist der Schritt vom stabilen Antriebssystem auf dem Boden hin zur Qualifikation für den Einsatz in Flugzeugen sehr komplex und benötigt Zeit. Eine Anlage wie BALIS schafft dafür die Basis und Verlässlichkeit, die es für die Transformation der Luftfahrt benötigt.“

„Die Eröffnung des Testfelds ist ein entscheidender Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität bis 2045. Der Verkehr steht vor großen Herausforderungen, und

Wasserstoff bietet uns die Chance, emissionsfreie Antriebssysteme für unterschiedliche Verkehrsträger zu entwickeln und zu implementieren. Mit gezielter Förderung unterstützen wir Forschung und Entwicklung, um innovative und am Ende marktfähige Lösungen zu schaffen. Gemeinsam mit Industrie und Wissenschaft legen wir so die Grundlagen für eine nachhaltige Mobilität“, erklärte Hartmut Höppner, Staatssekretär im BMDV.

„Wasserstofftechnologien sind zentral für die Energie- und Verkehrsforschung im DLR. Wie kein anderes Forschungszentrum deckt das DLR mit seiner interdisziplinären Kompetenz aus Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung dabei die ganze Prozesskette ab: von Werkstoffen und Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff aus erneuerbaren Ressourcen, über die Anwen-

dung in mobilen und stationären Systemen bis hin zur Systemanalyse. Sie zeigt, in welchen Zusammenhängen und unter welchen Bedingungen Wasserstofftechnologien ein wirtschaftlich zukunftsweisendes, sicheres und nachhaltiges Energie- und Mobilitätssystem schaffen können“, erläuterte die DLR-Bereichsvorständin Energie und Verkehr Prof. Dr. Meike Jipp.

Das modular aufgebaute Testfeld ermöglicht, einzelne Komponenten und ganze Antriebsstränge zu untersuchen: Dazu gehören das Brennstoffzellen-System selbst, Elektromotoren, Tankinfrastruktur sowie Steuerungs- und Regelungstechnik. Aufgrund des flexiblen Aufbaus ist die Anlage damit weltweit einmalig. Alle Teile der Anlage sind in Containern untergebracht. Verantwortet wird das Projekt vom *DLR-Institut für Technische Thermodynamik*.

Zusätzlich zum Aufbau und Betrieb des Testfelds baut das DLR auch ein eigenes elektrisches Antriebssystem der Megawatt-Leistungsklasse auf. Es besteht aus Brenn-

stoffzellen-System, Wasserstofftank, Elektromotor sowie Steuerungskomponenten und Leistungselektronik. Damit gehört das DLR zu den ersten Einrichtungen, die über ein solches System verfügen. Mit ihm lassen sich alle Prozessschritte grundlegend erfassen, verstehen und qualifizieren. Die größten kommerziell erhältlichen Brennstoffzellen für mobile Anwendungen haben eine Leistung von mehreren hundert Kilowatt. Um den Megawatt-Bereich zu erreichen, müssen die Systeme aus mehreren Modulen aufgebaut werden.

Daraus ergeben sich hohe Betriebsspannungen und -ströme. Diese müssen für einen stabilen und effizienten Betrieb optimal gesteuert werden. Gleichzeitig sind ein geringes Gewicht und eine hohe Effizienz des Antriebssystems entscheidend für die kommerzielle Anwendung. Im Fokus der Arbeiten steht deshalb zunächst das Verhalten und die Optimierung dieses Megawatt-Antriebssystems für einen stabilen Betrieb bei unterschiedlichen Lastszenarien.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Testinfrastruktur ist die Handhabung von flüssigem Wasserstoff (LH₂) in großen Mengen für den Betrieb des gesamten Antriebssystems. Dazu baut das DLR aktuell mit zusätzlichen Mitteln von rund 3 Mio. € einen Versuchstank und die notwendige Betankungsinfrastruktur auf. Bezogen auf das Speichervolumen hat flüssiger Wasserstoff eine höhere Speicherdichte als gasförmiger. Flüssig wird Wasserstoff erst bei sehr tiefen Temperaturen ab –253 °C, weshalb er auch als *kryogener Wasserstoff* bezeichnet wird. Das Verflüssigen, Speichern und Weiterleiten des Wasserstoffs stellen aus diesem Grund spezielle Bedingungen an die Infrastruktur, um Druck und Temperatur konstant zu halten.

Für die nächsten drei Jahre ist die Testumgebung BALIS schon mit Forschungsvorhaben und Kooperationsprojekten mit Industriepartnern ausgelastet. Zu den Unternehmen, mit denen das DLR dafür zusammenarbeitet, gehören innovative Start-ups, etablierte Mittelständler und Global-Player aus dem Energie- und Luftfahrtsektor, u. a. die DLR-Ausgründung *H2FLY*, der Brennstoffzellenhersteller *PowerCell*, der Spezialist für elektrische Antriebe *Compact Dynamics* sowie der Hersteller von technischen Gasen *Air Liquide*. Aus dem Luftfahrtsektor arbeitet das DLR u. a. mit *Diehl Aerospace*, *GE Aerospace* und *Deutsche Aircraft* zusammen. Systempartner, mit dem die Anlage ausgelegt und realisiert wurde, ist das Unternehmen *AVL*. **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

SB-2000 MK2 – Soundkarten-Interface mit CAT-Unterstützung

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Wer einen älteren Transceiver komfortabel für Digimodes nutzen möchte, benötigt ein Soundkarten-Interface mit Steuerfunktionen. Entsprechende Eigenentwicklungen erfordern jedoch nicht selten aufwendige Planungen und Detailkenntnisse. Das SB-2000 MK2 von CG Antenna stellt eine leistungsfähige und preisgünstige Alternative zum Selbstbau dar.

Nachdem ich den Verkauf meines Icom IC-718 in der Zwischenzeit mehr als einmal sehr bereut hatte, beschloss ich nun, mir diesen Klassiker nochmals zuzulegen.

stelle Umsicht und Detailkenntnisse, weshalb der Kauf eines industriell gefertigten Gerätes möglicherweise die einfachere Lösung ist. Hierfür hält der Markt sowohl Modelle mit, als auch ohne inte-



Bild 1:
Soundkarteninterface SB-2000 MK2 von CG Antenna

Fotos und Screenshots: DC8FG

Um so erfreuter war ich, dass eine Pressemitteilung von Icom America [1] und ein Aussteller auf der HamCation 2024 in Orlando, Florida eine Neuauflage dieses auch bei Weltumseglern und in Verbindung mit EmComm (*Emergency Communications*) geschätzten Gerätes ankündigten. Da es mir leider nicht gelang, im EU-Raum eines dieser Modelle zu erwerben, war ich gezwungen, mich nach einem der mittlerweile selten gewordenen Gebrauchtgeräte umzuschauen. Glücklicherweise fand ich ein sehr gepflegtes Exemplar bei Funktechnik Dathe.

Da der IC-718 keine eigene Soundkarte besitzt, ist für den Funkbetrieb in digitalen Sendearten mindestens eine Potenzialtrennung zwischen den NF-Ein- und -Ausgängen der PC- bzw. externen Soundkarte und des Transceivers erforderlich. Um die Unterstützung von Frequenz- und Sendeartenwechsel sowie der Sende-Empfangs-Umschaltung durch Programme wie WSJT-X oder Winlink nutzen zu können, bietet es sich dabei an, gleich eine entsprechende, ebenfalls potenzialtrennende Beschaltung vorzusehen.

Ein Eigenbau ist jedoch nicht selten aufwendig und erfordert insbesondere hinsichtlich der CAT- bzw. CI-V-Schnitt-

stelle Soundkarte vor. Da ich bereits über eine *Creative Soundblaster Extigy* verfüge, erwarb ich mit dem SB-2000 MK2 von CG Antenna [2] ein Modell ohne Soundkarte.

■ Beschreibung

Das SB-2000 MK2 ist in einem ansprechenden zweifarbigen Kunststoffgehäuse mit den Abmessungen 130 mm × 45 mm × 75 mm (B × H × T) untergebracht und hat eine Masse von 400 g. Auf der Frontseite zeigen vier LEDs den jeweiligen

Betriebszustand an. Auf der Rückseite befindet sich die 25-polige Sub-D-Buchse mit den Leitungen für Daten, CAT- bzw. CI-V-Steuerung sowie CW-Tastung. Darüber hinaus gibt es dort zwei Cinch-Buchsen für den NF-Ein- und -Ausgang zur Soundkarte sowie einen USB-B-Anschluss für die Verbindung zum PC.

Dass die beiliegende CD-ROM Treiber für Windows 98 bis Vista enthält, zeigt, dass die Historie des SB-2000 MK2 etwas weiter zurückreicht. Dies ist seiner Funktion jedoch in keiner Weise abträglich. Der Anschluss an einen Computer erfolgt über ein Kabel mit USB-A/B-Stecker. Dieses dient gleichzeitig der Spannungsversorgung des SB-2000 MK2, was es damit auch für den Portabelbetrieb interessant macht.

Für die Daten- und NF-Verbindung zwischen Interface und Transceiver bietet CG Antenna für Icom-, Kenwood- und Yaesu-Geräte fertig konfigurierte Kabelsätze an [2]. Angesichts des Preises von 19 € lohnt sich die eigene Anfertigung nicht. Für die Icom-Transceiver mit 13-poliger ACC-Buchse ist der Typ *SB2K-IC13* auszuwählen.

In der Version MK2 stellt das Soundkarten-Interface zwei virtuelle serielle Schnittstellen zur Verfügung, was hilfreich ist, da nicht jede Software in der Lage ist, alle erforderlichen Funktionen auf einer einzigen seriellen Schnittstelle abzubilden. Für die pegelgerechte Anbindung an einen Computer über USB sorgt der UART/USB-Wandler FT232, was den SB-2000 MK2 mit den CAT-Schnittstellen der meisten Yaesu- und Kenwood-Transceiver als auch der CI-V-Schnittstelle von Icom kompatibel macht. Die Potenzialtrennung des NF-Zweigs erfolgt mittels zweier 1:1-Transformatoren, die der digitalen Signalpfade durch Optokoppler vom Typ 6N137 und TLP 521.

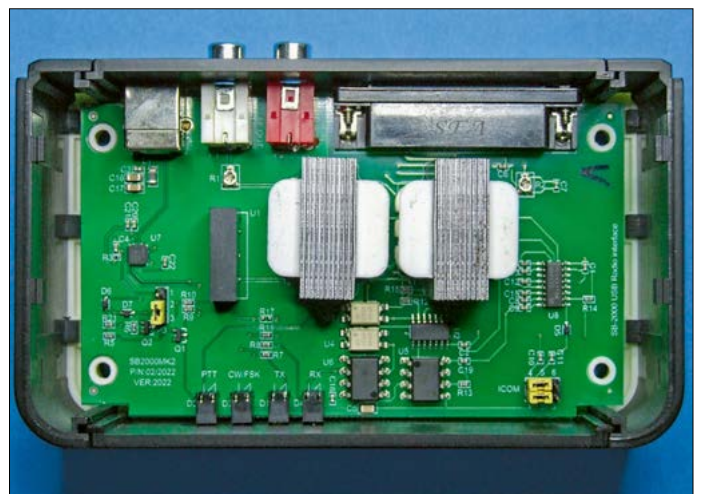


Bild 2:
Innenansicht des SB-2000 MK2

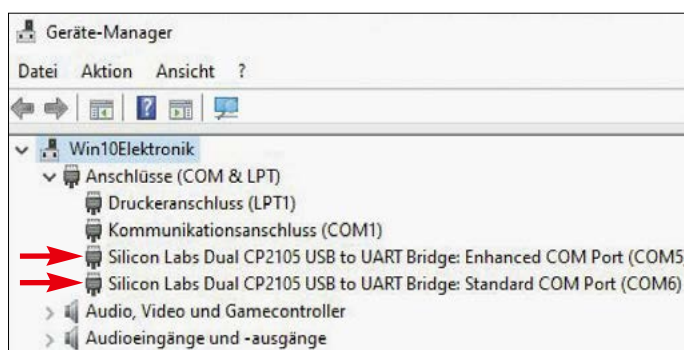
Inbetriebnahme

Sobald das SB-2000 MK2 mit dem Computer verbunden ist, erkennt Windows 10 das Gerät selbsttätig, Bild 3; falls nicht, sind die Installer von der Treiber-CD zu verwenden. Auch auf meinem Raspberry Pi 400 unter *Debian (Bullseye) 11.10* wurde das Soundkarten-Interface sofort erkannt. Welche Geräte unter Linux zugeordnet sind, lässt sich am einfachsten mithilfe des Konsolenbefehls

`dmesg | grep cp210x`

herausfinden. Hiermit wird die Ausgabe nach der Zeichenkette `cp210x` gefiltert. Die mit `ttyUSB0` und `ttyUSB1` gekennzeichneten Einträge stellen auf meinem Raspberry Pi die beiden erkannten seriellen Ports des SB-2000 MK2 dar. Je nach

Bild 3:
Darstellung der im Gerätemanager unter Windows 10 automatisch erkannten virtuellen seriellen Ports des SB-2000 MK2



bereits zugeordneten seriellen Schnittstellen kann die Ziffer variieren, Bild 4. Für macOS steht bei [4] ein Treiber zum Download bereit.

Die Verkabelung ist nahezu selbsterklärend. Aufpassen muss man jedoch bei dem 3,5-mm-Klinkenstecker des Kabel-

satzes. Er gehört selbstverständlich in die CI-V-Buchse des IC-718 und nicht in den direkt daneben befindlichen Anschluss für den externen Lautsprecher. Der 6,35-mm-Klinkenstecker dient der CW-Tastung aus der Software heraus und wird bei Bedarf anstelle einer Morsetaste angeschlossen.

Softwarekonfiguration

Diese ist sehr überschaubar und nur in der Digimode-Software durchzuführen, gestaltet sich allerdings je nach Programm unterschiedlich. So ist etwa unter *Ardop Winlink* die Angabe der CI-V-Adresse eines Icom-Transceivers erforderlich, bei *WSJT-X* jedoch nicht. Bild 5 zeigt die Einstellungen für die letztgenannte Anwendung auf dem Raspberry Pi. Diese sind mit denen unter Windows 10 identisch, lediglich die Bezeichnungen der virtuellen seriellen Ports weichen selbstverständlich hiervon ab. Die Zuordnung der Soundkarte ist in Bild 6 beispielhaft für die *Soundblaster Extigy* dargestellt.

Fazit

Wer nicht auf eine für Digimodes geeignete Soundkarte zurückgreifen kann, erwirbt mit dem SB-2000 MK2 ein leistungsfähiges und preiswertes Soundkarten-Interface, um mit älteren Transceivern Funkbetrieb in Digimodes durchführen zu können.

Die Inbetriebnahme des Gerätes ist im Handumdrehen erledigt und erfordert kein langes Durcharbeiten der Bedienungsanleitung. Manuelle Hardwarekonfigurationen am Soundkarten-Interface sind möglich, aber nicht erforderlich.

dc8fg@t-online.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Icom America: Icom's IC-718: An Improved Classic. www.icomamerica.com/media_and_promotions/news/3912
- [2] WiMo Antennen und Elektronik GmbH: Soundkarten/CAT-Interface SB-2000 MK2. www.wimo.com → Suche: SB-2000
- [3] WiMo Antennen und Elektronik GmbH: Kabelsatz für SB-2000 MK2. www.wimo.com → Suche: SB-2000-Kabelsatz
- [4] CG Antenna: SB-2000 MK2 USB Radio Interface. www.cgantenna.be/product_sb2000mk.html

Bild 4:
Nach `cp210x` gefilterte Ausgabe des Konsolenbefehls `dmesg | grep cp210x`

```
frank@raspberrypi:~$ dmesg | grep cp210x
[ 8.013985] usbcore: registered new interface driver cp210x
[ 8.031610] usbserial: USB Serial support registered for cp210x
[ 8.046019] cp210x 1-1.2.2:1.0: cp210x converter detected
[ 8.121302] usb 1-1.2.2: cp210x converter now attached to ttyUSB0
[ 8.130068] cp210x 1-1.2.2:1.1: cp210x converter detected
[ 8.306449] usb 1-1.2.2: cp210x converter now attached to ttyUSB1
frank@raspberrypi:~$
```

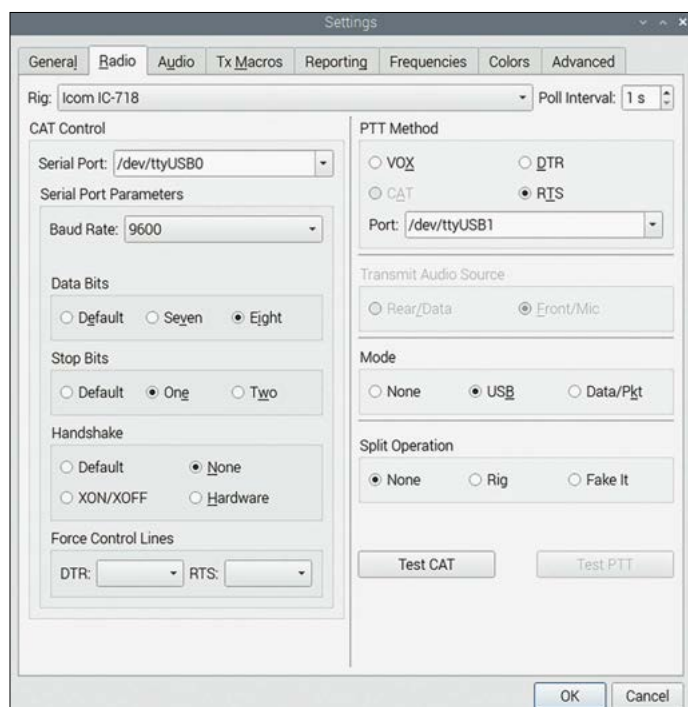


Bild 5:
Einstellungen in WSJT-X auf dem Raspberry Pi für den Icom IC-718 ...

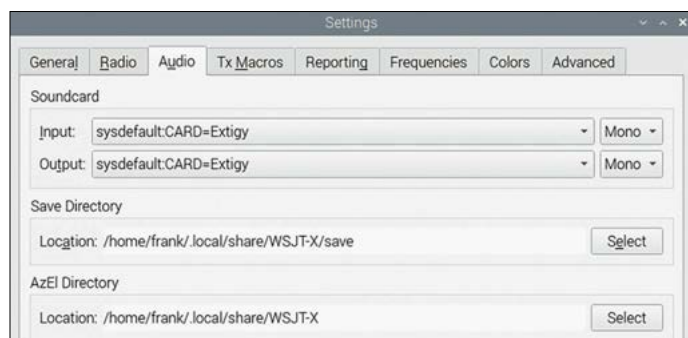


Bild 6:
... und für die Soundblaster Extigy

RX-888 MKII – neue Version des breitbandigen SDR-Empfängers

ERWIN SERLÉ – PE3ES

Der RX-888 MKII ist ein direktabtastender SDR-Empfänger für den Frequenzbereich von 1 kHz bis 64 MHz. Über einen zweiten Eingang und einen internen Konverter wird darüber hinaus der Bereich bis 1700 MHz erschlossen. Zum Betrieb sind ein leistungsstarker Computer und geeignete Software erforderlich. Nachstehend wird der Empfänger vorgestellt und gezeigt, welche Besonderheiten es bei der Installation und Nutzung der Software zu beachten gilt.

Die Empfangsexperimente mit Digimode-Signalen von Baken, die mit sehr geringer Sendeleistung arbeiten, haben besonders in den letzten Jahren zu neuen Entwicklungen bei der Untersuchung von Ausbreitungsbedingungen geführt. Mittlerweile beteiligen sich viele Stationen daran, decodierte Spots auf Websites wie www.wspr.rocks, www.dxwatch.com, www.pskreporter.info oder www.reversebeacon.net darstellen zu lassen.



Bild 1: Der RX-888 MKII ist in einem schlichten schwarzen Metallgehäuse untergebracht, dessen Kühlrippen für ausreichende Wärmeabfuhr sorgen sollen. Werkfoto

Über die Jahre hinweg hat sich auch die zur Bandbeobachtung eingesetzte Hardware verändert. War dies anfangs auf einen kleinen Frequenzbereich und eine Sendeart begrenzt, folgten schnell Panadapter, mit denen sich ein ganzes Amateurfunkband in einem Wasserfalldiagramm darstellen lässt. Da SDR-Empfänger immer breitbandiger werden, ließen sich irgendwann auch mehrere Bänder auf einmal beobachten. Wäre es nicht großartig, einen Empfänger zu bauen, der den gesamten KW-Bereich empfängt, Aktivitäten dort anzeigt und gleichzeitig die Digimodes decodiert?

■ Lösungsmöglichkeiten

Ein Breitband-SDR-Empfänger, der ein mindestens 32 MHz oder vielleicht sogar

64 MHz breites Spektrum als Datenstrom an einen „normalen“ PC liefert, auf dem die Verarbeitungssoftware installiert ist, wäre eine Lösung. Die Software kümmert sich um die Verarbeitung und Decodierung der Signale. In [1] beschrieb Werner Schnorrenberg, DC4KU, den RX888, einen in China produzierten, direkt konvertierenden Breitband-SDR. Die ursprünglich verfügbare Software bot noch Verbesserungspotenzial. Mittlerweile ist mit dem RX-888 MKII [2] eine neue Version erhältlich, die mit unterschiedlichen Programmen zusammenarbeiten kann. Parallel dazu waren Entwickler in anderen Bereichen aktiv. So haben Rob Robinnett, AI6VN, und andere den *KiwiSDR* zum Multiband-WSPR-Decoder weiterentwickelt, siehe <https://groups.io/g/wsprdaemon>. OpenWebRX bietet die Möglichkeit, mehrere Digimodes parallel zu decodieren und einen Web-SDR bereitzustellen, so wie es z.B. SparkSDR mit *Hermes Lite*, *SDRplay* oder *Red Pitaya* kann.

Nicht nur bei der Ausbreitungsforschung mit WSPR und FST4W steigt der Bedarf an leistungsfähigen SDR-Empfängern. Auch die US-amerikanische HamSci-Gemeinde auf <https://hamsci.org/projects> sucht nach Lösungen für ihre Projekte. Lässt sich nicht ein anderer Ansatz finden, um alle Wünsche in die Tat umzusetzen?

Dies dachte auch Phil Karn, KA9Q, vor einigen Jahren. Er wollte den effizienten Mehrkanalempfang und die gleichzeitige Demodulation jedes NBFM-Kanals auf einem VHF/UHF-Band in Echtzeit erreichen. Zusätzlich sollte der Empfang mehrerer Kanäle auf den Amateurfunkbändern von Lang- bis Kurzwellen einschließlich 6 m möglich sein und außerdem sollten alle Signale einschließlich der Steuerung über IP-Multicasting erfolgen. Dadurch könnten mehrere Module desselben Computers oder in einem LAN auf die Ausgänge anderer Module zugreifen, ohne

Wichtige technische Daten

Empfangsbereiche	1 kHz bis 64 MHz (Eingang H) 64 MHz bis 1,7 GHz (Eingang V)
Darstellungsbandbreiten	64 MHz (Eingang H) 10 MHz (Eingang V)
ADU	16 Bit @ 130 MS/s
Abschwächer	–32 dB bis 0 dB
Verstärker	–11 dB bis +34 dB
Frequenzstabilität	0,5 ppm mit VCXO
PC-Schnittstelle	USB 3.0 Typ-B
Spannungsversorgung	5 V/2 A via USB 3.0
Abmessungen (B × H × T)	100 mm × 74 mm × 35 mm
Masse	180 g

beim Einsetzen neuer Module das gesamte System neu starten zu müssen.

Eine Lösung ist, den RX-888 MKII mit Phils neuer Software *KA9Q-radio* und der bereits erwähnten Software *wsprdaemon* als Decoder und Upload-Anwendung zu kombinieren. Dadurch vereinfacht sich auch die Installation der notwendigen Linux-Komponenten. Die Inspiration für Phil war ein Beitrag von Mark Borgerding, zu dem ich in der Ergänzung im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de eine kurze Einführung gebe.

■ Funktionsweise von Daemons

Die Kernkomponenten von *KA9Q Radio* laufen als Linux-Daemons, also als Hintergrundprogramme mit wenigen oder gar keinen Benutzereingriffen. Standardsysteme lassen sich so konfigurieren, dass sie z.B. jeden FM-Kanal auf einem Band demodulieren und aufzeichnen oder digitale Nachrichten decodieren, loggen und/oder senden, wie es z.B. bei APRS, FT8, WSPR, Horus 4FSK und Radiosonden der Fall ist. Diese Programme werden automatisch durch die Linux-Standard-Systemverwaltung *systemd* gestartet.

Kernkomponente ist der Daemon *radiod*. Dieser liest einen Datenstrom direkt vom Empfänger-Board und führt einen konfigurierten Satz digitaler Abwärtsmischer und einfacher Demodulatoren für verschiedene Sendearten aus, darunter FM, AM, SSB und CW. Er ermöglicht außerdem den IQ-Betrieb, der die Nutzung anderer Programme zur weiteren Signalverarbeitung unterstützt. Wenn man dieses System zum Laufen bringt, entsteht praktisch ein Breitband-Radio aus mehreren parallelgeschalteten Empfängern.

■ Eigenschaften des RX-888 MKII

Diese neue Hardware war nahezu ein Einmannprojekt von Jinze Peng, der zwar Hilfe von mehreren anderen erhielt, ins-

besondere von Howard Su, aber dennoch nur sehr begrenzte Möglichkeiten bei der technischen Hilfe hatte. Glücklicherweise wurde das Projekt aufgegriffen und hauptsächlich auf der Softwareseite weiter unterstützt, wie die Interessentengruppen auf <https://groups.io/g/NextGenSDRs> und <https://groups.google.com/g/ka9q-radio> zeigen. Auch die Ursachen für vereinzelte Hardware-Probleme wurden analysiert und geeignete Lösungen entwickelt. Die Hardware ist sehr einfach, hauptsächlich auch deshalb, weil auf dem Board selbst keine Datenverarbeitung stattfindet und es somit kein FPGA oder SoC umfasst. Die ausführlichen technischen Daten und die Auflistung der Unterschiede zum Vorgängermodell sind ebenfalls in der Ergänzung zum Beitrag zu finden.

■ Blockschaltbild

Das Blockschaltbild des Boards ist in Bild 2 dargestellt. Die verwendete USB-3.0-Schnittstelle ermöglicht in den neuesten Versionen (Gen 1 und Gen 2) Datenraten von bis zu 10 GBit/s.

Über zwei SMA-Buchsen, die mit *V* für VHF und *H* für HF, was im deutschen Sprachraum des KW-Bereich entspricht, gekennzeichnet sind, wird das Antennensignal eingespeist. Das Signal mit Frequenzen über 32 MHz mischt der Micro-Tuner-IC Rafael R828D herunter, bevor sie der AD8370 verstärkt. Signale unter 32 MHz gelangen, durch den Schaltkreis PE4312 gedämpft und durch das Tiefpassfilter auf 64 MHz Bandbreite begrenzt, direkt zum AD8370.

Setzt man statt des 64-MHz- ein 32-MHz-Tiefpassfilter in den Signalweg, was beim ausschließlichen Einsatz im KW-Bereich sinnvoll ist, werden die bei einem Breitbandempfänger möglicherweise auftretenden Überlastungen vermieden. Dem Verstärker folgt der A/D-Umsetzer LTC2208, der 16 Bit Verarbeitungsbreite besitzt. Der Cypress FX3 bildet die USB-3.0-Schnittstelle, über die die Empfangsdaten zum PC gelangen und die Steuerung des RX-888 MKII erfolgt.

Beim Blick auf dessen Leiterplatte fallen die sparsam bemessenen Kühlflächen auf,

Bild 3. Nur auf dem A/D-Umsetzer LTC2208 befindet sich ein kleiner Kühlkörper. In dessen unmittelbarer Nähe befinden sich der USB-IC und Leistungstransistoren, die alle relativ viel Verlustwärme erzeugen und so u. a. die beiden Elektrolytkondensatoren erwärmen. Zwar besitzt das sehr kompakte Gehäuse auf drei Seiten Kühlrippen, aber auch diese wirken nur passiv. In einigen Foren wurde bereits von Überhitzungsproblemen und daraus resultierenden Schäden am Empfänger berichtet.

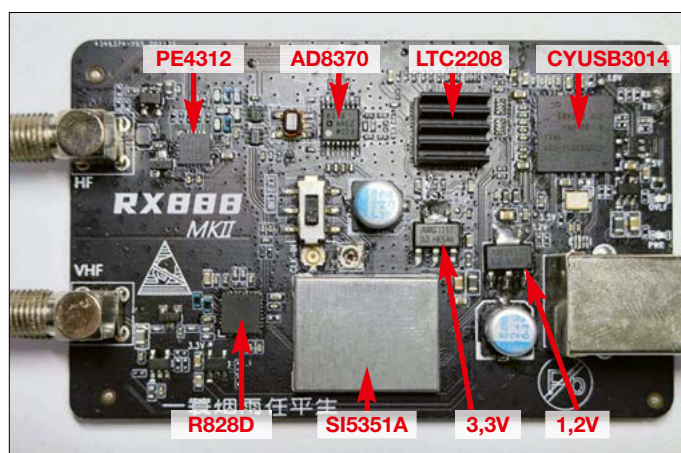
In der alten Version gab es zwei zusätzliche Hilfsmittel, die die passive Kühlung verbesserten. Unterhalb der Platine, direkt unter dem A/D-Umsetzer und dem R828D, befanden sich zwei Stück wärme-

fängers gegenüber Funkstörungen (RFI, engl. *Radio Frequency Interference*).

Der RX888 hat keine separate Stromversorgungsbuchse. Daher sollte der USB-Port des Rechners ausreichend Strom liefern können. Mit der eingebauten USB-3.0-Schnittstelle Typ B ist das kein Problem, wenn ein gutes Kabel Verwendung findet und man eventuell einen USB-3.0-Hub mit Stromanschluss zwischen RX und PC einfügt. Ein minderwertiges USB-Kabel kann zu Problemen mit der Stromversorgung oder zu Datenverlust führen.

Auch Windows 10 kann hier Probleme verursachen. In der Standardeinstellung wird der USB-Anschluss nach einer gewissen Zeit außer Betrieb gesetzt, um

Bild 3:
Leiterplatte des
RX-888 MKII;
lediglich der A/D-
Umsetzer LTC2208
besitzt einen kleinen
Kühlkörper.
Werkfoto



leitenden Materials. Da diese leicht zusammenzudrücken waren und sich nach dem Einschieben entfalteten, bildeten sie einen guten Kontakt zur Oberseite des Gehäuses, wo sich der große Rippenkühlkörper befand. Bei den am Anfang ausgelieferten Geräten waren die drei externen Kühlkörper mit doppelseitigem Klebeband befestigt, wodurch es manchmal keinen guten Wärmekontakt zum rauen Aluminiummaterial gab.

Clinton Turner, KA7OEI, beschreibt die thermischen Probleme ausführlich in einem seiner Blogs [3] und gibt Tipps für Modifikationen. Interessanterweise leidet nicht jedes Gerät darunter.

Ein weiteres, manchmal festgestelltes Problem ist die Empfindlichkeit des Emp-

Strom zu sparen. In den erweiterten Energieeinstellungen sollte die Option *USB Selective Suspend* zu finden sein, die zu deaktivieren ist, siehe Bild 4. Einstellhilfen bietet [4].

■ Erste Schritte

Den RX-888 MKII sollte man nur bei einem Anbieter erwerben, dem man vertraut. Ich habe mich für <https://elekitparts.com> entschieden, da ich dort bereits gute Erfahrungen gemacht hatte. Dort reagiert man schnell und korrekt auf Anfragen, die Lieferung ist vollständig und die EU-übliche Mehrwertsteuer wird bereits im Voraus abgeführt.

Die für den Anschluss des SDR erforderliche Software findet man auf der Website des Händlers. Wählbar ist eine Installation, die mit der *SDRConsole* aus Simon Browns *SDR-Radio-Suite* zusammenarbeitet, oder die von Werner Schnorrenberg, DC4KU, in [1] bereits beschriebene Einrichtung mit *HSDR*. Während für *SDRConsole* nur die Treiber von der Website und das SDR-Programm selbst erforderlich sind, muss man für *HSDR* zusätzlich die *EXTIO_SDCC.dll* und *libfftw3f-3.dll* installieren. Ich verwende

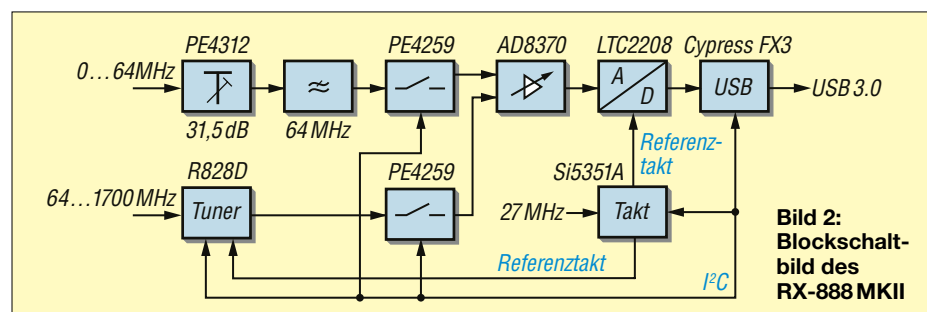


Bild 2:
Blockschalt-
bild des
RX-888 MKII

SDR-Radio V3.3, 64 Bit, 2024-02-05_0741.exe. Die Treiber lassen sich installieren, wenn man mit der Maus auf die Datei *cyusb3.inf* klickt und dann *Installieren* wählt.

Während der Treiberinstallation meldet sich der RX888 als *WestBridge*-Gerät. Dies sollte im Gerätemanager unter Windows 10 auf *Cypress FX3 USB Bootloader Device* korrigiert werden. Die erfolgreiche Änderung ist nach dem Start der SDR-Software in deren Einstellungen zu sehen. Die für *SDRConsole* erforderlichen Definitionsdaten kann diese selbst ermitteln. Bei der Suche nach dem RX888 erkennt die Software das angeschlossene Gerät automatisch.

Nach der Auswahl einer Bandbreite von 32 MHz ist der RX888 zu starten. Über den Menüpunkt *Receive* gelangt man zur Allband-Übersicht. Unten rechts im SDR-Console-Fenster werden die Auslastung der Hardware und die Nutzung der GPU zur Signalverarbeitung dargestellt.

Wer HSDR nutzt, stellt fest, dass sich die Konfiguration des RX-888 MKII von der in [1] beschriebenen unterscheidet. Dafür verantwortlich ist die *EXTIO_SDDC.dll*. Auch das schöne Hintergrundbild der *Control Console*, das als Benutzeroberfläche diente, ist einem grauen Feld mit eingeschränkten Einstellmöglichkeiten gewichen. Allerdings gibt es im Übersichtsmenü nun Schieber für die HF- und ZF-Verstärkung. Als Alternative bietet sich auch *SDR#* an. Dort sieht die Einstelloberfläche wieder etwas anders aus.

Linux, KA9Q-radio und wsprdaemon

Für fortgeschrittene Anwendungen ist Linux als Betriebssystem unverzichtbar geworden. Einer der Hauptvorteile von Linux gegenüber Windows ist, dass sich die Hardware besser steuern lässt. Zwar geht das manchmal mit einer geringeren Benutzerfreundlichkeit und der Abhängigkeit von einer Befehlszeilenschnittstelle anstelle der bekannten schönen grafischen Benutzeroberflächen unter Windows einher, doch dank der Bemühungen von Robinett und seiner Kreation *wsprdaemon* hält sich die Umstellung in Grenzen.

Ich nutze einen PC mit Ubuntu 22.04 als Betriebssystem, der einen USB-3.0-Anschluss, eine schnelle CPU und ausreichend RAM (Minimum 8 GB) besitzt. Um Software von GitHub abzurufen, ist vorher normalerweise *sudo apt install git* im Terminal (Aufruf mit Strg-Alt-T) einzugeben. In Robs Git-Repositories ist lediglich eine Greenfield-Installation [5] zu

wählen. Bei Befolgung der dort gegebenen Erklärung sollte alles laufen.

Einer der ersten manuellen Schritte, die die Software erwartet, sind mindestens zwei Änderungen in der Datei *wsprdaemon.conf*. Zum einen ist in der Empfängerliste die Zeile *KA9Q_0* an die eigenen Daten anzupassen und ein Zeitplan zu wählen, der der Software mitteilt, mit welchem Funkgerät auf welchen Frequenzen gearbeitet werden soll. Für unsere Zwecke ist die Schedule-Definition mit *_ka9q* geeignet, die in der letzten Zeile der Konfigurationsdatei angegeben sein sollte. Dazu reicht es, den Text *_simple* durch *_ka9q* zu ersetzen. Eine Beispieldatei mit den entsprechenden Einstellungen (abgesehen von eigenen Rufzeichen und dem Maidenhead-Locator) ist ebenfalls in der Ergänzung zu diesem Beitrag zu finden.

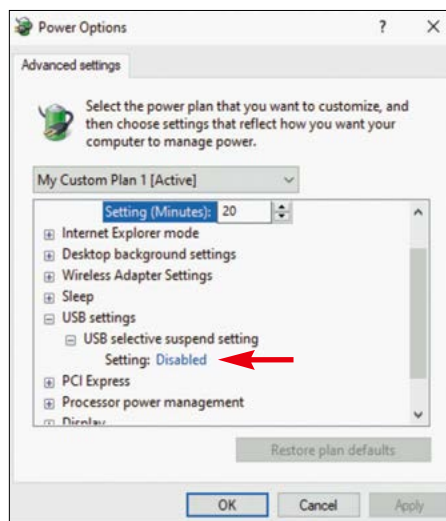


Bild 4: Der Energiesparmodus ist bei der verwendeten USB-Schnittstelle unbedingt auszuschalten.

Basierend auf diesen Einstellungen kümmert sich Robs ausgearbeitetes Skript um die Installation der sogenannten *Pre-Requisites*, also der von der Hauptsoftware aufgerufenen Hilfsprogramme, der Programme *wsprdaemon* und *KA9Q-radio* sowie um das Einrichten notwendiger Ordner und Dateien, das Einrichten und Einschalten verschiedener Dienste, Daemons sowie udev-Regeln. Selbst nach einem Neustart werden alle Abläufe korrekt gestartet, wenn ein RX-888 MKII angeschlossen ist.

Obwohl vieles im Hintergrund abläuft, wäre manchmal ein Kontrollblick gut. Sogar daran wurde gedacht und auch an Kurzbefehle für die einfache Nutzung der Kommandozeile unter Linux. Nach dem Installieren der Batch-Befehle lässt sich *wdrc* verwenden, um eine detaillierte Ansicht aufzurufen. Oder man gibt den

Befehl *monitor wspr-pcm.local* ein und bekommt dann dargestellt, welche aktiven *wspr*-Datenströme es gibt. Diese lassen sich auch über den Audiokanal des PC wiedergeben, was sehr praktisch ist, wenn man mit Einstellungen experimentiert. Ein FT8-Kanal aus dem entsprechenden *ft8-pcm.local*-Stream ist an den sich wiederholenden 15-s-Intervallen erkennbar. Es ist aber auch ein Rundfunk- oder FM-Signal auswählbar, wenn dies in der allgemeinen *radiod*-Konfiguration eingestellt ist.

Funktion des Systems

Der RX-888 MKII sendet ein komplettes Spektrum mit der eingestellten Bandbreite an den PC. *Radiod* „lauscht“ und zerlegt es in Stücke, wie in *radiod@rx888-wsprdaemon.conf* vorgegeben. Diese Teile werden als *wspr-pcm.local* bezeichnet und nach dem Multicast-Prinzip an die nutzenden Dienste weitergeleitet. Multicast gibt wiederholt „blind“ alles an alle weiter. Daher kann es bei der Datenverteilung im LAN schnell zu Engpässen, insbesondere bei der Handhabung von WLAN-Geräten, kommen. Deshalb ist der Parameter *ttl* erst einmal auf 0 zu setzen, wodurch die Daten im PC bleiben und nicht im LAN verteilt werden.

Dienste sind die Empfänger der so aufbereiteten Audioströme. Im *Service*-Ordner auf Github findet man u.a. APRS, FT4 und FT8, Packet, WSPR. Deren grundlegende Demodulation findet auf einer höheren Ebene statt.

Wer sich bereits gut mit Linux auskennt, kann alles entsprechend den eigenen Wünschen z.B. aus dem Github-Repository von Phil Karn [6] oder mit zusätzlichen Dingen aus dem von Franco Venturi installieren. Es sind aber auch die internen FT4-, FT8- und WSPR-Decoder verwendbar, wie ich es beim Vergleich mit dem *wsprdaemon*-Setup tat. Wer noch ein dem Web-SDR ähnliches Wasserfalldiagramm oder ein Spektrum hinzufügen möchte, sollte vorher die Dokumentation sorgfältig lesen.

Wichtig ist der proprietäre Aufbau einer *wisdom*-Datei. Da das System eine schnelle Faltung für die Frequenzmischung und -filterung verwendet, greift *radiod* oft auf die FFTW3-Bibliothek zu. Die bei weitem rechenintensivste Operation im gesamten Paket ist die Vorwärts-FFT.

FFTW3 bietet eine *wisdom*-Funktion, um effiziente Wege zur Durchführung bestimmter Transformationstypen und -größen auf den Rechnerkernen zu finden und zu speichern. Dies erfordert, das in FFTW3 enthaltene Dienstprogramm *fftwf-*

wisdom manuell auszuführen und die tatsächlich von *radiod* erforderlichen Transformationsgrößen berechnen zu lassen. Dies kann zwar Stunden dauern, verbessert aber die Rechenleistung. Außerdem ist die Lektüre des Blogs von Clint, KA7OEI, angeraten. Dort gibt er Ratschläge zum Wärmemanagement, der Verwendung eines externen Taktgebers und der Messung der Signaldynamik (Verstärkungseinstellung). Man sollte diese

fach zu bedienen ist, ähnlich einem Kiwi-SDR.

Fazit

Der RX-888 MKII stellt der SDR-Software das gesamte digitalisierte KW-Spektrum zur gleichzeitigen Verarbeitung bereit. Die Steuerung kann unter Windows erfolgen. Noch besser geht es beim Einsatz unter Linux mit *KA9Q-Radio*, da dieses System die interessantesten Frequenz-

Nur wer sich gut mit Linux auskennt, sollte sich an die Manipulation der Systemkomponenten wagen. Wer hingegen noch lernt, so wie ich, sollte entsprechende Einstellungen den Skripten von AI6VN überlassen, die unter dem Namen *wspr-daemon* veröffentlicht wurden.

In der Zwischenzeit decodiert das System bei mir sowohl WSPR, FT4/FT8 und FST4W auf allen LW- und KW-Bändern und überträgt die Daten zu *wsprnet.org* und *wsprdaemon.org*. Vorhaben für die Zukunft sind u. a. der Aufbau einer besseren Breitbandantenne und eines Shelving-Filters mit größerem Regelumfang im Signalweg.

Wenn ich die Empfangsergebnisse mit meinem GPS-gesteuerten *SDRlab Red Pitaya* vergleiche, beträgt der Frequenzunterschied auf den oberen KW-Bändern

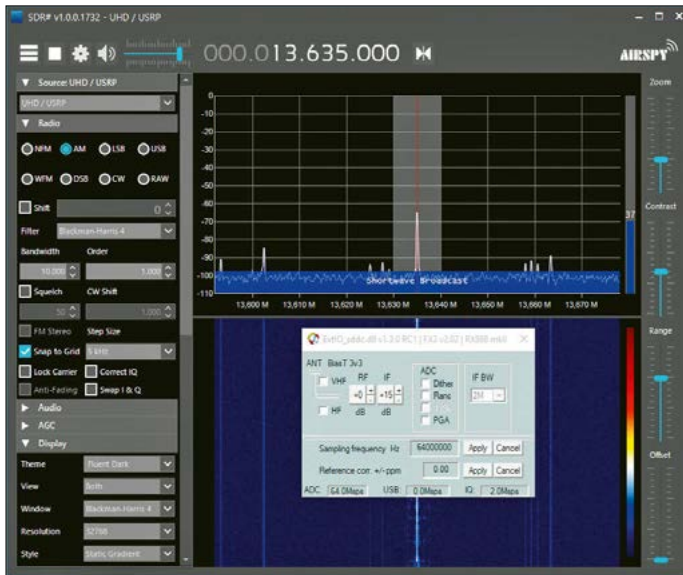


Bild 5:
Bedienoberfläche
von SDR# mit
einigen Einstell-
möglichkeiten

Screenshots:
PE3ES

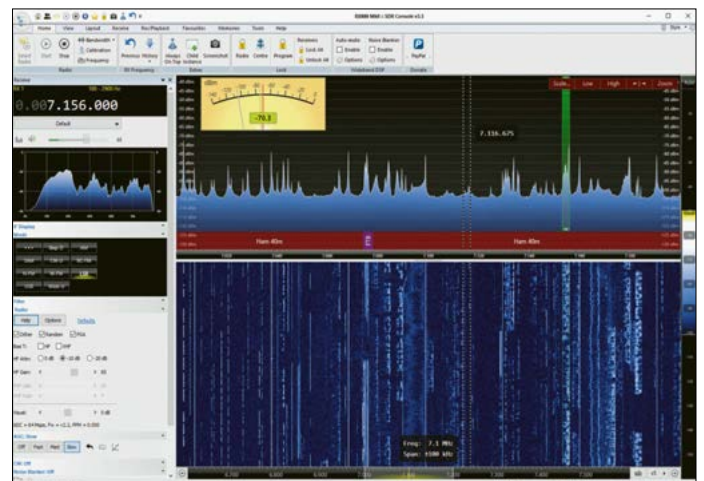


Bild 6:
Oberfläche
von SDRConsole
beim Empfang des
40-m-Bandes

Tipps befolgen, um das Beste aus dem RX-888 MKII herauszuholen, ohne ihn in kurzer Zeit zu zerstören.

Erste Erfahrungen

So richtig zufrieden war ich zu dieser Zeit noch nicht. Mein RX-888 MKII lief vom ersten Tag an nicht stabil. Unter Windows verloren *SDRConsole* und auch *HDSDR* regelmäßig den Kontakt zur Hardware. Dies kann an der USB-Behandlung durch das Betriebssystem liegen, aber auch durch thermische Probleme auf der Platine hervorgerufen werden. Der Umstieg auf einen anderen PC mit neuem Motherboard und vielleicht besserem USB-3.0-Handling, mehr Speicher, schnellerem Prozessor und schnellerer Grafikkarte schien ein wenig – das System arbeitete fast einen Tag stabil. Den dauerhaften, störungsfreien Betrieb habe ich erst nach dem freundlichen Eingreifen von ElekitsOrParts erreicht. Seit einiger Zeit nutze ich die V2-Version des RX-888 MKII, die ich vom gleichen Händler erhalten habe. Es wurden kleinere Änderungen an der Hardware-Layout vorgenommen, die das System stabiler machen. Der Entwickler ist auch nicht untätig gewesen.

Bei ihm wurde nun ein *WEB-888* freigegeben, das mit jedem Browser sehr ein-

bereiche für Digimodes, Rundfunk, CW und SSB empfangen kann. Die erzeugten Audioströme lassen sich mit bereits vorhandenen Decodern, Demodulatoren und anderen Werkzeugen verarbeiten und darüber hinaus hörbar sowie auf Websites allgemein verfügbar machen.

Dieses und ähnliche Systeme nutzen viele Top-Spotter, die laut <http://wspr.rocks/topspotters> zusammen nicht nur Hunderttausende von Datenelementen pro Tag in die Datenbanken laden, sondern auch die Rohdaten für die wissenschaftliche Erforschung der Ausbreitungsbedingungen zur Verfügung stellen, wie sie täglich unter normalen Bedingungen oder während einer Sonnenfinsternis oder eines elektromagnetischen Sturms auftreten.

Das System lässt sich zusammen mit FST4W oder WSPR auch für Messungen von Doppler-Verschiebungen in der Größenordnung von 4 mHz bis 800 mHz [7] verwenden oder zur Erstellung von Rauschdiagrammen <http://wsprdaemon.org/graphs/index.html> nutzen.

maximal 1 Hz, was eine Frequenzgenauigkeit von weniger als 1/28 ppm bedeutet. Wenn dann noch die kurzfristigen Frequenzabweichungen (Jitter) klein sind, werden auch die oben genannten Doppler-Shift-Differenzen kaum beeinflusst. Im Moment lohnt sich daher eine weitere Korrektur nicht.

pe3es@veron.nl

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Schnorrenberg, W., DC4KU: RX888 – SDR der neuen Generation. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 1, S. 18–21
- [2] RX-888: www.rx-888.com/rx
- [3] Turner, C. C., KA7OEI: Measuring signal dynamics of the RX-888 (Mk2). <https://ka7oei.blogspot.com/2023/09/measuring-signal-dynamics-of-rx-888-mk2.html>
- [4] Tiede, M.: Why no USB Settings in Advanced Power Settings? <https://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/all/why-no-usb-settings-in-advanced-power-settings/01fca70d-7704-4990-a70d-c6339b25712a>
- [5] Robinett, R., AI6VN: WSPR Daemon. <https://github.com/rrobinett/wsprdaemon/tree/master>
- [6] Karn, P., KA9Q: KA9Q-Radio. <https://github.com/ka9q/ka9q-radio/tree/main/config>
- [7] Serlé, E., PE3ES: FST4W als Ausbreitungstool für die KW-Bänder. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 8, S. 612–616

Selbst gebaute Wetterstation mit ESP32 und Farbdisplay

GERHARD BOCK – DF8HQ

Ein 32-Bit-Mikrocontroller sowie ein farbiges Grafikdisplay bilden ein leistungsfähiges Gespann für anspruchsvolle Elektronikprojekte. Der im Folgenden vorgestellte Bausatz könnte daher viele ambitionierte Hobbyelektroniker interessieren, zumal sich damit nicht nur die hier als Beispiel realisierte Wetterstation bauen lässt. Durch Änderung der Software sind auch gänzlich andere Anwendungen möglich.

Für ein geplantes Selbstbauprojekt war ich im Internet auf der Suche nach geeigneten Bauteilen. Benötigt wurden u. a. ein Mikrocontroller für die Steuerungsaufgaben und ein Display, das zur Anzeige von Statusmeldungen dienen sollte. Hinzu kamen eine Tastatur oder ein Dreh-Encoder zur Bedienung und Eingabe von Sollwerten. Alle genannten Bauteile wä-

mit einem Touch-Panel zur Bedienung und Dateneingabe ausgestattet.

Dies alles weckte meine Neugierde und ich entschied mich daher für die Beschaffung dieses Bausatzes.

Im Folgenden beschreibe ich meine Erfahrungen, die ich beim Aufbau und bei der Inbetriebnahme gemacht habe. Zunächst gehe ich jedoch etwas detaillierter



Bild 1: Fertig aufgebaute und mit der Software für eine Wetterstation programmierter Bausatz; die eingesetzte Hardware ist auch für andere Selbstbauprojekte verwendbar und würde dann nur eine entsprechend geänderte Software erfordern.

Fotos: DF8HQ

ren dann Komponenten einer noch zu entwerfenden elektronischen Schaltung geworden. Durch eine Anzeige stieß ich zufällig auf einen Bausatz [1], der einen Großteil der zuvor genannten Bauteile bereits beinhaltet und diese zu einer kompletten Einheit verband, Bild 1. Die Eigenschaften und die genannten Parameter der Bausatzkomponenten waren vielversprechend:

- Als Mikrocontroller diente ein leistungsfähiger ESP32.
- Das Farbdisplay besaß eine komfortable Bildschirmdiagonale von 3,5 Zoll.
- Anstelle der von mir geplanten Tastatur oder des Dreh-Encoders war das Display

auf die Hardware-Komponenten des Bausatzes ein, weil dies für das Verständnis der Gerätefunktion hilfreich ist.

■ Lieferumfang, Hardware

Die Lieferung des Bausatzes erfolgte in einem kleinen Plastikbehälter. Auf dessen Deckel haftete ein Aufkleber u. a. mit Angaben zum Hersteller und zum Inhalt der Box. Die Hardware stammte aus China, die Software wurde in der Schweiz entwickelt.

Außerdem war auf dem Sticker ein Internet-Link in großen Lettern gedruckt, unter dem die Aufbauanleitung und andere Informationen zum Bausatz zu finden waren.

Der Inhalt des Bausatzes war überschaubar. Darin befanden sich:

- ein bereits fertig bestücktes, funktionsfähiges ESP32-Mikrocontroller-Modul, noch ohne eingelötete Stiftleisten,
- ein 3,5-Zoll-TFT-Farbdisplay (320 × 480 Pixel) mit kapazitivem, selbstkalibrierendem Touch-Panel,
- eine größere, im Folgenden Verbindungsplatine genannte Leiterplatte, auf die vom Hersteller bereits einige SMD-Bauteile sowie zwei Steckverbinder gelötet worden waren,
- je eine 40-polige Buchsen- und Stiftleiste,
- ein Schiebeschalter für Platinenmontage sowie
- ein vierpoliger Steckverbinder zum Einlöten.

Mikrocontroller-Modul

Den funktionalen Mittelpunkt des Gerätes bildet das Mikrocontroller-Modul [2] mit der Bezeichnung *ESP32 ePulse Feather*. Es lag dem Bausatz vollständig bestückt und funktionsfähig bei, Bild 2. Auf der Platine befand sich der Mikrocontroller *ESP32-C6-WROOM-1-N4*, ausgestattet mit WLAN- und Bluetooth-Modul sowie 8 MB Flash-Speicher. Dieser kann bei Bedarf im *Low Power Deep Sleep Mode* arbeiten.

Über die USB-C-Buchse wird der Mikrocontroller zum Zweck der Programmierung mit einem PC verbunden. Auf diesem Weg erfolgt außerdem die Spannungsversorgung des gesamten Gerätes. Weiterhin befanden sich auf der Modulplatine ein 3,3-V-Spannungsregler, ein IC für die Signalumsetzung USB/UART, ein Steckverbinder zum Anschluss eines optional erhältlichen 3,7-V-Lithium-Polymer-Akkumulators, der dazugehörige Laderegler, ein elektronischer Umschalter für die Spannungsversorgung sowie zwei LEDs zur Statusanzeige.

3,5-Zoll-TFT-Farbdisplay, Touch-Panel

Die Ansteuerung des TFT-Displays (engl. *Thin-Film Transistor*) durch den Mikrocontroller erfolgt über ein SPI-Interface mit den dazugehörigen Signalleitungen *TFT_MOSI*, *TFT_SCK* und *TFT_CS*. Zusätzlich gibt es noch die Signale *TFT_LED* für die Hintergrundbeleuchtung, *TFT_Reset* und *TFT_DC* (engl. *Data/Command Control*). Das Bindeglied zwischen Mikrocontroller und Display ist der Treiberschaltkreis *ILI9488* des Herstellers *ILITEK*.

Die Anbindung des selbstkalibrierenden, kapazitiven Touch-Panels an den Mikro-

controller erfolgt über den Treiber-IC FT6236 des Herstellers *FocalTech*. Für die serielle Kommunikation wird in diesem Fall das I²C-Protokoll verwendet.

Verbindungsplatine, Schalter, Steckverbinder

Nach dem Einsetzen des Mikrocontroller-Moduls in die zuvor eingelöteten Buchsenleisten sorgen die Verbindungsplatine und zwei FPC-Flachbandleitungen (engl. *Flexible Printed Circuit*) für den elektrischen Anschluss der entsprechenden Mikrocontrollers-Pins an das TFT-Display und das Touch-Panel, Bild 3.

Beim bereits erwähnten Ein/Aus-Schalter ist zu beachten, dass dieser nicht – wie zu erwarten wäre – eine Stromversorgungsleitung trennt bzw. verbindet. Vielmehr legt er in seiner *Aus*-Stellung ein GND-Signal an den Freigabe-Pin *CE* des 3,3-V-Spannungsreglers, der daraufhin seine Ausgangsspannung abschaltet. Diese Schaltungsvariante ermöglicht es, dass bei anliegender Spannung vom USB-Port der optional eingesetzte Lithium-Polymer-Akkumulator auch bei ausgeschaltetem Gerät geladen wird.

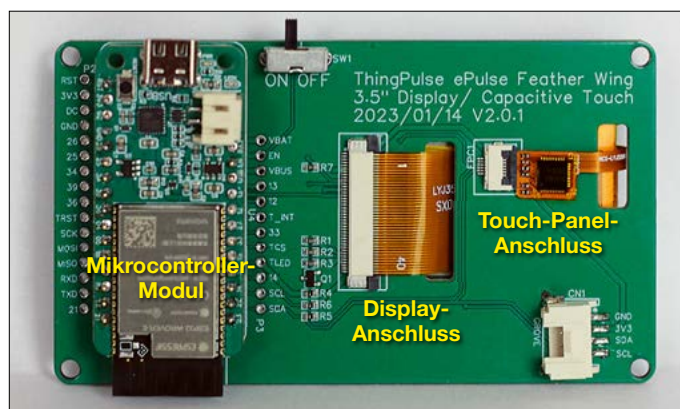
Über den auf der Verbindungsplatine befindlichen sogenannten *Grove*-Steckverbinder kann der Mikrocontroller mit anderen, separat erhältlichen *Grove*-Modulen verbunden werden. Die Auswahl der im Handel erhältlichen Module dieser Art ist vielfältig und reicht von verschiedensten Sensoren über Displays bis hin zu Modulen für eine Internetanbindung. Das besagte Steckersystem stammt vom Unternehmen *Seeed Studio*, das sich auf Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Elektronikprodukten spezialisiert hat und in der Maker-Szene weltweit bekannt ist.

Weitergehende Details zur Bausatz-Hardware kann den Schaltplänen der Verbindungsplatine auf [1] und des verwendeten Mikrocontroller-Moduls auf [2] entnommen werden.

■ Aufbau

Der Zusammenbau der Bausatzkomponenten erforderte keine speziellen Werk-

Bild 3:
Vollständig bestückte Verbindungsplatine mit Mikrocontroller-Modul und den Verbindungsleitungen zu Display und Touch-Panel; Letzteres kommt beim hier beschriebenen Anwendungsbeispiel nicht zum Einsatz.



zeuge. Für die Lötarbeiten nutzte ich einen 25-W-Lötkolben mit Bleistiftspitze. Das Ganze erfolgte in folgenden Schritten:

Aus der beiliegenden 40-poligen Buchsenleiste stellte ich einen 16-poligen und einen 12-poligen Abschnitt her. Die beiden kurzen Buchsenleisten lötete ich anschließend auf die Verbindungsplatine. Danach waren der Ein/Aus-Schiebeschalter und der Stecker für das *Grove*-Interface einzulöten.

Die beiliegende 40-polige Stiftleiste teilte ich ebenfalls in einen 16-poligen und einen 12-poligen Abschnitt und steckte jeden in die entsprechende, zuvor eingelötete Buchsenleiste. Dann setzte ich das Mikrocontroller-Modul auf die Stiftleisten und verlötete diese.

Danach waren die vier doppelseitigen Klebepads auf der Verbindungsplatine anzubringen. Es folgte das Durchfädeln der beiden vom TFT-Display und vom Touch-Panel abgehenden Flachbandleitungen durch die zwei in der Verbindungsplatine befindlichen Öffnungen und deren Verbindung mit den rückseitig auf der Platine bereits ab Werk bestückten FPC-Steckern. Das TFT-Display klebte ich mittels der zuvor angebrachten vier Klebepads auf die Verbindungsplatine. Zuvor hatte jedoch ein erster Funktionstest stattgefunden (siehe nächster Abschnitt), da sich die Klebepads nachträglich nicht mehr zerstörungsfrei lösen lassen.

Der Einbau des Schiebeschalters und des *Grove*-Steckverbinders wird in der Bau-

anleitung als *optional* bezeichnet, da beide Teile für die Funktion der Wetterstation nicht zwingend benötigt werden. Meine Empfehlung ist aber, beide einzulöten, da sie dem Bausatz nun einmal beiliegen. Sie könnten künftig bei anderen Projekten nützlich sein, wenn man sich entscheidet, nicht nur die Wetterstation mit dem Bausatz zu realisieren.

Ich habe den Ablauf der Montageschritte lediglich grob geschildert. Was die Details angeht, sollte man die Schritt-für-Schritt-Aufbauanleitung des Herstellers befolgen. Ich empfehle außerdem, vor dem ersten Anlegen der Versorgungsspannung sämtliche Lötstellen mithilfe einer Lupe zu überprüfen.

■ Software für eine Wetterstation

Der Bausatzhersteller bietet eine Software zum Download an [3], die aus der gelieferten Hardware eine Wetterstation macht. In diesem Fall lädt das Mikrocontroller-Modul die aktuellen, auf eine frei wählbare geografische Region bezogenen Wetterdaten über seine WLAN-Schnittstelle zyklisch aus dem Internet herunter und bringt sie auf dem TFT-Display zur Anzeige. Voraussetzung für diesen Download ist, dass sich die Wetterstation im Empfangsbereich eines WLAN mit Zugang zum Internet befindet. Die Wetterdaten werden durch die Internet-Seite openweathermap.org zur Verfügung gestellt [4].

Neben kostenpflichtigen Zugriffsmöglichkeiten auf die Wetterdaten gibt es auch die Möglichkeit eines kostenlosen, jedoch hinsichtlich der Funktion eingeschränkten *Free*-Zugriffs.

Um Wetterdaten von der genannten Webseite herunterladen zu können, bedarf es eines benutzergebundenen API-Schlüssels (engl. *Application Programming Interface*). Nach dem Einrichten eines Benutzerkontos über *Sign in* bekommt man seinen individuellen API-Schlüssel per E-Mail zugeschickt. Die Einrichtung des Benutzerkontos gestaltet sich relativ ein-

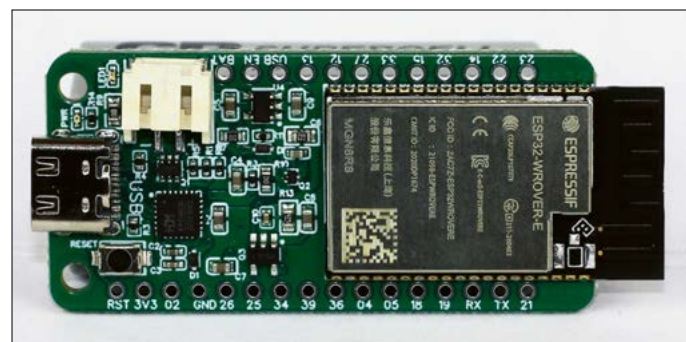


Bild 2:
Den Kern des Bausatzes bildete dieses Mikrocontroller-Modul vom Typ ESP32 ePulse Feather.

fach, da lediglich ein Benutzername, eine E-Mail-Adresse und ein Passwort anzugeben sind.

Laden der Software in VSC/PIO und erstes Einschalten

Die Dokumentation zum Bausatz beschreibt die Vorgehensweise beim Laden der Wetterstationssoftware in den Mikrocontroller. Als Programmierumgebung wird in der Beschreibung der frei verfügbare Microsoft-Editor *Visual Studio Code* (VSC) in Kombination mit der Erweiterung *PlatformIO* (PIO) verwendet.

Auf die Installation dieser Software auf einem PC wird in der Dokumentation des Bausatzes nicht eingegangen. Für ein erstes Kennenlernen dieser Programmierumgebung empfehle ich das (englischsprachige) Video von Andreas Spiess, HB9BLA. Dort beschreibt er die Vorteile

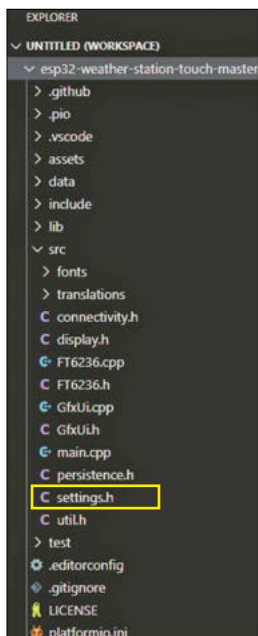


Bild 4: Projektverzeichnisstruktur der Wetterstationssoftware; im Unterverzeichnis *src* befindet sich die Datei *settings.h*.

von VSC/PIO gegenüber der *Arduino IDE*. Er erklärt auch deren Installation auf einem PC [5].

Für das Einbinden der zuvor heruntergeladenen Wetterstationssoftware in die Programmierumgebung von VSC/PIO bietet die Bausatzdokumentation zwei mögliche Vorgehensweisen an. Ich habe mich für das Herunterladen der im ZIP-Format gepackten Projektdatei entschieden. Den entpackten Inhalt habe ich anschließend in das Dateiverzeichnis kopiert, in dem *PlatformIO* seine Projekte ablegt. Der Pfad lautet allgemein *.../Dokumente/PlatformIO/Projects/*. Nach dem nächsten Programmstart zeigt VSC die Verzeichnisstruktur der Wetterstationssoftware an, Bild 4.

Bevor diese in den Mikrocontroller geladen wird, müssen noch folgende benut-

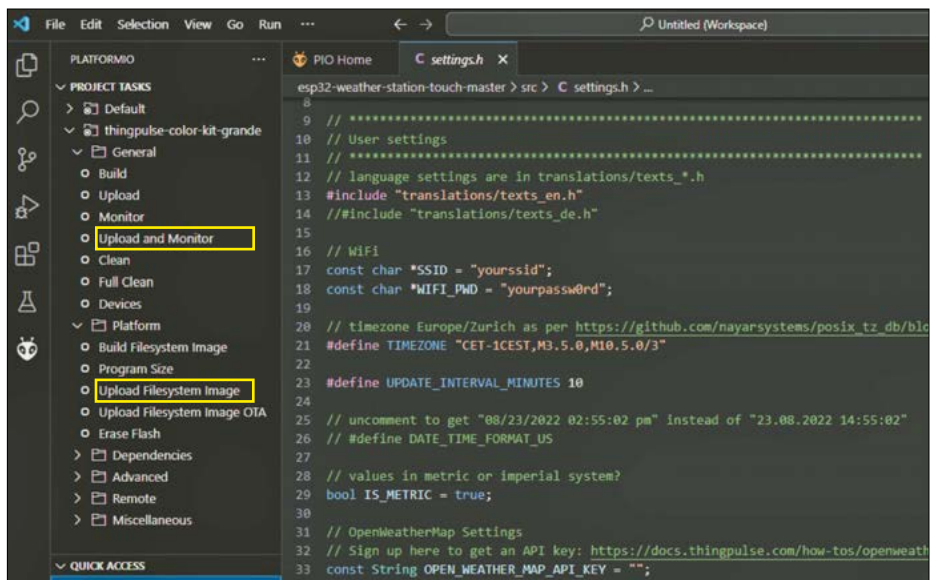


Bild 5: Hauptfenster der Programmierumgebung mit den *Build-Upload-Buttons*

zerspezifische Daten in die Datei *settings.h* (Bild 4) eingetragen werden:

- Sprache: Englisch (voreingestellt) oder Deutsch,
- Name (SSID) und Passwort des WLAN-Netzes, in das die Wetterstation eingebunden werden soll,
- persönlicher API-Key für den zyklischen Download der Wetterdaten von *openweathermap.org*,
- ID der geografischen Region (sechsstellige Zahl in der Adresszeile des Internetbrowsers) inklusive Bezeichnung der Region, für die die Wetterdaten angezeigt werden sollen; Beispiel für die Region Nürnberg: <https://openweathermap.org/city/2861650> – in diesem Fall wäre es die Zahl 2861650 aus der Adresszeile des Browsers, die in die Datei *settings.h* einzutragen ist.

Der Software-Upload in den Flash-Speicher des Mikrocontrollers erfolgt in zwei Schritten, Bild 5. Zuerst werden mit Klick auf die Zeile *Upload Filesystem Image* die Bitmap-Dateien mit den grafischen Wetterstations-Symbolen in den SPIFFS-Speicher (engl. *Serial Peripheral Interface Flash File System*) des Mikrocontrollers geladen. Anschließend startet

man mit dem Mausklick auf die Zeile *Upload and Monitor* den *Build-Prozess*, der mit dem Upload des kompilierten Programms in den Mikrocontroller endet. Unmittelbar im Anschluss führt der Mikrocontroller selbsttätig einen Neustart aus. Danach werden die Wetterdaten auf dem Display angezeigt.

Touch-Panel

Leider kommt bei der Wetterstation das ins Display integrierte Touch-Panel nicht zur Anwendung. Von der Software der Wetterstation wird aber dennoch eine zum Touch-Panel passende Software-Bibliothek [6] eingebunden. Außerdem beinhaltet die Software der Wetterstation einige Programmzeilen, die eine grundsätzliche Funktionsprüfung des Touch-Panels ermöglichen.

Mit den folgenden, vorübergehenden Änderungen in der Wetterstationssoftware konnte ich mich zumindest vergewissern, dass das Touch-Panel funktionierte. Zunächst war die „Auskommentierung“ der in Bild 6 abgebildeten Programmzeilen in der Datei *main.cpp* zu löschen. Hierfür mussten nur die beiden Schrägstriche jeweils zu Beginn dieser Zeilen entfernt

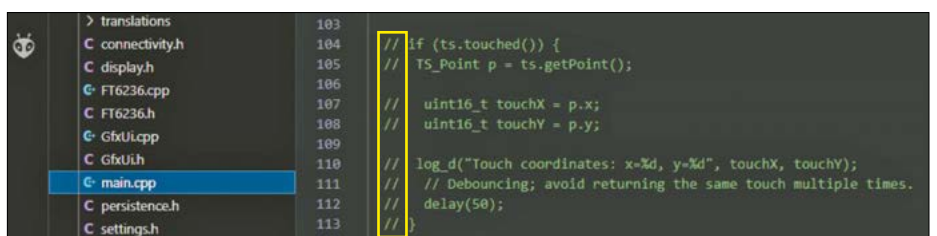
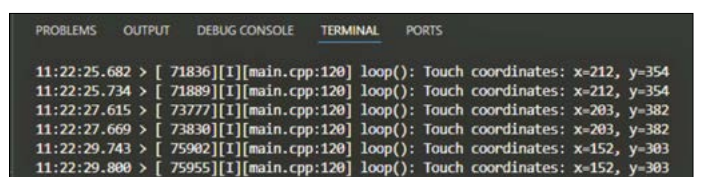


Bild 6: Für den Test des Touch-Panels zu löschende Auskommentierungen

Bild 7: Beispiel für die Terminalausgabe von x-y-Koordinaten beim Test des Touch-Panels



werden. Danach änderte ich den dort vorhandenen Ausdruck `log_d` in `log_i`. In die Datei `platformIO.ini` fügte ich anschließend die Zeile `-D TOUCH_CS=21` ein. Nach Durchführung dieser Änderungen war mittels Mausklick auf *Upload and Monitor* ein erneuter Build-Prozess zu starten. Danach werden im Terminal-Fenster von VSC bei jeder Berührung des Bildschirms die x- und y-Koordinaten der Display-Pixel der betreffenden Stelle ausgegeben, Bild 7.

Gehäuse

Für den Bausatz ist als optionales Zubehör ein passendes schwarzes *Resin*-Kunststoffgehäuse erhältlich. Alternativ zu diesem Fertiggehäuse bietet der Hersteller auf seiner Internetseite auch eine STL-Datei (engl. *Standard Triangle Language*) zum Herunterladen an [7]. Mit dieser und einem 3-D-Drucker kann man sich ein passgenaues Gehäuse selbst herstellen, Bild 8.

Außer in der Glätte der Gehäuseoberflächen und im verwendeten Material unterscheiden sich Fertig- und Selbstbaugeschäfte nicht. Die Passgenauigkeit des selbst gedruckten Gehäuses ist so gut, dass man von beiden Varianten jeweils die Gehäusenhälften problemlos zusammenfügen kann.

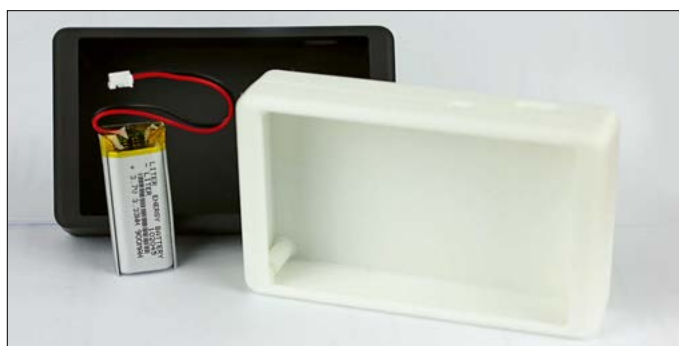
Im Fall des selbst hergestellten Gehäuses werden zusätzlich vier selbstschneidende Schrauben M2 × 7 mm benötigt, um die beiden Gehäusenhälften zusammenzufügen. Dies sollte man bei der Entscheidung für den Selbstbau des Gehäuses berücksichtigen. Besteht die Absicht, die Grove-Schnittstelle und/oder GPIO-Pins des Mikrocontrollers für andere Projekte zu verwenden, so müssen dafür zusätzliche Bohrungen oder Durchbrüche in die entsprechende Gehäusewand eingebracht werden. Die passenden Gehäuseöffnungen für den USB-C Stecker und den Ein/Aus-Schalter sind hingegen bereits vorhanden.

Für den ebenfalls als optionales Zubehör angebotenen Lithium-Polymer-Akkumulator 3,7 V/900 mAh existiert im Gehäuse kein separater Einbauraum. Zur Befestigung der Batterie bedarf es daher einer improvisierten Lösung. So wäre z. B. die Fixierung mithilfe von beidseitigem Klebeband denkbar.

Fazit und Tipps für die Praxis

Der vorgestellte Bausatz ermöglicht den Bau einer optisch ansprechenden Wetterstation, die die tagesaktuellen Wetterdaten wie Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windstärke/-richtung und

Bild 8:
Mit dem 3-D-Drucker hergestelltes Gehäuse für die Wetterstation; der Akkumulator wird in diesem Fall z. B. mithilfe von zweiseitigem Klebeband befestigt.



Grad der Bewölkung anzeigt. Dabei ist der Ort des betrachteten Wettergeschehens vom Nutzer frei wähl- bzw. parametrierbar. Darüber hinaus wird die Wettervorhersage für die kommenden vier Tage angezeigt, siehe Bild 9. Die zu diesem Zweck erforderlichen Wetterdaten werden alle 15 min aus dem Internet heruntergeladen.



Bild 9: Beispiel für die Wetterdatenanzeige auf dem Grafikdisplay

Der Zusammenbau des Bausatzes sowie das Laden der Software in den Speicher des Mikrocontrollers sollte an zwei Nachmittagen zu schaffen sein. Ich hatte zu Beginn Probleme beim erstmaligen Upload der Wetterstationssoftware mithilfe des Befehls *Upload Filesystem Image*. Deswegen an dieser Stelle noch drei Tipps: Es ist unbedingt darauf zu achten, dass vor dem Start des Uploads der Ein/Aus-Schalter der Wetterstation in der *Ein*-Stellung steht! Solange sich noch keine Software im Programmspeicher des Mikrocontrollers befindet, bleibt der Display-Bildschirm dunkel. Deshalb ist in diesem Fall der Betriebszustand der Station nicht auf Anhieb erkennbar.

Die Baudraten der COM-Schnittstelle von PC und USB-Interface der Wetterstation sind auf den jeweils gleichen Wert einzustellen. In der Datei `platformio.ini` gibt es

hierfür den Parameter `upload_speed`, der mit hoher Wahrscheinlichkeit angepasst werden muss.

Auf dem PC sollte auf jeden Fall der neueste Treiber für den im Bausatz eingesetzten USB/UART-Umsetzer geladen sein [8].

Mit dem Laden selbst erstellter Software in den Speicher des Mikrocontrollers kann die Hardware des Bausatzes auch für andere Projekte eingesetzt werden. Sie bietet dafür ein breites Anwendungsspektrum. Die Software der Wetterstation ist meines Erachtens ein guter Ausgangspunkt für eigene Anwendungen, da dort bereits die hardwarerelevanten Einstellungen vorgenommen werden. Auch die zur Hardware passenden Software-Bibliotheken inklusive ihrer Anwendung im Quelltext sind eine gute Basis für eigene Projekte.

Um sich einen Überblick über die Software der Wetterstation zu verschaffen, sind Kenntnisse in der Programmiersprache C++ erforderlich. Auch sollte man mit dem Umgang von *Visual Studio Code* und *PlatformIO* vertraut sein.

Abschließend möchte ich mich bei Herrn Daniel Eichhorn von *ThingPulse Ltd.* bedanken, der mich bei der Erstellung dieses Beitrags mit Rat und Tat unterstützt hat.

df8hq@web.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] ThingPulse Ltd.: ESP32 WiFi Color Display Kit Grande. <https://thingpulse.com> → Shop → Starter Kits → ESP32 WiFi Color Display Kit Grande
- [2] ThingPulse: ESP32 ePulse Feather – Mikrocontroller Modul. <https://thingpulse.com> → Shop → Dev Boards → ESP32 ePulse Feather
- [3] ThingPulse: Software für Wetterstation. <https://github.com/ThingPulse/esp32-weather-station-touch/archive/master.zip>
- [4] OpenWeather: <https://openweathermap.org>
- [5] Spiess, A., HB9BLA: PlatformIO for Arduino, ESP8266, and ESP32 Tutorial. www.youtube.com/watch?v=0poh_2rBq7E
- [6] Watts, D.: Touch IC library for Arduino IDE. <https://github.com/DustinWatts/FT6236>
- [7] ThingPulse: STL-Datei für 3-D-Druck des Gehäuses. <https://thingpulse.com/product/esp32-wifi-color-display-kit-grande> → 3D Printing → Download-Link im Text
- [8] Nanjing Qinheg Microelectronics: Driver & Tools – Treiber für USB-UART-Umsetzer CH9102F. www.wch-ic.com/downloads/category/30.html

Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Manche technischen Anlagen im Außenbereich benötigen Regendetektoren, um z. B. wasserempfindliche Technik mithilfe automatischer Schutz-einrichtungen vor Schaden zu bewahren. Dabei geht es weniger um die Erfassung der Regenmenge als vielmehr um die Frage, ob es zum aktuellen Zeitpunkt regnet oder nicht. Nachfolgend wird erläutert, welche Sensorverfahren sich dafür eignen und welche Vor- und Nachteile diese besitzen. An die in der Selbstbauanleitung beschriebene Auswertebaugruppe lassen sich kapazitive und optische Sensoren anschließen.

Ob Regen oder Schnee fällt oder fallen wird, lässt sich dem Wetterbericht oder diversen Wetter-Apps entnehmen. Diese erfassen jedoch immer ein relativ großes Gebiet. Selbst das genauer auflösende Wetterradar lässt keine genau zutreffenden Schlussfolgerungen zu, ob es Nieder-

gebungsgeräusche oder Vibrationen das Messergebnis verfälschen.

■ Widerstandsmessung

Die in Siemens pro Meter (S/m) angegebene elektrische Leitfähigkeit ist eine physikalische Materialeigenschaft und der

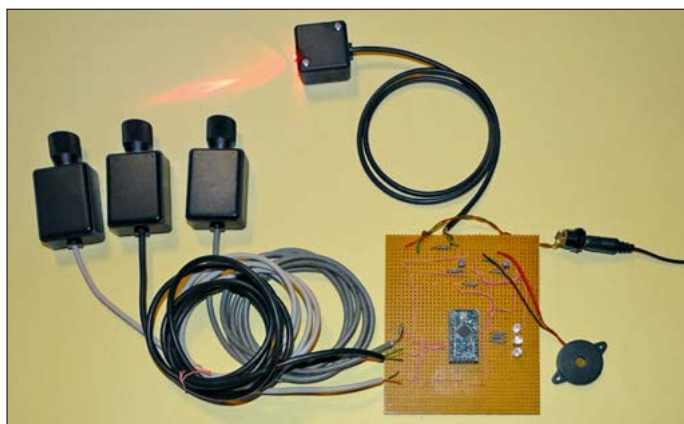


Bild 1:
Versuchsaufbau
mit einem drei
Fotodioden umfas-
senden optischen
Regensensor; als
Lichtquelle dient
eine ausreichend
stark bündelnde,
rot leuchtende LED.

Foto: Sander

schläge gibt oder geben wird. Abhilfe schafft nur ein Warnsystem vor Ort. Zur Erkennung von Niederschlägen aller Art gibt es seit Jahrzehnten Sensoren, die auf Basis unterschiedlicher physikalischer Effekte funktionieren. Die nachfolgende Erläuterung ihrer Eigenschaften soll dazu dienen, die zum Einsatzzweck passende Version auszuwählen.

■ Messverfahren mit Schall

Das wohl einfachste Verfahren ist die Schallmessung. Den zugrunde liegenden Effekt bemerkt man bereits auf der Fensterbank. Treffen dort große Regentropfen auf, ist das oft schon in der Wohnung wahrnehmbar. Auf dieser Basis wurde ein Regensensor entwickelt. In einer Metallhalbkugel befindet sich ein akustischer Sensor, der die Aufschläge der Regentropfen erkennt und signalisiert. Vorteilhaft ist die geringe Stromaufnahme dieser Konstruktion. Doch die Empfindlichkeit nimmt ab, je kleiner die Tropfen werden. Außerdem können stärkere Um-

kehrwert des ohmschen Widerstands. Chemisch reines Wasser besitzt eine Leitfähigkeit von nur $5,5 \mu\text{S/m}$, ist also schlecht leitfähig. Grundwasser enthält jedoch unterschiedliche Mineralien. Bei sauberem Trinkwasser liegt die Leitfähigkeit im Bereich von 5 mS/m bis 50 mS/m . Ohne Staubpartikel in der Luft würde es nicht regnen. An diesen Partikeln kondensiert die Luftfeuchtigkeit und es bilden sich Regentropfen oder Schneeflocken. Diese schließen die Partikel somit ein, was die Leitfähigkeit erhöht. Diese Eigenschaft lässt sich zur Messung von Regen oder Schnee nutzen. Eine einfache Variante ist die Widerstandsmessung, für die in Bild 2 ein dementsprechend arbeitender Regensensor dargestellt ist. Auf einer nicht leitenden Platte sind in einer Reihe mehrere Metallkontakte angebracht. Hierbei sollte ein Metall verwendet werden, das nicht oder nur sehr langsam oxidiert. Im Beispiel sind nur sechs Kontakte vorhanden, die zu den Abgriffen der aus R2

bis R6 bestehenden und zusammen mit R1 einen Spannungsteiler bildenden Widerstandskette führen. Ein auf zwei im oberen Bereich treffender Tropfen schließt den Widerstand dazwischen praktisch kurz, was an einer kurzzeitigen Widerstands- und Ausgangsspannungsänderung erkennbar ist.

Steht die Kontaktreihe zusätzlich in einem oben offenen Behälter mit kleinem Ablauf, lässt sich anhand der im unteren Bereich überbrückten Widerstände messen, wie hoch das Wasser im Behälter steht, und daraus schlussfolgern, wie stark es regnet.

■ Kapazitive Messung

Alternativ zur Widerstandsmessung ist auch die Messung der Kapazität möglich. Wie in Bild 3 dargestellt, sind auf die Unterseite der schräg stehenden, isolierenden Platte Metallstreifen aufgeklebt. Direkt nebeneinanderliegende Streifen bilden jeweils einen Kondensator. Bewegt sich ein auf die Platte getroffener Regentropfen an diesem vorbei, verändert sich dessen Kapazität.

Es ist nicht erforderlich, einzelne Metallstreifen aufzubringen und deren Kapazitätsänderungen auszuwerten. Als Vorteil hat es sich erwiesen, zwei kammartig ineinandergreifende Metallflächen zu verwenden, die dann einen Kondensator bilden. Durch die Messung der Kapazität ist Regen erkennbar und in gewissen Grenzen auch Schnee.

Auch bei diesem Messverfahren ist eine schräge Aufstellung sinnvoll. Dann steht der Regen nicht auf der Fläche, sondern läuft herunter. Problematischer gestaltet sich dies bei Schnee, da dieser bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt trotz schräger Platte haften bleibt. Auch gefrierender Regen verhindert weitere Messungen. Deshalb beheizt man solche Sensoren. Beim Widerstandsmessverfahren ist dazu auf der Rückseite der Platte eine Heizfolie anzuordnen. Diese besteht aus einem langen Widerstandsdraht, der in die temperaturfeste Folie eingebaut ist. Bei der kapazitiven Messung darf eine solche Heizfolie nicht direkt an der Sensorfläche angebracht werden, denn die Metalldrähte in der Folie haben einen stärkeren kapazitiven Einfluss als der Niederschlag. Vorteilhafter ist es, Heizdrähte auf dem Boden und an der Rückwand des ohnehin erforderlichen Sensorgehäuses anzuordnen. Auf diese Weise erwärmen sich auch die Elektroden. Der darüber liegende Schnee schmilzt und anhaftendes Wasser verdunstet langsam. Die Heizung muss nicht besonders stark sein,

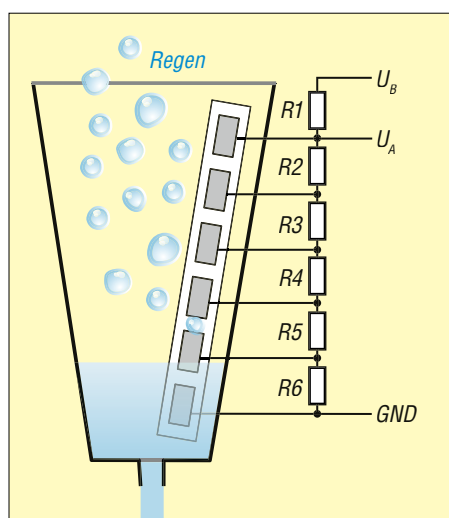


Bild 2: Aufbau eines Regensensors nach dem Widerstandsmessverfahren

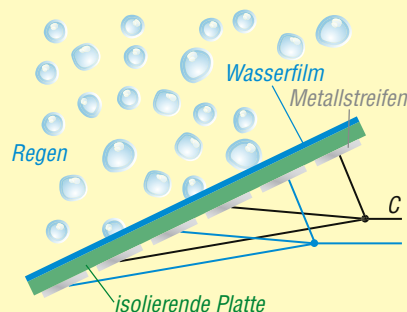


Bild 3: Wasser ändert die Kapazität zwischen den Elektroden.

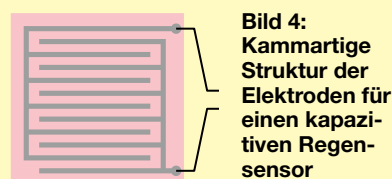


Bild 4: Kammartige Struktur der Elektroden für einen kapazitiven Regensensor

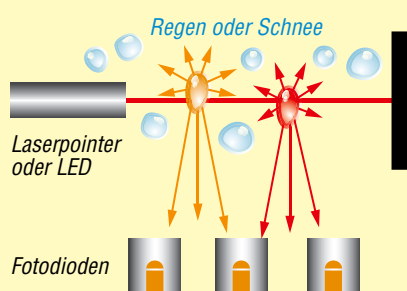


Bild 5: Beim optischen Regensensor leuchten die Tropfen im Lichtstrahl auf.

sollte aber schon beim ersten Regentropfen eingeschaltet werden.

Ein weiterer Nachteil ist den genannten Messverfahren eigen: Auf den Sensorplatten sammeln sich mit der Zeit kleine Staubpartikel, die entweder aus dem Niederschlag stammen oder direkt dorthin gelangt sind. Da der sich bildende Film leitfähig ist, beeinflusst er das Messergebnis. Daher sind die Sensorplatten regelmäßig zu reinigen.

Regensensoren, die sich der Messung des Widerstands oder der Kapazität bedienen, lassen sich relativ einfach selbst herstellen.

In Bild 4 ist ein solcher Sensor dargestellt. Auf einer nicht leitfähigen Platte sind Leiterzüge aus nicht korrodierendem Metall angeordnet. Es genügt, dafür kupferkaschiertes Leiterplattenmaterial zu verwenden, am besten FR4, da dies keine Feuchtigkeit aufnimmt. Die Leiterzüge lassen sich durch Fräsen oder Ätzen herstellen. Besonders für die Widerstandsmessung ist es sinnvoll, die Kupferleiterzüge anschließend zu versilbern, um die Bildung einer Oxidschicht zu verhindern. Dies ist beispielsweise mit Leitsilber von Hand möglich. Wer möchte, kann sich auch gleich eine Platine vom kommerziellen Hersteller mit einem Goldüberzug versehen lassen.

Wird bei der Messung auf Widerstandsbasis statt der Kontaktreihe die kammartige Struktur wie bei der Kapazitätsmessung verwendet, kann der Spannungsteiler entfallen. Dann ist nur ein Kontaktpaar vorhanden und der Widerstand direkt messbar. Zur Messung nach dem kapazitiven Verfahren ist vor der Sensor- eine Glasplatte anzuordnen.

■ Optisches Messverfahren

Das optische Verfahren funktioniert sehr zuverlässig, da Verschmutzungen nahezu ausgeschlossen sind. Deshalb nutzt man es auch für spezielle Gassensoren. In [1] habe ich dieses Verfahren zur Erzeugung von Tönen verwendet, die Funktion ähnelte einem Theremin.

Das optische Prinzip ist in Bild 5 dargestellt. Ein Laserpointer gibt einen scharf gebündelten Lichtstrahl aus. Dieser trifft auf der Gegenseite auf eine nicht reflektierende schwarze Platte. Sobald ein Regentropfen in den Laserstrahl gelangt, dringt Licht in ihn ein und er leuchtet auf. Dieses Leuchten registrieren die daneben angeordneten Fotodioden. Auf diese Weise ist das Erkennen von Regentropfen und Schneeflocken möglich. Zum Detektieren von Niederschlag sind meist kurze Strecken im Bereich von etwa 20 cm ausreichend.

Geeignet sind LEDs mit schmalen Strahlungswinkel, da diese in der Regel bei relativ geringem Strom bereits eine hohe optische Strahlungsstärke aufweisen. Trotzdem sollte deren Abstand zur schwarzen Platte kürzer als bei der beim Laser sein. Ratsam ist es außerdem, mehrere Laserpointer oder LEDs nebeneinander anzuordnen, um so die Quote der Treffer auf Regentropfen zu erhöhen.

Die zum Erkennen der aufleuchtenden Tropfen genutzten Fotodioden müssen so positioniert sein, dass sie zu keiner Tages- oder Jahreszeit Sonnenlicht oder eine andere Lichtquelle direkt trifft. Ratsam ist deren Einbau am Ende kleiner Röhrchen. Um Fehlauflösungen zusätzlich zu minimieren, ist ein in der Natur nicht vorkommendes, impulsmoduliertes optisches Signal auszugeben. Nur wenn das empfangene Signal ebenfalls impulsmoduliert ist, kann eine störende Lichtquelle ausgeschlossen werden.

■ Kapazitiver Regensensor

Die Kapazitätsmessung kann beispielsweise mithilfe eines Impulsgenerators erfolgen, dessen Frequenz sich abhängig von der Kapazität eines Kondensators ändert. Die einfache Schaltung in Bild 6 basiert auf dem NE555 [2]. Dieser arbeitet als astabiler Multivibrator, der ein digitales Ausgangssignal liefert. Die Funktion wird durch den Lade- und Entladevorgang eines Kondensators periodisch immer wieder neu gestartet. Die Frequenz ist abhängig vom Kondensator C1 sowie den Widerständen R1 und R2.

Die Elektroden des kapazitiv arbeitenden Regensensors sind an X1 zu C1 parallelgeschaltet. Ändert sich die Gesamtkapazität, führt das zu einer Änderung der Frequenz. Dieses Verfahren funktioniert selbst bei Kapazitätsänderungen im Pico-farad-Bereich ausreichend genau. Die am Ausgang X2 angeschlossene Auswerteschaltung, siehe weiter unten, erzeugt anhand der Frequenz des Signals eine Zahl, die dem Wert der Kapazität entspricht. Eine genaue Berechnung der Kapazität ist für diese Anwendung nicht notwendig. Für den Regensensor ist eine Betriebsspannung von 5 V erforderlich. Diese wird über X2 von der Auswerteschaltung bereitgestellt.

■ Optischer Regensensor

Die Auswerteschaltung in Bild 8 gibt über eine LED ein impulsmoduliertes Lichtsignal aus. Zum Empfang des an Regentropfen reflektierten Lichts wird die Schaltung des in Bild 7 dargestellten Regensensormoduls verwendet. An X1 ist eine Fotodiode angeschlossen. Der Operationsverstärker TLC271D arbeitet als Transimpedanzverstärker. Bei einer Reflexion am Regentropfen fällt Licht auf die Fotodiode, die dann einen geringen Stromfluss generiert.

IC1 setzt den verstärkten Strom in eine Ausgangsspannung um. Zur vereinfachten Auswertung des empfangenen, impulsmodulierten Signals ist dem Opera-

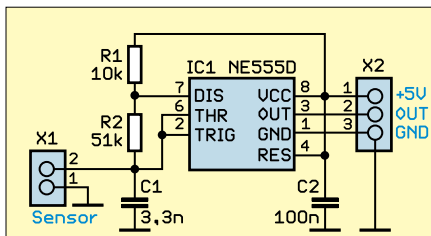


Bild 6: Stromlaufplan des kapazitiven Regensors; der NE555 arbeitet als einstellbarer Impulsgenerator.

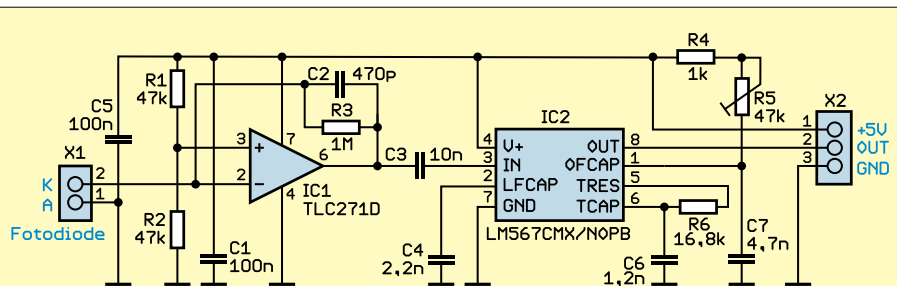


Bild 7: Stromlaufplan des optischen Regensors mit einer Fotodiode

tionsverstärker ein Tondecoder-Schaltkreis IC2 nachgeschaltet, hier der LM567CMX. Dessen Funktion ist ausführlich in [3] erklärt. Daher hier nur kurz etwas über die Arbeitsweise: Mittels R5 ist die Frequenz einzustellen, die der gesendeten Impulsfrequenz entspricht. Wird beim Empfang genau diese Frequenz erkannt, gibt der Ausgang (OUT, Pin 8) des LM567CMX ein Schaltsignal aus, das über X2 zur Auswerteschaltung gelangt. Trifft unmoduliertes Licht auf die Fotodiode oder stimmt dessen Modulationsfrequenz nicht mit dem vorgegebenen Wert überein, wird kein Schaltsignal ausgegeben. Um die Trefferquote des Lichts auf Regentropfen zu erhöhen, ist es ratsam, nicht nur einen Sensor an das Auswertemodul anzuschließen. Letzteres ist für die Auswertung von drei Sensoren vorbereitet. Auch diese Schaltung wird mit 5 V versorgt, die die Auswertebaugruppe über X2 liefert.

Auswerteschaltung

An das möglichst universell ausgelegte Auswertemodul lassen sich sowohl ein kapazitiver Regensor als auch drei optisch arbeitende Sensoren anschließen. In Bild 8 ist dessen Schaltung dargestellt. Als Mikrocontroller findet der ATmega 328 Verwendung, der mit 16 MHz getaktet wird. Die drei optischen Regensensoren sind an X1 anzuschließen. Die zugeordneten Eingänge PC0 bis PC2 des Mikrocontrollers sind als digitale Eingänge initialisiert. Der Anschluss des kapazitiven Regensors erfolgt an X4. Für die optische Regenenerkennung gibt der Mikrocontroller an PB1 ein Impulssignal aus. Mit diesem wird über den Transistor T3 die LED angesteuert. R11 ist der erforderliche Vorwiderstand. Für die LED ist der Typ C503B-RAN-CA0B0AA1 mit 5 mm Durchmesser gut geeignet. Diese LED leuchtet rot bei 624 nm Wellenlänge und hat einen Abstrahlwinkel von 15°. Bei einem Flussstrom von 30 mA ist die Strahlungsstärke mit 12 cd (Candela) sehr hell.

Die Regenwarnung erfolgt über den Ausgang PB0. Dort wird ein Impulssignal ausgegeben, dessen Frequenz im hörbaren Bereich liegt. Der Transistor T1 steuert den an X5 angeschlossenen Piezosummer an. Zusätzlich lassen sich über LED1, LED2 und LED3 an den Pins PD5 bis PD7 des Mikrocontrollers Statusinformationen ausgeben. Dazu im Abschnitt *Firmware* mehr. Wie bereits anfangs erwähnt, ist es bei kapazitiven Sensoren ratsam, das Gehäuse bei Regen von innen zu erwärmen. Dann verdunstet der auf der äußeren Sensorfläche entstehende Feuchtigkeitsfilm schneller. Zur Ansteuerung der Heizfolie ist das Relais REL1 vorgesehen. Die Spannungsversorgung für die Heizfolie ist separat bereitzustellen. Und hier zeigt sich ein potenzieller Nachteil des kapazitiven Regensors. Die

Heizleistung lässt sich nicht beliebig erhöhen, um so unter allen Witterungsbedingungen eine Ablagerung von Eis oder Schnee wirksam zu verhindern. Wenn sich das Gehäuse nicht ausreichend erwärmt, stößt der kapazitive Sensor an seine Einsatzgrenzen. Um das Auswertemodul möglichst universell verwenden zu können, habe ich an X3 eine UART-Schnittstelle vorgesehen. Dort ist der Anschluss von RS485-Modulen möglich, die die Übertragung des Warnsignals per Kabel über relativ große Entfernungen ermöglichen. Ebenso lassen sich dort Funkmodule anschließen. Wenn diese mit 3,3 V arbeiten, ist zusätzlich ein Pegelwandler erforderlich, denn die UART-Schnittstellenpegel liegen bei 5 V. Die Auswerteschaltung ist mit 5 V zu versorgen. Dafür sind handelsübliche 5-V-

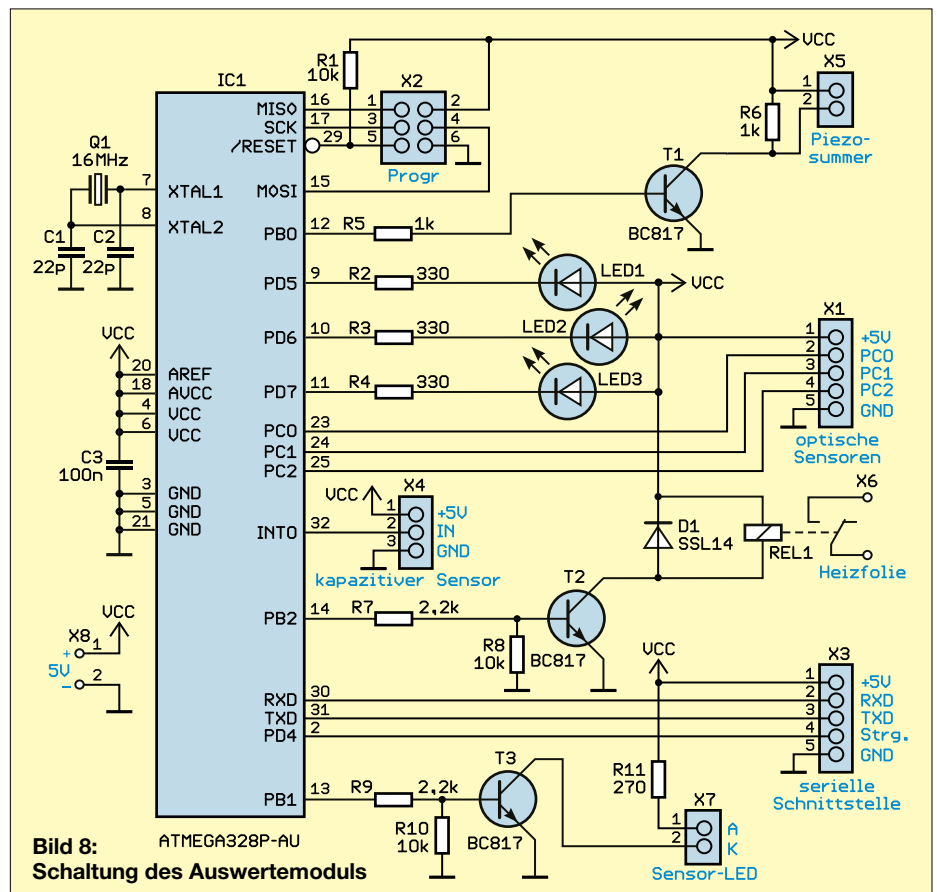


Bild 8: Schaltung des Auswertemoduls

Steckernetzteile verwendbar. Soll ein Akkumulator zum Einsatz kommen, sind ein Spannungsregler vorzusehen und der Ladezustand zu überwachen.

Firmware

Die Firmware für den Mikrocontroller ATmega328P-AU habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Sie liest die Signale des kapazitiven Sensors und der optischen Sensoren ein. Liegt am Pin 2 des Steckverbinders X4 ein Impulssignal an, deutet die Firmware dies als das Signal des kapazitiven Sensors und arbeitet die zugehörige Auswertung ab. Ist der kapazitive Sensor nicht angeschlossen, liegt aufgrund des internen Pull-up-Widerstands High-Potenzial an INT0 und die Firmware kann gleich zur Auswertung der optischen Sensoren springen. Die Erkennung, ob ein optischer Sensor angeschlossen ist, muss nicht erfolgen, denn das Signal ohne Sensor entspricht dem ohne Regen.

Beim kapazitiven Sensor wird die empfangene Impulsfrequenz gemessen. Für die Kalibrierung ist es ausreichend, den Sensor so abzudecken, dass ihn kein Niederschlag trifft. Der beim erstmaligen Einschalten anhand der Frequenz ermittelte Betrag wird als Kalibrierwert abgespeichert und steht somit bei einem Neustart wieder zur Verfügung. Sollte eine erneute Kalibrierung erforderlich sein, ist das Auswertemodul einmal ohne angeschlossenen kapazitiven Sensor zu starten. Dann wird aufgrund des fehlenden Impulssignals der alte Kalibrierwert gelöscht und nach dem erneuten Einschalten ein neuer Wert festgelegt.

Für den kapazitiven Sensor ist der Einsatz der Heizfolie sinnvoll. Die Firmware schaltet die Heizung erst ein, wenn sich die Kapazität durch auftreffenden Niederschlag geändert hat. Das Ausschalten erfolgt, wenn der während der Kalibrierung eingestellte Standardwert unterschritten

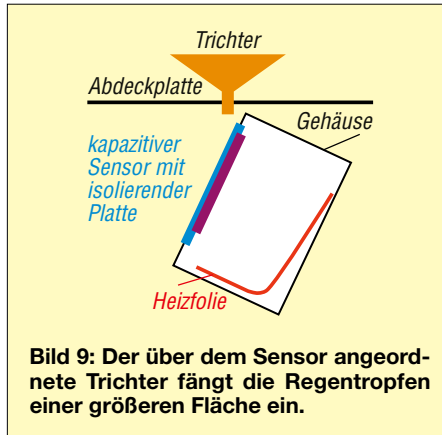


Bild 9: Der über dem Sensor angeordnete Trichter fängt die Regentropfen einer größeren Fläche ein.

wurde, die Oberfläche des Sensors also abgetrocknet ist.

Für das optische Verfahren wird über den integrierten Timer eine 5-kHz-Impulsfolge generiert und an PB1 ausgegeben. Statusinformationen liefern LED1 bis LED3. LED1 leuchtet, wenn es leicht regnet. Bei mittlerer Regenstärke leuchtet zusätzlich LED2. Ist der Regen sehr stark, sind alle drei LEDs eingeschaltet. Zusätzlich wird über den zweiten Timer des Mikrocontrollers ein Tonsignal zur Warnung erzeugt, sobald der Regen einsetzt. Um einen meist nervenden Dauerton zu vermeiden, steuert die Firmware den Timer nur jeweils kurz im Abstand einiger Sekunden an. Bei leichtem Regen beträgt der Abstand etwa 3 s, bei starkem Regen hingegen 1 s.

Nachbau

Für die Baugruppen des Regendetektorsystems habe ich drei Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage sind sie bei [4] einzeln oder als Bausatz, das Auswertemodul mit programmiertem Mikrocontroller bestückt, erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

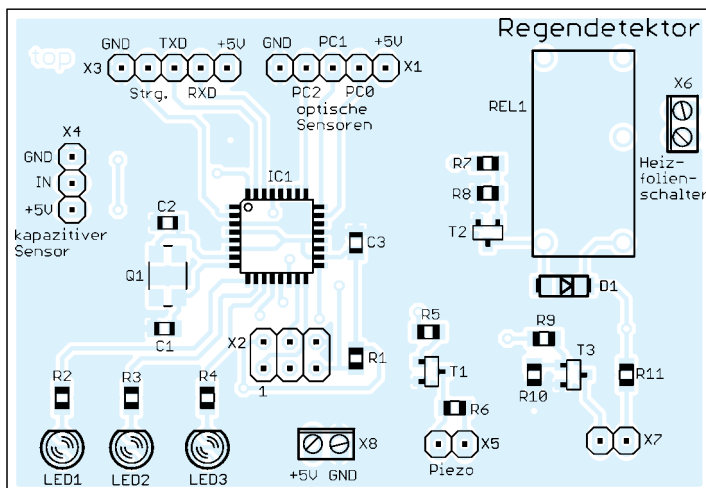


Bild 10: Bestückungsplan der Auswerteeinheit (Originalabmessungen 68 mm x 47 mm) und ...

... des kapazitiven Regensensors; Originalabmessungen 30 mm x 16 mm

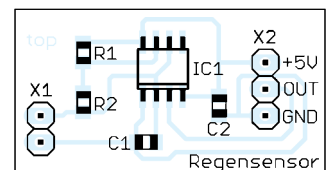
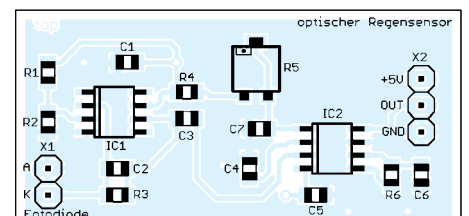


Bild 11: ... des kapazitiven Regensensors; Originalabmessungen 30 mm x 16 mm

Bild 12: Bestückungsplan des optischen Regensensors; Originalabmessungen 43 mm x 21 mm



Die Bestückungspläne sind in den Bildern 10 bis 12 dargestellt. Die Platine des kapazitiven Regensensors ist einseitig kupferkaschiert, die anderen beiden zweiseitig. Alle drei Platinen sind überwiegend mit SMD-Bauelementen zu bestücken, siehe [3].

Ein Zusatz, der sich für die beiden beschriebenen Sensoren eignet, ist in Bild 9 dargestellt. Ein über dem jeweiligen Sensor angeordneter Trichter fängt die Regentropfen auf und leitet sie zum Sensor. Doch dieser versagt, wenn Schnee im Trichter liegenbleibt oder Regen gefriert.

Beim Einbau der Heizfolie in das Gehäuse des kapazitiven Sensors ist ein Abstand von 20 mm bis 30 mm zur Sensorplatte einzuhalten. Anderenfalls beeinflusst die Heizfolie die Kapazität zu stark. Für erste Versuche genügt es, die kammartige Struktur des Sensors auf einer Lochrasterplatine mit versilberten Drähten nachzubauen. Eine quadratische Sensorplatte sollte 50 mm x 50 mm groß sein, eine rechteckförmige 20 mm x 100 mm.

Beim Aufbau des optischen Sensorsystems sollte man unbedingt die beim *Optischen Messverfahren* genannten Röhren zum Einbau der Fotodioden verwenden und diese in 20 mm bis 30 mm seitlich zum Lichtstahl der LED anordnen.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Elektronischer Wassermelder mit kapazitiven Sensoren. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 8, S. 628–630
- [2] Sander, K.: Timer-IC NE555 – seit 50 Jahren ein bewährtes Multitalent. FUNKAMATEUR 71 (2022) H. 2, S. 122–124
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871
- [4] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [5] Sander, K.: Regenorgel – oder: Wassertropfen als Tonauslöser. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 7, S. 582–585
- [6] Sander, K.: Störsichere Auswertung analoger Signale mit einem Tondecoder. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 11, S. 880–882

Alternative Firmware für den QRP-KW-Transceiver Xiegu X6100

RALF BLAUERMEL – DM3BL

Einige Funkgeräte ermöglichen es, ihren Funktionsumfang per Software-Update zu ändern. Manchmal ist es auch gestattet, anstelle der Firmware des Herstellers Entwicklungen Dritter zu verwenden. Nachfolgend wird die Installation eines solchen Updates für den Xiegu X6100 erläutert.

Die Markteinführung des QRP-KW-Transceivers X6100 des chinesischen Herstellers Xiegu liegt bereits einige Jahre zurück. Zu diesem Zeitpunkt besaß das kleinformatige Funkgerät aufgrund der Integration von Akkumulator, Antennentuner, PTT-Taste und Mikrofon in das Gehäuse ein Alleinstellungsmerkmal. Hiermit eroberte sich Xiegu im mittleren Preissegment rasch eine Fangemeinde. Firmware-Updates seitens des Herstellers gab es seit dem Verkaufsstart zwar einige, inzwischen

Vorliegen neuer Beiträge in den Diskussionsgruppen benachrichtigen lassen. Auf Fehlermeldungen und Anregungen reagiert diese Community oftmals sehr schnell mit entsprechenden Updates. Die aktuelle Firmware-Version lautet 0.28.0 [3]. Bereits seit der Version 0.26.0 ist WLAN verfügbar.

Die erste Zahl der Versionsangabe kennzeichnet die Hauptversion (*major release*). Die zweite steht für eine Unterversion (*minor release*), in der neue Funktionen



Bild 1:
Die alternative Firmware erweitert den Xiegu X6100 z. B. um eine Decoderfunktion für CW-Signale.

Fotos: DM3BL

jedoch immer weniger. Mittlerweile ist mit dem X6200 ein Nachfolgemodell erhältlich und ich vermute, dass sich die Softwareentwicklung auf dieses konzentriert.

■ Herstellerfremde Firmware

Der X6100 lässt sich nicht nur mit der auf Linux basierenden Firmware des Herstellers, sondern auch mit Entwicklungen Dritter betreiben. Oleg Belousov, RICBU, entwickelte eine inzwischen weit verbreitete alternative Firmware. Auf seiner Website [1] sind die Versionen von 0.14.0 bis 0.20.1 verfügbar. Nach letzterer hat sich Oleg leider entschlossen, diese Arbeit nicht fortzusetzen und seine Ressourcen stattdessen auf die Entwicklung eines eigenen Gerätes zu konzentrieren.

Die danach folgenden Firmwareversionen für den X6100 sind auf den überwiegend englischsprachigen Diskussionsgruppen bei [2] verfügbar und dokumentiert. Das Lesen der Beiträge ist ohne Einschränkungen möglich. Um jedoch eigene Kommentare oder Fragen einbringen zu können, ist eine kostenlose Registrierung erforderlich. Wer möchte, kann sich dann auch regelmäßig per E-Mail über das

hinzugekommen sind. Mit der dritten Zahl werden sehr kleine Änderungen (*Patches*) kenntlich gemacht, welche u. a. auch Fehlerbehebungen enthalten. Diese Ziffernfolgen erhalten oftmals noch Ergänzungen wie *Alpha* (sehr früher Entwicklungsstand), *Beta* (nur für Tests) oder *RC* bzw. *Release Candidate* (letzte Version der Beta-Version). Anwender, die sich nicht an der Firmware-Entwicklung beteiligen wollen, sollten die auf die RC-Version folgende für ein Update nutzen.

■ Installation

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf Windows 10 oder 11.



Bild 2: Nutzung des Xiegu X6100 für FT8

Die neue Firmware ist auf eine Micro-SDHC-Karte zu übertragen. Hierzu verwende ich eine Ausführung mit 32 GB Speicherplatz; kleinere werden vermutlich ebenso funktionieren. Vorteil einer Speicherkarte ist, dass die originale Xiegu-Firmware unverändert auf dem Gerät verbleibt.

Es ist empfehlenswert, die Speicherkarte vor dem Aufspielen der neuen Firmware zu formatieren, z. B. mit dem Programm *SD-Formatter* [4]. Danach lässt sich das entpackte Firmware-Image mittels eines Programms wie *Win32 Disk Imager* [5] oder *balenaEtcher* [6] auf die Karte schreiben. Letzteres ist sowohl für Windows als auch für macOS und Linux verfügbar.

Nach erfolgreichem Schreibvorgang öffnet sich ein Dateixplorer-Fenster, welches den Inhalt der Karte anzeigt. Anders als Linux oder macOS erkennt Windows jedoch nicht alle Teile der Linux-Partitionen und möchte diese Bereiche formatieren. Diese Meldung ist zu ignorieren.

Da insbesondere bei linuxbasierten Dateisystemen das Entfernen der Karte im laufenden Betrieb zu Datenverlust oder sogar Schäden am Dateisystem führen kann, ist diese nach Übertragung des Images über die Funktion *Auswerfen* vom System abzumelden und erst dann herauszuziehen. Bei der späteren Verwendung der Karte im Transceiver ist dieser vor der Entnahme bzw. dem Einstecken auszuschalten.

■ Start der alternativen Firmware

Nach dem Einschalten startet der X6100 mit der neuen Firmware und es erscheint das Logo von RICBU. Parallel dazu erfolgen noch einige Änderungen am Dateisystem der Karte, in deren Zuge die Partition *DATA* angelegt wird. Hier hinein schreibt der Transceiver später die Benutzereinstellungen, welche man sich zum Zweck der Datensicherung an einen sicheren Ort kopieren sollte. Dies ist insbesondere deshalb zu empfehlen, da bei einem späteren Firmware-Update die Karte vollständig überschrieben wird.

Um die gesicherten Einstellungen in einem solchen Fall wiederherzustellen, geht man wie bei der Erstinstallation vor und

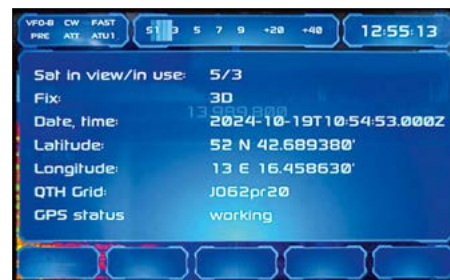


Bild 3: Anzeige der GPS-Daten

kopiert anschließend die Sicherungsdaten in das Laufwerk DATA. Wird der X6100 danach von der Karte gestartet, sollten alle Benutzereinstellungen wieder verfügbar sein. Gelegentlich werden kleine Updates angeboten, welche als gepackte Datei lediglich in das DATA-Laufwerk zu kopieren sind. Die Installation erfolgt dann automatisch nach dem nächsten Einschalten des Transceivers. Möchte man mit der Original-Firmware von Xiegu starten, ist die Speicherkarte vorher zu entfernen.

■ Erste Schritte

Gegenüber dem Original fällt die geänderte Darstellung im Display auf. Die neue Bedienung ist anfangs gewöhnungsbedürftig. Dies betrifft u. a. die Funktionen der Tasten und des Handmikrofons. Aber auch zusätzliche Leistungsmerkmale stehen zur Verfügung. Die Hauptbedienung erfolgt mittels der Knöpfe *VOL-SQL-RFG* und *MFK* sowie der *Tasten* unterhalb des Displays, über die sich kontextbezogene Funktionen schalten lassen. Beim Einstellen der Frequenz wechselt der Transceiver automatisch in die zum Bereich passende Sendart (CW, USB, LSB);

eine manuelle Auswahl ist jedoch weiterhin möglich. Unterhalb der Frequenzanzeige befindet sich das Wasserfall-Diagramm. Bei CW-Betrieb schließt sich darunter der Ausgabebereich des gut funktionierenden Decoders an, welcher den Text in der gesamten Displaybreite darstellt, Bild 1. Wer dies nicht möchte, kann diese Funktion im Menü abschalten.

Die neue Firmware des X6100 unterstützt nun digitale Sendarten wie FT4, FT8 (Bild 2) und RTTY. Zum Testen des RTTY-Decoders lassen sich beispielsweise die *DWD-Wettermeldungen* auf 10 100 kHz heranziehen (50 Bd, Shift 225 kHz). Zur Synchronisation der Uhrzeit und für die Anzeige des Locators ist ein GPS-Empfänger wie der GY-GPS6MV2 mit NEO-6M oder GY-NEO6MV2 mit EEPROM APM 2 an die USB-C-Buchse anschließbar. Vermutlich funktionieren auch noch andere USB-GPS-Module; meine Kombination stammt aus der Bastelkiste. Je nach Modell sind gegebenenfalls ein USB/TTL- und ein USB-C-Adapter erforderlich. Bei einem entsprechend empfindlichen GPS-Chipsatz ist der Empfang auch innerhalb von Gebäuden möglich.

■ Fazit

Der Aufwand für die Installation einer alternativen Firmware für den X6100 ist überschaubar, sodass sich auf weiteren Karten auch Alpha- oder Beta-Releases der Firmware gefahrlos vorab testen und vergleichen lassen. Ein wesentlicher Vorteil bei der Verwendung einer Karte besteht darin, dass die herstellereigene Firmware unverändert zur Verfügung steht.

Eine detaillierte Anleitung für die Installation der alternativen Firmware und die Inbetriebnahme des X6100 ist im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de verfügbar.

dm3bl@bunker-und-mehr.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Belousov, O., RC1BU. www.r1cbu.ru
- [2] Groups.io: Xiegu X6100 HF/50MHz Transceiver (OFFICIALLY). <https://groups.io/g/x6100>
- [3] Dyuldin, G.: SX6100 GUI. https://github.com/gdyuldin/x6100_gui/releases
- [4] Heise Online: SD Memory Card Formatter 5.0.2 www.heise.de/download/product/sd-formatter-74314
- [5] Heise Online: Win32 Disk Imager. www.heise.de/download/product/win32-disk-imager-92033
- [6] Heise Online: balenaEtcher. www.heise.de/download/product/etcher

Witterungsgeschützte Spulen

Zur Kompensation der induktiven Komponente elektrisch zu kurzer Antennen verwendet man eine sogenannte *Verlängerungsspule*. Auch meine endgespeiste Halbwellenantenne benötigt eine solche

ren, wodurch die Antenne nicht mehr im gewünschten Frequenzbereich resonant ist. Schnee kann sich mit gleicher Wirkung auch innerhalb des Spulenkörpers ansammeln.

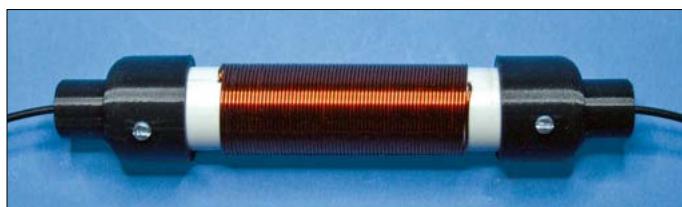


Bild 1:
Verlängerungsspule
mit Kappen aus
PLA-Filament

Fotos: DC8FG

Kompensationsmaßnahme für die Resonanz auf dem 40-m-Band. Die Induktivität beträgt 34 μ H. Dieser Wert lässt sich z. B. mit 66 Wdg. 1-mm-Kupferlackdraht auf FPKU-Installationsrohr von 25 mm Durchmesser erreichen.

Die Konstruktionen vieler sowohl kommerzieller als auch selbst gefertigter Spulen sehen freiliegende Anschlüsse für den Antennendraht vor. Zudem sind die Enden des Spulenträgers oft nicht verschlossen. Daraus ergeben sich möglicherweise zwei Probleme: Die unvermeidliche Ausbildung eines leitenden Feuchtigkeitsfilms durch Regen, Tau oder aufliegenden Schnee kann zu einer unerwünschten Veränderung der Spulenimpedanz füh-

Außerdem droht Korrosion der Anschlüsse und des Antennendrahtes, sofern keine hochwertigen Materialien wie Edelstahl-schrauben und -mutter sowie entsprechend abgedichtete Kabelschuhe Verwendung finden.

Da ich die Speisepunkte meiner Drahtantennen vor witterungsbedingten Einflüssen schütze [1], ist es nur konsequent, diese Maßnahmen ebenfalls bei Verlängerungsspulen anzuwenden. Aus diesem Grund entstand die nachfolgend beschriebene Konstruktion, welche sich mit einem CAD-Programm wie *FreeCad* (www.freecad.com) und einem 3-D-Drucker schnell, kostengünstig und individuell selbst erstellen lässt. Diese besteht aus

Abschlusskappen für den Spulenkörper und innenliegenden Zugentlastungen des durch die Kappen geführten Antennendrahtes.

Aufgrund positiver Erfahrungen verwende ich schwarzes *PLA-Filament*. Zum vollständigen Schutz wird die Spuleneinheit abschließend bis über die Einführung des Antennendrahtes mit schwarzem *Schrumpfschlauch* abgedichtet. Die FreeCad-Dateien zu diesem kleinen Projekt stehen als Ergänzung im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de bereit.

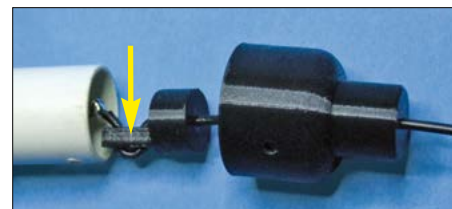


Bild 2: Der Antennendraht wird durch die innenliegende Zugentlastung (Pfeil) geführt und mit dem Spulendraht verlötet.

Mithilfe der integrierten Tabellen lassen sich die Abmaße der Komponenten nach individuellen Vorgaben anpassen.

Frank G. Sommer, DC8FG
dc8fg@darc.de

Literatur

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: Geschützter Aufbau des Speisepunktes von Drahtantennen. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 974–975

Hochleistungsnetzteil für Amateurfunktransceiver

HERMANN KULMUS – DJ8UZ

Für die Stromversorgung aus dem 230-V-Wechselstromnetz benötigen fast alle Amateurfunktransceiver ein externes 13,8-V-Netzteil. Abhängig von der Sendeleistung werden nicht selten 20 A oder mehr benötigt. Die nachstehend vorgestellte Lösung basiert auf einem 12-V-Netzteil aus einem ausgesonderten HP-Netzwerkserver. Diese Netzteile sind preisgünstig erhältlich und lassen sich für Amateurfunkzwecke relativ einfach modifizieren, wie nachstehend gezeigt. Sie können bis zu 50 A liefern und sind damit für Transceiver der 100-W-Klasse gut geeignet.

Vorweg einige wichtige Hinweise: Es ist allgemein bekannt, dass Arbeiten an Netzspannung führenden Anlagen und Geräten grundsätzlich nur von einem dafür qualifizierten Fachmann ausgeführt werden dürfen. Viele Funkamateure besitzen diesbezügliche fachliche und berufliche Voraussetzungen. Die nachstehend beschriebene Modifikation erfolgt daher in Eigenverantwortung eines jeden Nutzers.

bendreher verwendet werden. Für den Einbau des Widerstands ist ein Lötkolben mit Bleistift-Lötlitze zu verwenden. Die nachstehend beschriebene Modifikation wurde an vier Exemplaren erfolgreich durchgeführt.

■ Allgemeines zu Netzteilen

Transformatornetzteile sind im Amateurfunkbereich trotz ihrer Größe und Masse



Bild 1:
Seitenansicht des kompakten 12-V-Netzteils aus einem HP-Netzwerkserver
Fotos: DJ8UZ

Jegliche Haftung Dritter für dabei auftretende Schäden ist ausdrücklich ausgeschlossen. Bei geöffnetem Gehäuse und anliegender Netzspannung können an einigen Bauteilen lebensgefährliche Spannungen anliegen. Daher ist u. a. beim Betätigen des Spannungseinstellwiderstands entsprechende Vorsicht notwendig. Um eine Beschädigung des betreffenden SMD-Potenzimeters zu vermeiden, darf dabei nur ein passender, gut isolierter Schrau-

bevorzugt im Einsatz, da sie praktisch keine Störstrahlung erzeugen und auch einstrahlungsfest sind. Schaltnetzteile sind deutlich kleiner und leichter. Sie besitzen darüber hinaus einen erheblich höheren Wirkungsgrad, aber aufgrund ihres Funktionsprinzips auch die unangenehme Eigenschaft, mehr oder weniger große HF-Störungen zu erzeugen. Server-Netzteile wurden mit dem Ziel einer hohen Betriebssicherheit und Störfestigkeit entwickelt. Durch Zufall konnte ich vier solcher Schaltnetzteile vom Typ DPS-750RB A/HSTNS-PD18 aus HP-Servern bekommen. Deren technische Daten und geringe Größe hatten mein Interesse geweckt, siehe Bilder 1 und 2. Bei Abmessungen von 85 mm × 40 mm × 210 mm (ohne Bügel an der Frontseite) und einer zulässigen Eingangsspannung zwischen 100 V und 240 V liegt die Ausgangsleistung eines solchen metallgekapselten Netzteils bei 750 W. Es liefert somit bis zu 62,5 A bei 12 V. Diese und baugleiche Exemplare sind preiswert auf

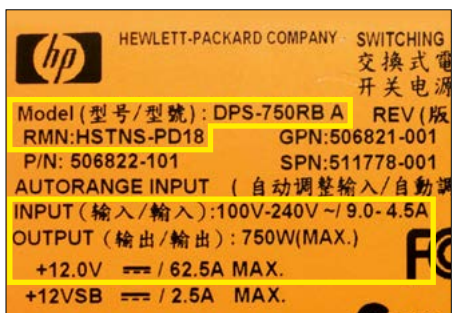


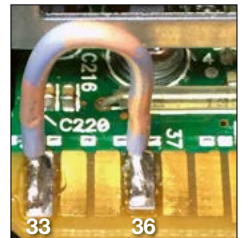
Bild 2: Ausschnitt des Typenschildes mit den technischen Daten des Netzteils

Ebay und anderen Handelsplattformen im Internet zu finden. Die abgegebene Spannung von 12 V ist jedoch für viele Funkgeräte zu gering, um die maximale Sendeleistung zu erzeugen. Daher habe ich nach einer Modifikationsmöglichkeit gesucht.

■ Modifikation des 12-V-Netzteils

Im Internet fand ich einen einfach realisierbaren Umbauvorschlag für ein solches 12-V-Netzteil, um dessen Ausgangsspannung auf 13,8 V zu erhöhen. Die Strombelastbarkeit läge dann rechnerisch bei etwa 54 A und würde sogar für den gleichzeitigen Betrieb von zwei 100-W-Transceivern ausreichen. Das benötigte Material umfasst lediglich ein Stück Draht, einen Widerstand und einen kurzen Schrumpfschlauch.

Bild 3:
Die beiden Anschlüsse für den herausgeführten Ein/Aus-Schalter wurden hier zum Funktionstest provisorisch überbrückt.



Neben der Erhöhung der Ausgangsspannung galt es auch, das Problem der Ein/Aus-Schaltung zu lösen. Da das Netzteil zwar eine Netzanschlussbuchse, jedoch keinen eigenen Netzschalter besitzt, ging es zunächst um die Frage, wo ein Ein/Aus-Schalter anzuschließen wäre. Dies erwies sich jedoch als einfach, da hierfür zwei der sechs schmalen Kontaktstreifen auf der an der Gehäuserückseite herausragenden Platine genutzt werden konnten. Erforderlich waren die Kontakte 33 und 36. Erstgenannter ist der ganz außen befindliche Streifen und der zweite ist etwas kürzer als die anderen fünf. Für einen Funktionstest genügt eine Drahtverbindung zwischen den Kontaktstreifen, wie in Bild 3 zu sehen. Diese Drahtverbindung darf nur bei abgezogenem Netzstecker eingelötet werden! Später führt sie zu einem nachträglich zu installierenden Ein/Aus-Schalter.



Bild 4: Frontseite des Netzteils mit Lüfter, Einschaltkontroll-LED und Kaltgerätesteckverbinder

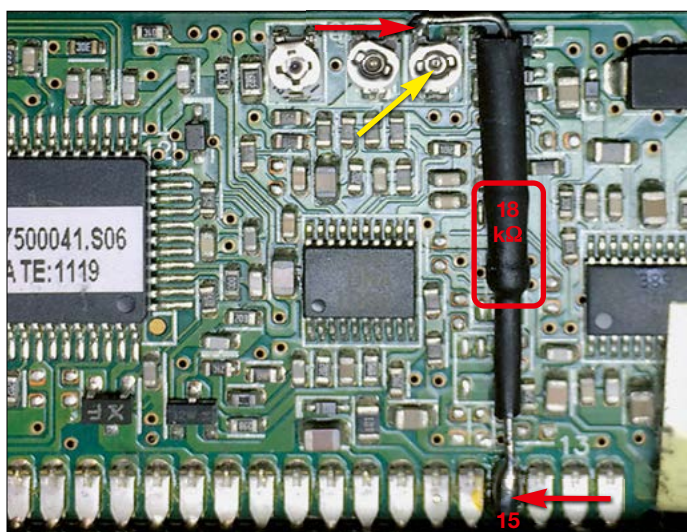


Bild 5: Anschlusspunkte des einzufügenden Widerstands und Lage des Potenziometers zur Feineinstellung der Ausgangsspannung (gelber Pfeil); der Widerstand ist zum Schutz vor unbeabsichtigtem Kontakt mit dünnem Schrumpfschlauch überzogen.

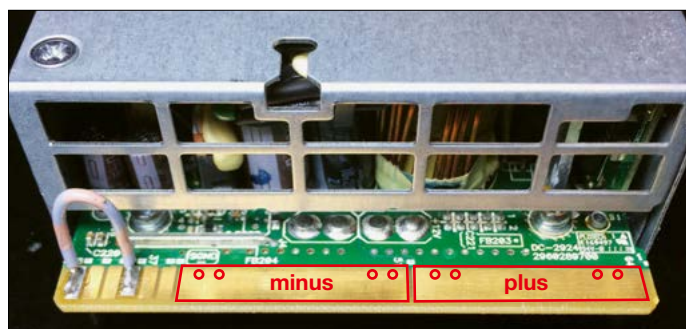
Wenn das Netzteil anschließend mit 230 V versorgt wird, sollte die grüne LED aufleuchten und eine Spannung von etwa 12 V an den breiten Kontaktflächen an der Rückseite, Bild 6, zu messen sein. Beim Einschalten beginnt auch der kleine Lüfter an der Frontseite zu laufen. Mit diesem Test ist erst einmal sichergestellt, dass das Netzteil einwandfrei arbeitet und der nächste Schritt kann angegangen werden.

Einlöten des Widerstands

In dem erwähnten Umbauvorschlag ist der einzufügende Widerstand mit 20 kΩ angegeben. Um den Wert etwas genauer zu bestimmen, habe ich eine Testschaltung, bestehend aus einem 10-kΩ-Widerstand in Serie mit einem 25-kΩ-Potentiometer verwendet. Bei einem eingestellten Gesamtwert von etwa 18 kΩ lag die Ausgangsspannung dann auch ohne weitere Abgleichmaßnahmen schon sehr nahe bei 13,8 V. Den daraufhin ausgewählten Festwiderstand 18 kΩ/0,25 W habe ich mit Schrumpfschlauch überzogen, um eine ungewollte elektrische Verbindung nach dem späteren Gehäusezusammenbau zu verhindern. Ebenso geeignet ist ein Stück passenden Gewebeschlauchs.

Für die folgenden Umbauschritte muss das Netzteil wieder spannungslos sein! Nach dem Lösen und Entfernen der vier Gehäuseschrauben lässt sich das Deckblech anheben und aushängen. Den Zugang zur Steuerplatine an einer der beiden Schmalseiten erhält man durch Aufklappen des Isolierpapiers. Der einzufügende 18-kΩ-Widerstand wird am Platinen-Kontaktpunkt Nr. 15 und an den linken Anschluss des rechten der drei SMD-Potentiometer angelötet, siehe Bild 5. Besonders dort ist auf eine möglichst kurze Lötzeit zu achten.

Bild 6: Kontaktflächen der Ausgangsspannung mit angelegter Markierung für die Bohrungen der nachträglich einzubauenden Drahtbrücken



Einstellen der Ausgangsspannung

Danach werden zuerst ein Spannungsmessgerät an die Kontaktflächen der Ausgangsspannung, Bild 6, und anschließend das Netzteil mithilfe eines konfektionierten Kaltgerätekabels an das 230-V-Netz angeschlossen. Die Feineinstellung der Ausgangsspannung auf 13,8 V erfolgt an dem in Bild 5 mit einem gelben Pfeil markierten SMD-Potentiometer.



Bild 7: Beispiel für den Anschluss eines Kabels an den Ausgang des Netzteils, hier an den Kontaktflächen auf der Unterseite der Platine

Wer diesen Moment des Arbeitens unter Spannung vermeiden möchte, kann folgendermaßen vorgehen: Nach dem Anschluss des Voltmeters und dem Anlegen der Netzspannung erfolgt zunächst die Messung der Ausgangsspannung. Dann werden der Netzanschluss wieder getrennt und das Potentiometer ein kleines

Stück z. B. nach links gedreht. Nach dem erneuten Anschluss von 230 V folgt wieder das Ablesen der Spannung. Aus der Differenz beider Spannungswerte und deren Vorzeichen lässt sich in etwa abschätzen, in welche Richtung und wie weit das Potentiometer beim nächsten Durchgang gedreht werden muss. Auf diese Weise tastet man sich schrittweise an den Sollwert heran.

Das war es dann auch schon! Nach dem Trennen der Netzverbindung ist das Gehäuse wieder zu schließen und zu verschrauben.

Um eine hohe Strombelastbarkeit zu gewährleisten, befinden sich die Anschlussflächen der Ausgangsspannung sowohl auf der Ober- als auch der Unterseite der Platine. Wird z. B. ein Kabel mit eingebauter Sicherung zur Abnahme der Ausgangsspannung direkt mit den Kontaktflächen einer Seite verlötet, Bild 7, empfiehlt es sich, zuvor pro Anschlusspol vier Bohrungen in die beiden jeweils gegenüberliegenden Kontaktflächen einzubringen. Danach sind diese mittels durchgesteckter und verlöteter Drahtbrücken elektrisch miteinander zu verbinden. In Bild 6 ist dies angedeutet und in Bild 7 ebenfalls zu erkennen. Bei der Nutzung im Server wurde der Strom an beiden Seiten abgenommen.

Beim Einbau des Netzteils in ein Gehäuse ist unbedingt darauf zu achten, dass der Kühlluftstrom ungehindert vorn und hinten ein- bzw. austreten kann, um das Netzteil vor Zerstörung durch Überhitzung zu schützen.

Besitzer anderer Modelle der *HP-Switching-Power-Supply*-Serie können unter Angabe der genauen Modellbezeichnung wahrscheinlich ebenfalls eine Modifikationsanleitung im Internet finden.

Nach dem Umbau steht als Lohn für einen verhältnismäßigen geringen Aufwand ein sehr kompaktes Netzteil mit hoher Leistung zur Verfügung, das auch bezüglich HF-Störungen keine nennenswerten Probleme bereiten dürfte.

Ich wünsche dabei viel Erfolg!

dj8uz@web.de

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (1)

RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Die Möglichkeit des Funkbetriebs über den satellitengestützten Amateurfunktransponder QO-100 regt nach wie vor zum Selbstbau anspruchsvoller technischer Lösungen an, wie der nachstehende Beitrag zeigt. Er beschreibt den Aufbau eines für diesen Zweck konzipierten SDR-Transceivers auf Basis des Pluto Plus. Das Projekt weicht von der sonst üblichen Gerätekonstellation nicht nur dahingehend ab, dass der Pluto im Shack verbleiben kann. Zusätzlich lässt sich dieser nun auch für den Funkbetrieb auf dem 2-m- und dem 70-cm-Band verwenden.

Seit 2021 beschäftige ich mich mit dem Funkbetrieb über den Amateurfunktransponder QO-100. Meine bislang genutzte Lösung basierte auf einem 10-m/70-cm-Transverter von Serge Zhovtobruk,

das ständige Umrechnen der für den Betrieb über den QO-100 notwendigen Frequenzeinstellungen in Empfangs- und Senderichtung. Der eingesetzte 10-m/70-cm-Transverter war auch nicht sehr fre-

kam die Forderung, sowohl den Pluto Plus als auch den AMSAT-Up-Konverter jeweils mithilfe eines GPSDO (engl. *GPS disciplined oscillator*) auf einer Frequenz von 40 MHz zu synchronisieren, um eine Drift weitestgehend zu vermeiden.

Ein 15 m langes Koaxialkabel Aircell7 sowie ein dreiadriges Kabel für die 12-V-Versorgungsspannung und das PTT-Signal hatte ich bereits vom Shack bis zum Standort der Satellitenantenne verlegt. Den AMSAT-Up-Konverter wollte ich weiterhin nutzen, jedoch musste die Helix-Antenne nach dreijährigem Betrieb wegen Korrosion erneuert werden. Im Ergebnis entstand ein aus zwei Komponenten bestehender SDR-Transceiver, den ich im Folgenden beschreibe und dessen Konzept aus Bild 3 ersichtlich ist.

Standardvariante der QO-100-Funkstation mit Pluto

Ausgangspunkt der Überlegungen war die Standardlösung einer Sende-Empfangsstation mit dem SDR-Entwicklungsboard Pluto Plus. Bild 2 zeigt das typische Blockschaltbild einer solchen QO-100-Station. Diese Gerätekonstellation benötigt aus dem Shack in Richtung Antenne lediglich ein LAN- bzw. Ethernetkabel hoher Qualität, wenn die 12-V-Spannungsversorgung wie hier im Beispiel über einen PoE-Adapter (engl. *Power over Ethernet*) integriert wird. Anderenfalls ist noch ein zweiadriges Kabel für die Spannungsversorgung notwendig. Auch das PTT-Signal für die 2,4-GHz-Endstufe kann mittels modifizierter Firmware im Pluto selbst generiert werden. Wie das Beispiel in Bild 2 zeigt, lässt sich aber auch ein zusätzliches Kabel für



Bild 1: Frontansicht des im Shack befindlichen Teils des Eigenbau-Transceivers für den Funkbetrieb über QO-100 und auf 2 m oder 70 cm

Fotos: DJ1MR

UT5JCW, einem Hermes-SDR-Transceiver, einem Up-Konverter mit 6-W-Endstufe von AMSAT, einer Helix-Antenne mit 3,5 Windungen, einem 75-cm-Offset-Parabolspiegel sowie einem speziellen LNB von WiMo, der einen ZF-Ausgang mit 432 MHz besitzt. Diese Station arbeitete über mehrere Jahre sehr zuverlässig. Etwas nervig war jedoch

quenzstabil, trotz zusätzlicher thermischer Stabilisierung des 404-MHz-Oszillators. Es bestand also meinerseits der Wunsch nach einer besseren Lösung, die über die Software SDR Console von Simon Brown und einen Pluto Plus gleich die richtigen Sende- und Empfangsfrequenzen des QO-100 anzeigen sollte. Hinzu

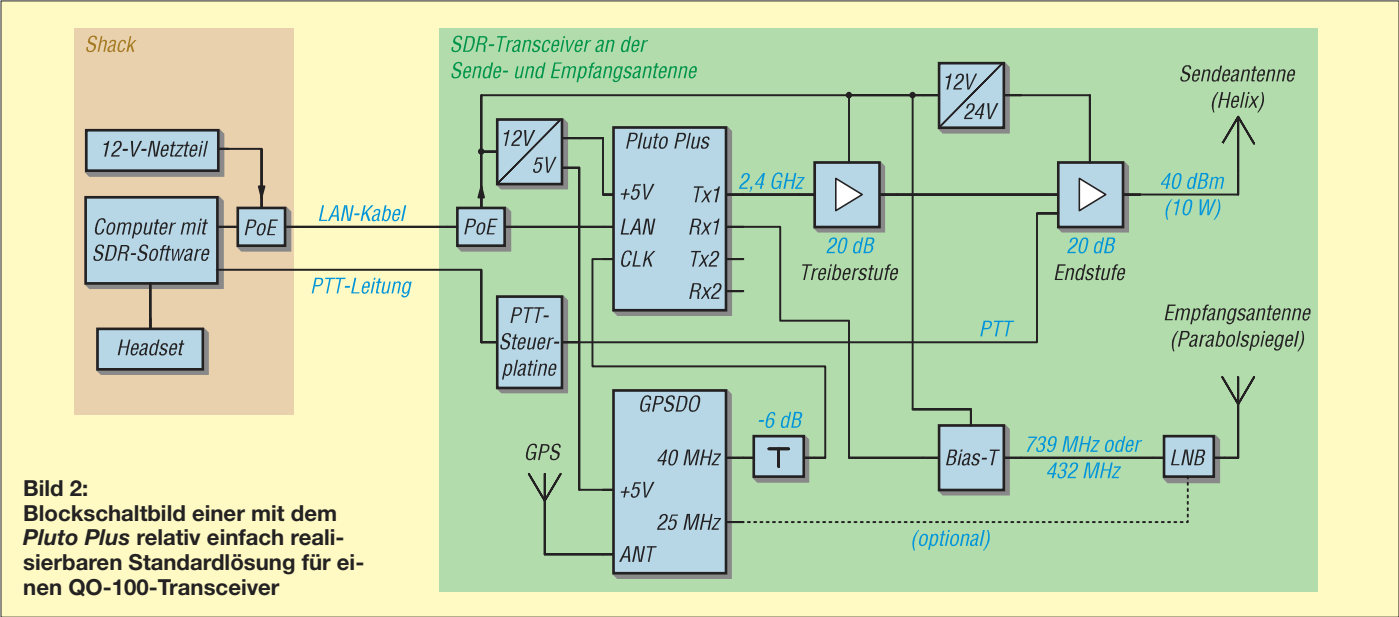
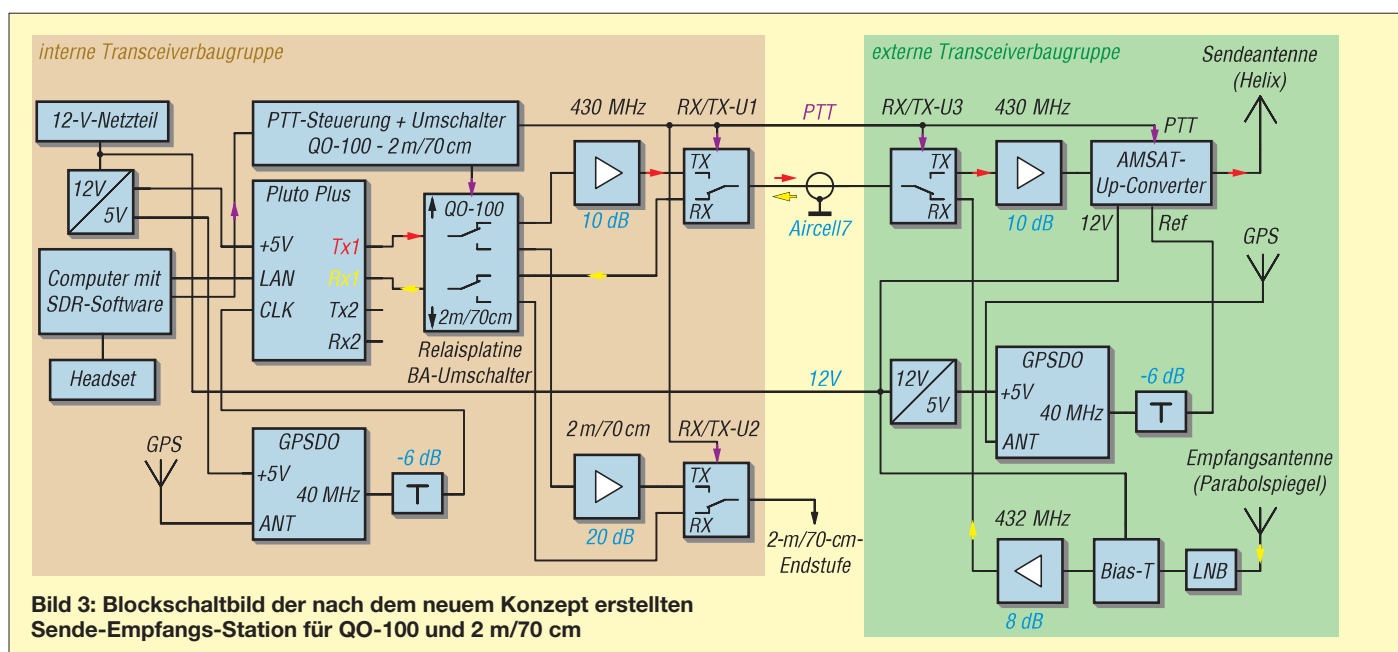


Bild 2: Blockschaltbild einer mit dem Pluto Plus relativ einfach realisierbaren Standardlösung für einen QO-100-Transceiver



die Übertragung des PTT-Signals einsetzen. Man kommt dann also mit maximal drei zusätzlichen Adern aus.

Zur Sicherstellung einer hinreichenden Frequenzstabilität ist ein GPSDO mit zwei Ausgangsfrequenzen erforderlich. Ein hochwertiger LNB benötigt nicht unbedingt ein 25-MHz-Referenzsignal vom GPSDO, wenn in der *SDR Console* das Feature *Geostationary Beacon* aktiviert wird (siehe Abschnitt *Software SDR Console* im folgenden Teil des Beitrags). Dessen Ziehbereich in Bezug auf die Bakenfrequenz 10 489 750,000 Hz ist in der Regel ausreichend.

Alle in Bild 2 grün hinterlegten Komponenten befinden sich in unmittelbarer Nähe der Antenne. Das zu verwendende Gehäuse muss deshalb eine ausreichende Schutzart aufweisen, also mindestens IP65.

Der *Pluto Plus* benötigt eine Betriebsspannung von 5 V. Diese wird im Allgemeinen aus der 12-V-Versorgungsspannung der Station mithilfe eines Buck-Konverters erzeugt, der z. B. mit einem LM2596S arbeitet. Wenn man einen Dual-USB-Buck-Konverter verwendet, kann dieser auch gleich die notwendigen 5 V für den GPSDO bereitstellen.

Der *Pluto Plus* wird über das Ethernet-Kabel mit dem LAN im Shack verbunden. Ein Router im LAN sollte diesem über das DHCP-Protokoll die notwendige IP-Adresse zuweisen können. In Bild 2 erkennt man, dass zwei Empfangs- und zwei Sendekanäle zur Verfügung stehen. Für die QO-100-Anwendung genügen die Anschlüsse *Rx1* und *Tx1*. Leider ist es derzeit immer noch so, dass die Software *SDR Console* die beiden anderen

Kanäle nicht bedienen kann. Ich experimentiere deshalb derzeit mit dem SDR-Programm *SDRangel* [1], um auch *Rx2* und *Tx2* verwenden zu können, z. B. für den Funkbetrieb im 2-m- und 70-cm-Band.

Das Sendesignal des *Pluto Plus* ist relativ leistungsschwach und erreicht bei noch hinreichendem IMD3 nur etwa 0 dBm (entspricht 1 mW). Je nach eingesetzter 2,4-GHz-Endstufe kann daher eine Treiberstufe notwendig sein, die den Signalpegel um etwa 20 dB anhebt. Die nachfolgende Endstufe benötigt dann lediglich 20 dB Verstärkung, um etwa 10 W Sendeleistung zu erreichen.

Einige Ausführungen von 2,4-GHz-LDMOS-Endstufen arbeiten mit Betriebsspannungen zwischen 24 V und 28 V. Diese lassen sich relativ einfach aus der 12-V-Grundversorgung mit einem Step-Up-Konverter erzeugen. Damit enthielte dann der QO-100-Transceiver zwei Gleichspannungskonverter, einen für 5 V und einen für 24 V. Es gibt allerdings auch 2,4-GHz-Endstufenkonzepte, die mit 12 V Versorgungsspannung auskommen und darüber hinaus eine Verstärkung von über 40 dB aufweisen. Als Beispiel sei hier die von Gerd Otto, DC6HL, entwickelte und in [2] vorgestellte Endstufe erwähnt. Damit erspart man sich Treiber und Step-Up-Konverter.

Der Empfangszweig ist unspektakulär. Über eine Fernspeiseweiche (engl. *Bias-T*) wird der LNB mit 12 V Betriebsspannung versorgt. Der *Rx1*-Eingang des *Pluto Plus* ist dann mit dem Ausgang der Fernspeiseweiche zu verbinden.

Die derzeit verfügbaren Versionen des SDR-Entwicklungsboards sind durch ei-

nen Eingriff mit dem Ziel der Schaffung eines externen Referenztakt-Eingangs zu modifizieren. In der Version *Pluto Plus* befinden sich dazu auf der Platine schon eine UFL-Buchse und ein Jumper, um diese zu aktivieren. Es lässt sich dort ein Kabel mit UFL-Stecker anschließen, das man an eine zusätzlich zu installierende SMA-Buchse an der Frontplatte führt. Dies ist dann der Eingang für den 40-MHz-Synchrontakt.

Dabei ist zu beachten, dass der Pegel des externen Taktsignals den Wert $U_{SS} = 1,5$ V nicht übersteigt. Da aber viele GPSDOs Referenzpegel mit $U_{SS} = 3,3$ V bereitstellen, ist in solchen Fällen ein 6-dB-Dämpfungsglied einzufügen.

Insgesamt ist diese Standardlösung für den QO-100-Betrieb sehr einfach realisierbar und sie arbeitet zuverlässig. Detaillierte Angaben zur Einbindung des *Pluto* und der Programmierung der *SDR Console* finden sich z. B. in [3] und [4]. Neben ihren zahlreichen Vorteilen besitzt diese technische Lösung jedoch auch einige deutliche Nachteile. Diese wollte ich nach Möglichkeit umgehen.

■ Neues Konzept

Ein für mich wichtiger Nachteil der zuvor beschriebenen Standardlösung besteht darin, dass der eigentlich vielseitig nutzbare *Pluto* in diesem Fall ausschließlich zum QO-100-Funkbetrieb genutzt werden kann. Wie lange ein solch komplexer und hochempfindlicher SDR-Transceiver den klimatischen Bedingungen im Freien trotzen kann, ist ungewiss. Ich selbst habe SDR-Technik in den vergangenen Jahren überwiegend auf den unteren Amateurfunkbändern verwendet.

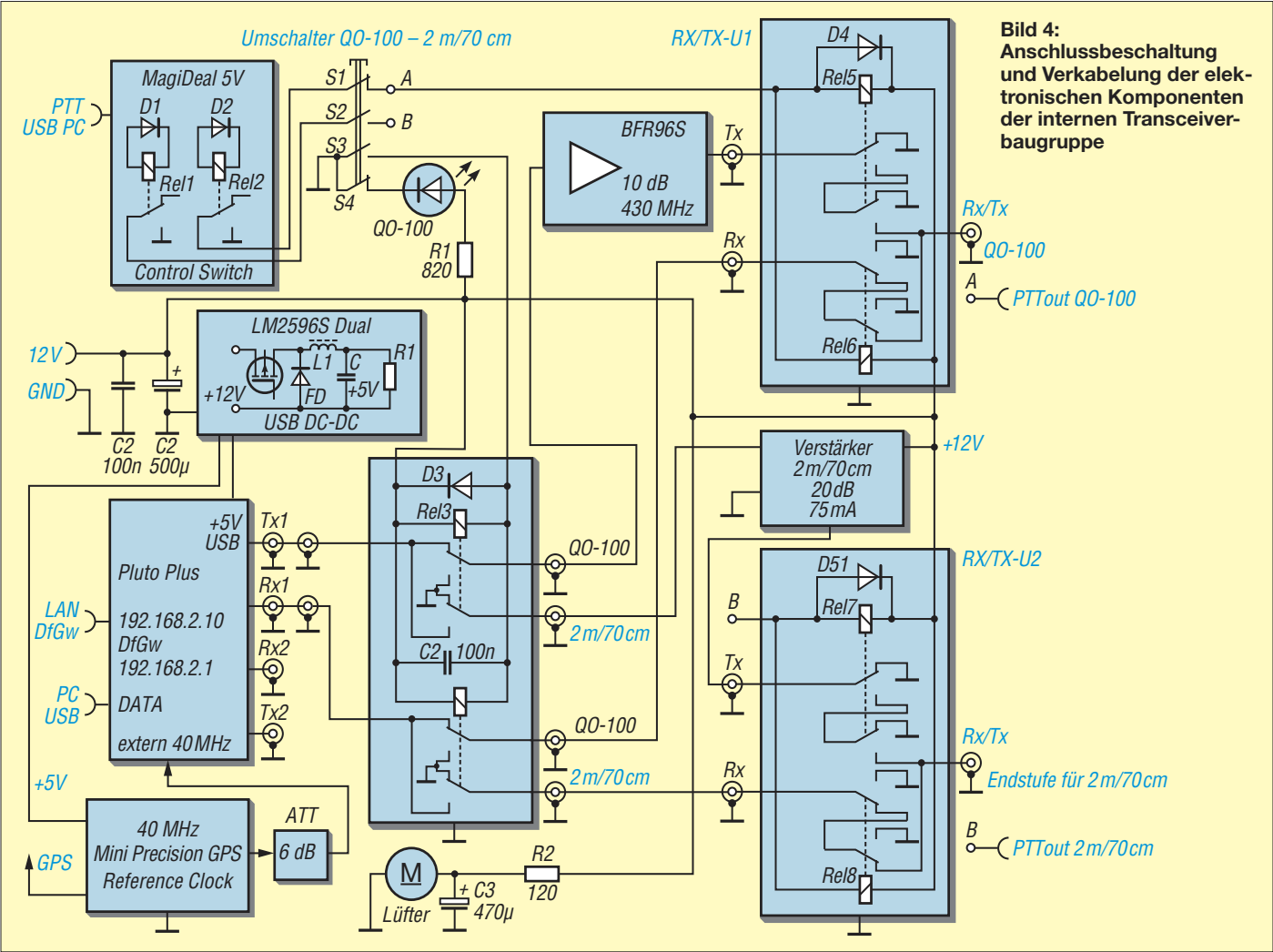


Bild 4: Anschlussbeschriftung und Verkabelung der elektronischen Komponenten der internen Transceiverbaugruppe

Auf 2 m und 70 cm kamen nach wie vor klassische Transceiver zum Einsatz. Dies wollte ich nun mithilfe des *Pluto Plus* ändern. Deshalb entschied ich mich für eine Lösung, die aus zwei Komponenten besteht,

■ Interne Transceiverbaugruppe

Bild 4 zeigt den Verkabelungsplan der Komponenten des im Shack befindlichen Teils des Transceivers. Dort sind einige der bereits in der Standardlösung aufgeführten Elemente wiederzuerkennen. Dies sind die *Control-Switch*-Relaisplatte vom Typ *MagiDeal 5V* zur Generi-

rung des PTT-Signals über die Software *SDR Console*, der 5-V-Step-Down-Konverter zur Bereitstellung der Versorgungsspannung für den *Pluto Plus* und den 40-MHz-GPSDO sowie der *Pluto Plus* als Kern des neuen Transceivers. Darüber hinaus sind einige Zusatzbaugruppen zu erkennen, um die es im Folgenden geht.

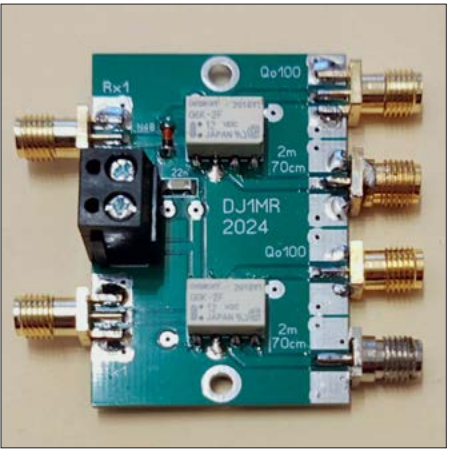


Bild 5: Betriebsarten-Umschaltplatine mit den beiden Omron-Relais G6K-2F

einer internen im Shack und einer externen in unmittelbarer Nähe der Antenne. In Bild 3 ist das Blockschaltbild des neuen Transceiverkonzepts zu sehen.

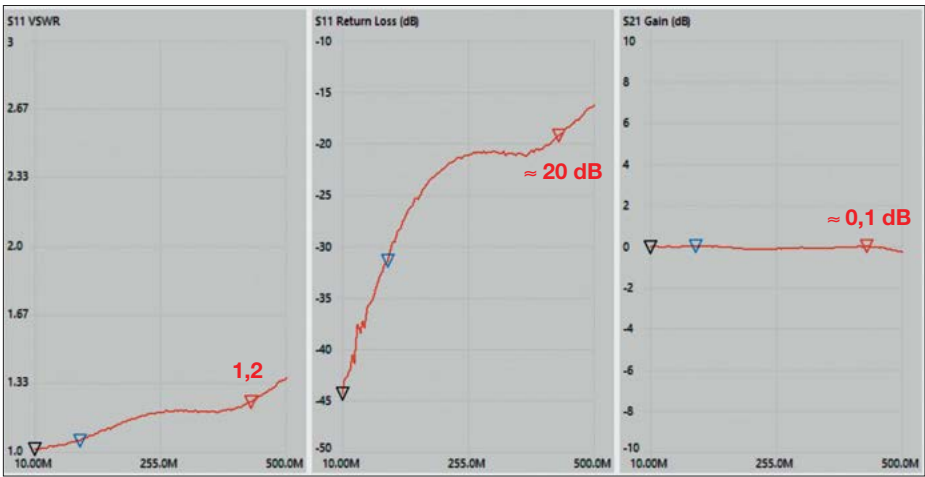


Bild 6: Stehwellenverhältnis (links), Rückfluss- und Durchgangsdämpfung (Mitte bzw. rechts) der Betriebsarten-Umschaltplatine im Bereich zwischen 10 MHz und 500 MHz; die roten Markerwerte beziehen sich auf 430 MHz.

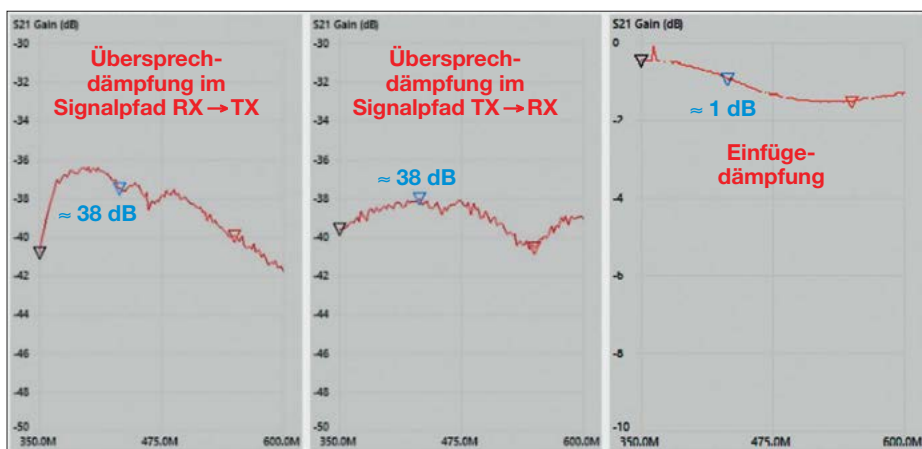


Bild 7: Übersprech- und Einfügedämpfung der RX/TX-Umschaltplatine zwischen 350 MHz und 600 MHz; die blauen Markerwerte beziehen sich auf 430 MHz.

Betriebsartenumschalter

Diese Baugruppe dient zur Umschaltung zwischen den Betriebsarten *QO-100* und *2 m/70 cm*. Sie wurde notwendig, weil die Software *SDR Console* – wie bereits erwähnt – derzeit die Anschlüsse Rx2 und Tx2 des *Pluto Plus* noch nicht ansteuern kann. Diese Platine wäre auch entbehrlich, wenn z.B. *SDRangel* oder eine andere Software diese Funktion übernehmen könnte. In Bild 5 ist die bestückte Betriebsarten-Umschaltplatine zu sehen.

Zum Einsatz kommen zwei Omron-Relais vom Typ G6K-2F, da diese gute HF-Isolationswerte aufweisen. Bild 6 zeigt die übertragungstechnischen Parameter. Das SWV ist mit einem Wert von $s = 1,2$ (entspricht einer Rückflussdämpfung von etwa 20 dB) bei 430 MHz akzeptabel, die Einfügedämpfung beträgt 0,1 dB. Auf dieser Platine lassen sich gegebenenfalls auch Bauelemente zum Schutz des Eingangs Rx1 des *Pluto Plus* unterbringen.

Die Layoutdaten dieser und der anderen hier beschriebenen Platinen sind am Schluss der Beitragsserie im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zu finden. Daraus sind auch die Bestückungspläne ersichtlich.

Sende-Empfangs-Umschalter

Von diesen Platinen, in Bild 4 als *RX/TX-U1* und *RX/TX-U2* bezeichnet, werden in der internen Transceiverbaugruppe zwei Stück gebraucht, Bild 8. Sie dienen zur Signalwegumschaltung und können entfallen, wenn zwei Koaxialkabel in Richtung *QO-100*-Antenne verlegt werden. Der Einbau erfolgte in ein 35 mm × 55 mm × 30 mm großes Weißblechgehäuse, erhältlich z.B. bei [5] oder [6].

Über die Klemmschraubverbindungen werden 12 V, die Masseleitung und das PTT-Signal zugeführt. Die Platine weist im Bereich von 432 MHz eine Übersprech-

dämpfung von etwa 38 dB bis 40 dB auf. In Bild 7 sind die erreichten Dämpfungswerte in beiden Richtungen dargestellt. Rechnet man mit 40 dB Übersprechdämpfung (entspricht einem Leistungsfaktor



Bild 8: Mit Omron-Relais vom Typ G6S-2F bestückte RX/TX-Umschaltplatine im geöffneten Weißblechgehäuse

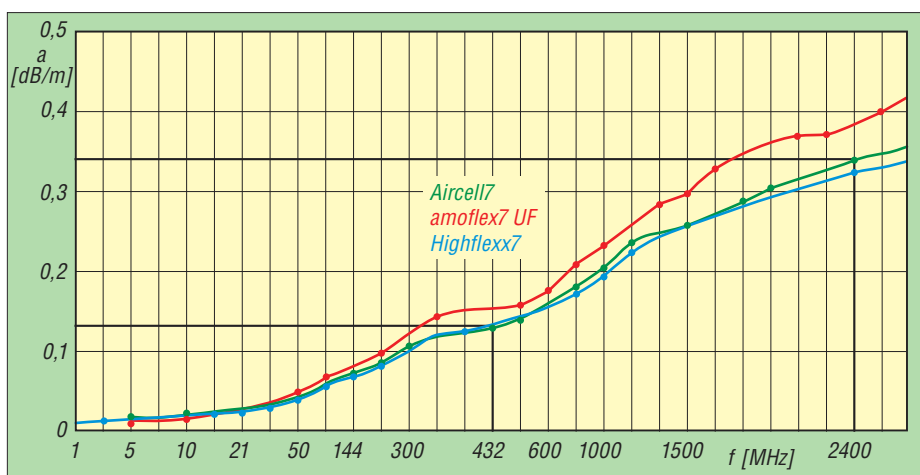


Bild 9: Vergleich der Dämpfungswerte einiger Koaxialkabeltypen in Abhängigkeit von der Frequenz; die Werte des im vorgestellten Projekt verwendeten Aircell7 betragen 0,13 dB/m bei 432 MHz und 0,34 dB/m bei 2,4 GHz. Quelle: [7]

von 10 000), so ergibt sich eine 100-fache Spannungsdämpfung. Dies bedeutet, dass beim Senden 1/100 der Signalspannung auch am Empfängereingang des *Pluto* liegen. Bei einer Sendeleistung von 10 dBm hinter dem 430-MHz-Verstärker ergeben sich am Empfängereingang $U_E = 707 \text{ mV}/100 = 7,07 \text{ mV}$. Damit ist dieser nicht gefährdet und hinreichend geschützt.

Bei 430 MHz beträgt die Einfügedämpfung etwa 1 dB, siehe Bild 7. Im Signalweg zwischen interner und externer Transceiverbaugruppe befinden sich zwei dieser Umschaltplatinen, also werden Send- und Empfangssignal dadurch um insgesamt 2 dB gedämpft. Hinzu kommt die Dämpfung des 15 m langen *Aircell7*-Kabels von etwa 2 dB bei 430 MHz, siehe auch Bild 9, was insgesamt 4 dB ergibt. Rechnet man mit weiteren 1 dB Dämpfung durch die SMA-Steckverbinder, dann ergeben sich letztendlich etwa 5 dB für die gesamte Übertragungsstrecke von der Transceiverbaugruppe im Shack bis zu den aktiven Komponenten auf der Antennenseite. (wird fortgesetzt)

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Griffiths, E., F4EXB: SDRangel. www.sdrangel.org
- [2] Otto, G., DC6HL: 4-W-Linearendstufe für das 13-cm-Amateurfunkband. *FUNKAMATEUR* 72 (2023) H. 4, S. 296–299
- [3] Recknagel, M., DG0OPK: Funkbetrieb über den QO-100 mit dem Adalm Pluto als SDR Transceiver. *FUNKAMATEUR* 68 (2019) H. 10, S. 956–959
- [4] Auerswald, A., DL5CN: Einfache Bodenstation für QO-100. *CQDL* 94 (2023) H. 11, S. 40–45
- [5] UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (09191) 979541-0; www.ukwberichte.de
- [6] Otto Schubert GmbH, Gewerbestr. 8, 90574 Roßtal, Tel. (09127) 1686; www.schubert-gehaeu.se.de
- [7] arnotec GmbH, Grünhutstr. 7, 76187 Karlsruhe; www.koax24.de

Der Unterschwelleneffekt bei Feldeffekttransistoren

JAN ÜCKERSEIFER – DJ1UC

Feldeffekttransistoren sind im Abschnürbereich für ihre quadratische Abhängigkeit des Drainstroms von der Gate-Source-Spannung bekannt. Diese gilt bei Überschreiten der Schwellenspannung mit ausreichend großem Drainstrom. Unterhalb der Schwellenspannung und bei relativ kleinen Drainströmen weisen FETs jedoch dieselbe exponentielle Gesetzmäßigkeit zwischen Strom und Spannung auf wie Bipolartransistoren. Diese Tatsache sollte man bei der Schaltungsentwicklung berücksichtigen, um daraus resultierende Funktionsstörungen zu vermeiden.

Feldeffekttransistoren (FETs) erlauben eine nahezu leistungslose Ansteuerung im statischen Betrieb, was insbesondere beim Schalterbetrieb vorteilhaft ist. In analogen Anwendungen lassen sich in Abhängigkeit der Drain-Source-Spannung ein linearer und ein quadratischer Kennlinienbereich

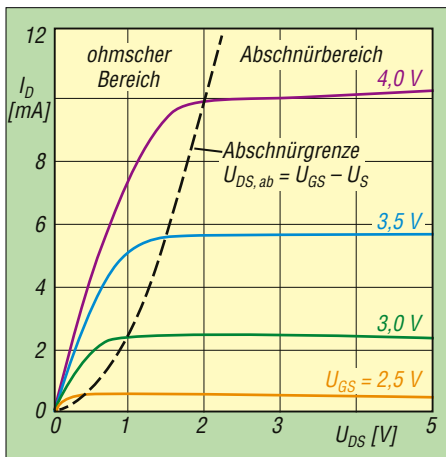


Bild 1: Typisches Ausgangskennlinienfeld eines n-Kanal-Feldeffekttransistors bei unterschiedlichen Gate-Source-Spannungen

des Drainstroms unterscheiden. Relativ unbekannt ist hingegen der sogenannte *Unterschwellenbereich*, in welchem sich der Drainstrom exponentiell mit der angelegten Gate-Source-Spannung ändert. Somit liegt in diesem Betriebsbereich ein Verhalten vor, wie es von Bipolartransistoren bekannt ist. Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf n-Kanal-MOSFETs, wobei für n-Kanal-JFETs sowie p-Kanal-Typen beider FET-Arten prinzipiell dieselben Aussagen gelten.

Linearer Bereich

Der lineare Bereich ergibt sich für verhältnismäßig kleine Drain-Source-Spannungen $U_{DS} < U_{GS} - U_S$. Dabei ist U_{GS} die Gate-Source-Spannung und U_S die Schwellenspannung, Bild 1. Er ist durch eine lineare Abhängigkeit des Drainstroms I_D von der Gate-Source-Span-

nung U_{GS} gekennzeichnet entsprechend der Beziehung

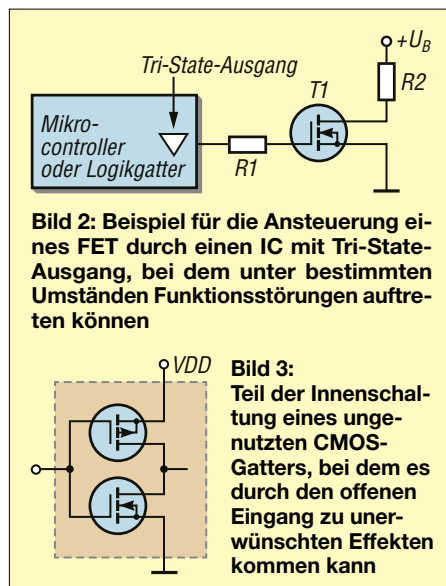
$$I_D = 2 \cdot K \cdot [(U_{GS} - U_S) \cdot U_{DS} - \frac{U_{DS}^2}{2}], \quad (1)$$

worin K den Steilheitskoeffizienten darstellt.

Im linearen Bereich verhält sich ein FET wie ein ohmscher Widerstand, dessen Wert bei konstanter Drain-Source-Spannung über U_{GS} einstellbar ist. Aus diesem Grund wird der lineare Bereich auch als *ohmscher Bereich* bezeichnet. Anwendung findet er z. B. bei der automatischen Amplitudenregelung in Wien-Robinson-Oszillatoren mithilfe eines JFET als variablem Widerstand anstelle der früher verwendeten Glühlampe [1]. Der bei verzerrungsarmen Anwendungen störende nichtlineare Term $-U_{DS}^2/2$ lässt sich mithilfe einer einfachen Linearisierungsschaltung aus zwei hochohmigen Widerständen eliminieren.

Quadratischer Bereich

Bei $U_{DS} > U_{GS} - U_S$ geht die FET-Kennlinie vom linearen in den quadratischen



Abschnürbereich über, welcher den üblichen Arbeitsbereich von Verstärkern darstellt. In diesem Fall gehorcht der Drainstrom der Gleichung

$$I_D = K \cdot (U_{GS} - U_S)^2, \quad (2)$$

woraus die quadratische Transfercharakteristik deutlich wird. Hierdurch ergibt sich gegenüber der exponentiellen Strom-Spannungs-Charakteristik bei Bipolartransistoren eine kleinere Steilheit im Arbeitspunkt bei gleichem Strom. Die Folge sind unter anderem eine geringere Spannungsverstärkung im Fall der Sourceschaltung (Verstärker) sowie ein erhöhter Ausgangswiderstand am Sourceanschluss bei der Drainschaltung (Spannungsfollower).

Unterschwellenbereich

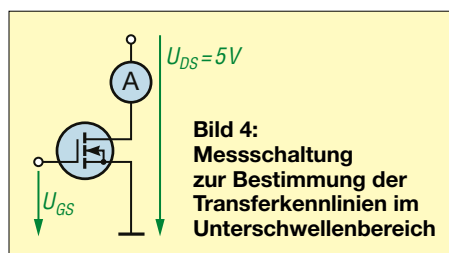
Üblicherweise wird ein FET mit Gate-Source-Spannungen oberhalb seiner Schwellenspannung U_S betrieben. Bemerkenswerterweise leitet der Kanal eines FET jedoch bereits für Gate-Source-Spannungen unterhalb der Schwellenspannung. Der fließende Drainstrom resultiert aus dem bereits erwähnten *Unterschwelleneffekt*, einer thermischen Bewegung der Elektronen infolge von Diffusionsprozessen im Halbleiter anstelle der üblichen Driftbewegung in einem Inversionskanal. Für den Drainstrom im Unterschwellenbereich gilt die exponentielle Beziehung

$$I_D = I_0 \cdot e^{U_{GS}/(n \cdot U_T)} \quad (3)$$

mit einer dem Steilheitskoeffizienten vergleichbaren Größe I_0 und dem Emissionskoeffizienten n [1]. Diese Formel ähnelt der exponentiellen *Ebers-Moll-Gleichung* bei Bipolartransistoren und enthält mit der Temperaturspannung U_T zudem denselben Proportionalitätsfaktor. MOSFETs in Sourceschaltung haben aus diesem Grund ihre maximale Steilheit bzw. Verstärkung im Unterschwellenbereich.

Dies ist in integrierten MOS-Schaltungen vorteilhaft, um bei batteriebetriebenen Geräten den Ruhestrom auf Kosten der Bandbreite zu reduzieren [2]. Andererseits bedingt der Unterschwelleneffekt einen möglicherweise unerwünschten Ruhestrom, wenn der Gate-Anschluss nicht auf einem geeigneten Potenzial gehalten wird.

Einen häufigen Praxisfall bildet die Ansteuerung von FETs durch Schaltkreise mit Tri-State- oder offenem Kollektorausgang, z. B. Mikrocontroller, Bild 2. Diese weisen neben einem High- und einem Low-einen dritten, hochohmigen Zustand auf. Hierbei kann sich am Gate-Anschluss des FET ein undefiniertes Potenzial einstellen, das infolge des resultierenden Ruhe-



stroms zur schnelleren Entladung einer Batterie bei netzunabhängigen Schaltungen führt.

Ein ähnliches Problem ergibt sich bei Schaltkreisen mit ungenutzten, hochohmigen Eingängen, etwa Mehrfach-CMOS-Gattern wie z. B. 74HC08, siehe Bild 3. Hier kann sich ein Eingangspotenzial derart einstellen, dass beide komplementäre MOS-Transistoren gleichzeitig leiten und einen Querstrom mit entsprechender Verlustleistung erzeugen.

Beiden genannten Problemen lässt sich begegnen, indem schaltungstechnisch dafür gesorgt wird, dass Gateanschlüsse und Gattereingänge unter allen Betriebsbedingungen auf einem definierten Potenzial außerhalb des Unterschwellenbereichs liegen. Oft genügt hier schon ein vom betreffenden Anschluss gegen Masse oder Betriebsspannung geschalteter Widerstand.

Zur Quantifizierung des Unterschwelleneffekts zeigt Bild 5 einige mithilfe der Messschaltung in Bild 4 ermittelte Transferkennlinien der Kleinsignal-MOSFETs 2N7000 und BS170 sowie der Leistungs-MOSFETs IRL530 und SPW47N60C3 für $U_{DS} = 5\text{ V}$. Die hier gewählte, semilogarithmische Darstellungsart des Ausgangsstroms über der Eingangsspannung ist bei Bipolartransistoren als *Gummel-*

Plot bekannt. Anhand der linear steigenden Kurvenverläufe ist ein exponentieller Stromanstieg erkennbar, der beim Übergang in den quadratischen Bereich in der Nähe der Schwellenspannung deutlich abnimmt. Bezogen auf die obere Stromgrenze offenbart sich ein unterschiedlich weit reichender Unterschwellenbereich, je nach Transistortyp.

Zur Erklärung dieses Phänomens sind die für den maximalen Dauerstrom I_{Dmax} eines FET maßgeblichen geometrischen Abmessungen des Halbleitermaterials zu berücksichtigen, welche die Stromdichte im

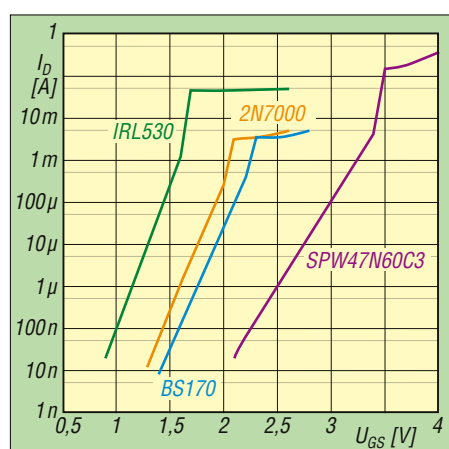


Bild 5: Transferkennlinien verschiedener MOSFETs im Unterschwellenbereich, gemessen bei $U_{DS} = 5\text{ V}$

Maximaler Drainstrom der messtechnisch untersuchten MOSFETs

Typ	Gehäuse	I_{Dmax} [A]
SPW47N60C3	TO-247	47
IRL530	TO-220	15
BS170	TO-92	0,5
2N7000	TO-92	0,35

Inneren des Bauelements bestimmen. Je höher deren Wert, desto weniger weit reicht der Unterschwellenbereich. Für Leistungs-MOSFETs mit großer Chipfläche, also geringer Stromdichte, reicht er bis zu Strömen im oberen Milliampere-Bereich, während er für Kleinsignal-MOSFETs mit kleiner Chipfläche (hohe Stromdichte) meist bei etwa 1 mA endet [1].

Ausgehend von den in der Tabelle aufgeführten Maximalwerten des Drainstroms besitzt der SPW47N60C3 den weitesten Unterschwellenbereich, gefolgt vom IRL 530 sowie dem BS170 und schließlich dem 2N7000. Der hier nicht untersuchte n-Kanal-JFET PN4117 im TO-92-Gehäuse mit seinem sehr geringen $I_{Dmax} = 90\text{ }\mu\text{A}$ würde diese Reihe mit einem bei weniger als $1\text{ }\mu\text{A}$ endenden Unterschwellenbereich nach unten fortsetzen [1].

Fazit

Der Unterschwelleneffekt führt bei FETs zu einem exponentiellen Stromanstieg unterhalb der Schwellenspannung, ähnlich dem Verhalten von Bipolartransistoren. Der dazugehörige Unterschwellenbereich erstreckt sich je nach spezifiziertem maximalem Drainstrom bis in den Milliampere-Bereich. Der genannte Effekt kann zu unerwarteten Problemen führen, wenn keine geeigneten schaltungstechnischen Maßnahmen ergriffen werden.

jan.ueckerseifer@gmx.de

Literatur

- [1] Horowitz, P.; Hill, W.: The Art of Electronics. 3. Auflage, Cambridge University Press, Cambridge 2015, S. 437, S. 166, S. 138, S. 168
- [2] Tietze, U.; Schenk, C.: Halbleiter-Schaltungstechnik. 12. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2002, S. 204

Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos



Das MAGNOVA®

- innovatives Flex-Encoder®-Bedienkonzept
- neigbares Metallgehäuse
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- lautloser Betrieb
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Multiband-Vertikalstrahler für Wohnmobil und Portabelbetrieb

KLAUS SOLBACH – DK3BA

Eine Antenne für den Portabelbetrieb muss einfach auf- und abzubauen sein und sollte möglichst viele Amateurfunkbänder abdecken. Wenn dann auch noch geringer Platzbedarf und DX-Tauglichkeit gefragt sind, führt an einer Vertikalantenne kaum ein Weg vorbei. Die im Folgenden vorgestellte KW-Mehrbandantenne stellt daher insbesondere für Nutzer von Wohnmobilen eine interessante Lösung dar.

KW-Antennen für den Einsatz am Portabelstandort werden meistens als Drahtantennen in horizontaler Aufhängung ausgeführt. Den nötigen Platz und die Möglichkeiten zur Aufhängung, um einen Langdraht oder einen Dipol zu spannen, hat man aber nicht an jedem Ferienhaus oder auf jedem Campingplatz.

eines GFK-Teleskopmastes lag deshalb nahe. Ich nutze eine Ausführung mit neun Segmenten und 8,7 m Höhe. Der Antennendraht wird innerhalb des Mastes nach oben geführt, wo ihn eine aus Draht mit einer Seitenlänge von 20 cm x 20 cm bestehende Dachkapazität (engl. *top loading*) elektrisch verlängert.



Bild 1:
Am Wohnmobil montierte Mehrband-Vertikalantenne für die KW-Amateurfunkbänder; das Radial befindet sich in etwa 1 m Höhe über dem Erdboden und ist an Stangen aus Kunststoff befestigt.

Fotos: DK3BA

In meinem Fall ist das Wohnmobil der Portabelstandort auf Stell- oder Campingplätzen. Dort ist der freie Raum für Antennen sehr begrenzt und durch die Parzellen bzw. Nachbarn eingeschränkt. Daher bleibt als Antenne nur ein Vertikalstrahler, der aber aufgrund seiner Abstrahlungseigenschaften besonders gut für DX-Verbindungen geeignet ist.

■ Antenne auf dem Fahrradträger

Der verwendete Vertikalstrahler sollte einfach auf- und abzubauen sowie im Fahrzeug zu verstauen sein. Die Verwendung

Der Mast kann je nach Art des Portabelstandorts an einem Baum, einer Hauswand oder einem Holzpfeiler befestigt werden. Wer mit dem Pkw unterwegs ist, hat z. B. die Möglichkeit, einen schweren Mastfuß zu verwenden. In meinem Fall bot sich ein Fahrradträger an der Wohnmobil-Rückwand als stabile Befestigung an. Der Mast wurde auf eine Holzplatte gesetzt, die auf den Schienen des Trägers befestigt war, Bild 2. Zwei Arme der Fahrradabstützung dienten zur Fixierung und Stabilisierung der senkrechten Position.

Als Antennendraht nutze ich 1,5-mm²-Schaltlitze mit einer Länge von 9,2 m. Dieser wurde durch eine Öffnung der Holzplatte unter dem Mast heraus und in einer Schleife zur Anpassbox neben dem Mast geführt. Zusammen mit der genannten Dachkapazität an der Mastspitze sorgt diese Schleife dafür, dass die elektrische Länge des Strahlers etwa 10 m beträgt. Die Anpassbox enthält u. a. eine Mantelwellensperre für den Anschluss eines Koaxialkabels, das ins Innere des Wohnmobils führt. Sie sorgt darüber hinaus für die Impedanzanpassung des Vertikalstrahlers.

■ Stromverteilung und Impedanz

Die Stromverteilungen auf dem Strahler und somit auch die Werte der Fußpunktimpedanz sind erwartungsgemäß stark frequenzabhängig. In Bild 3 sind die mit EZNEC berechneten Stromverteilungen auf einem einfachen 10-m-Draht gegen Erde dargestellt. Auf das Thema Erde gehe ich weiter unten näher ein.

Bei 7 MHz ist der Strahler mit $\lambda/4$ in Resonanz und weist etwa 35 Ω Fußpunktimpedanz auf. 14 MHz ergeben hingegen 1 k Ω bis 2 k Ω und damit eine hochohmige Impedanz. Hier arbeitet die Antenne als $\lambda/2$ -Strahler. Bei 10 MHz ist die Antenne mit etwas über $\lambda/3$ nicht resonant und hat eine Impedanz im Bereich von 200 Ω mit großem induktivem Blindanteil. Ähnlich ist die Situation bei 18 MHz, wo die Länge etwa $5/8 \lambda$ beträgt und die Impedanz ebenfalls bei 200 Ω liegt, hier allerdings mit hohem kapazitivem Blindanteil.

In der Praxis treten oft deutlich niedrigere Widerstandswerte auf [1], die sich aber erst durch geringe Streukapazitäten zwischen Vertikaldraht und Erdboden aufgrund der Montagesituation einstellen. Dieser Effekt wurde z. B. bei der Anpassung einer $2 \times 5/8 \lambda$ -Dipolantenne für das

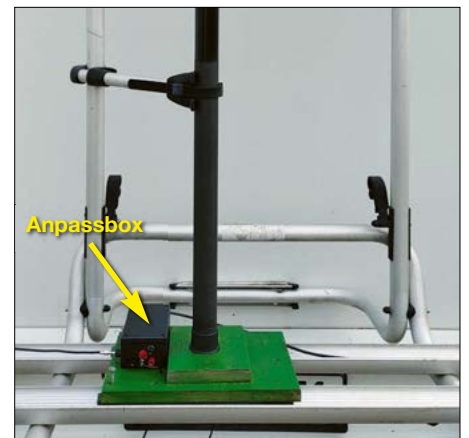


Bild 2: Fußpunkt des auf dem Fahrradträger montierten Vertikalstrahlers

2-m-Band in [2] gezeigt und in [3] für das 70-cm-Band angewendet. Bis 18 MHz erzeugen diese Stromverteilungen Abstrahlungen mit niedrigem Erhebungswinkel zwischen 16° im 17-m-Band und 26° im 40-m-Band – gut für DX-Verbindungen, Bild 4. Betrieb bei höheren Frequenzen ist allerdings weniger attraktiv, da immer mehr Steilstrahlung erzeugt wird, besonders deutlich bei 28 MHz. Hier ist die Vertikalantenne durch Resonanz als Vollwellenstrahler hochohmig mit einer Stromverteilung, die aus zwei Halbwellen besteht. Diese sind allerdings gegenphasig, sodass zum Horizont eine Nullstelle gebildet wird und das Strahlungsdiagramm bis zu 36° nach oben „schießt“.

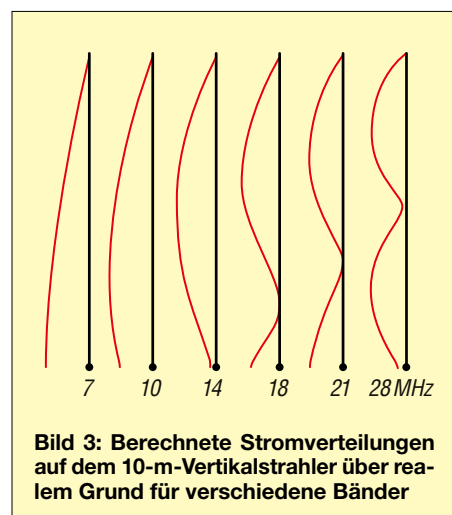


Bild 3: Berechnete Stromverteilungen auf dem 10-m-Vertikalstrahler über realem Grund für verschiedene Bänder

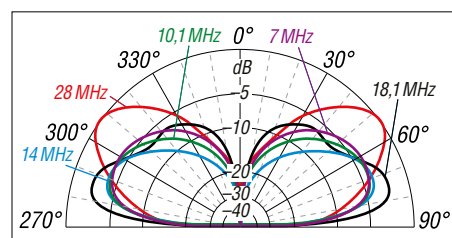


Bild 4: Mit EZNEC berechnete Elevationsdiagramme des 10-m-Vertikalstrahlers über Erdboden; die 0-dB-Linie entspricht einem Gewinn von 3,7 dBi.

Ohne ausgedehntes Erdnetz entstehen wegen der vertikalen Polarisation der Antenne erhebliche Leistungsverluste im Erdboden. Der Antennengewinn liegt deshalb zwischen 7 MHz und 18 MHz nur bei etwa 0 dBi. Wegen der aufwärts gerichteten Strahlungscharakteristik treten bei 28 MHz nur geringe Verluste im Erdboden auf, sodass der Gewinn auf 3,7 dBi steigt.

Gegengewicht

Ein wichtiges Element fehlt aber noch zum Betrieb des Vertikalstrahlers. Bei stationären Antennenanlagen werden Verti-

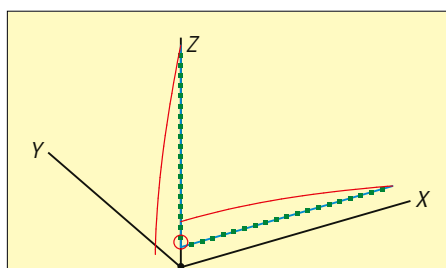


Bild 5: Simulierte Stromverteilung (rot) beim Vertikalstrahler mit gestrecktem Radialdraht in 1 m Höhe über realem Grund ...

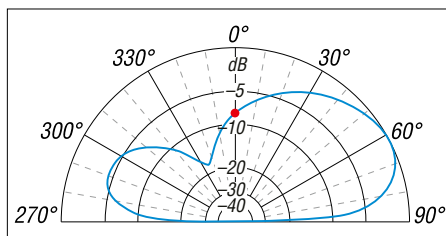


Bild 6: ... und das dazugehörige Strahlungsdiagramm in der X-Z-Ebene

kalantennen meist direkt gegen Erde betrieben, mit ausgedehntem Erdnetz oder wenigstens mehreren Radials über dem Boden [1]. Ein Erdnetz kommt aber für eine Portabelantenne kaum infrage. Ein in den Boden geschlagener Erdspeiß ist jedoch zumindest für das 40-m-Band keine gute Lösung, weil hier ein möglichst kleiner Erdübergangswiderstand nötig ist. Besser geeignet ist ein einzelnes Radial in Form eines horizontal verlegten Drahts. Dies führt zur Anordnung gemäß Bild 7. Der Vertikalstrahler hat seine Anschlussklemme am unteren Ende und dort die Impedanz Z_{vert} gegen den Erdboden. Der horizontale Radialdraht bietet an seiner Anschlussklemme die Impedanz Z_{rad} . Das Radial bildet zusammen mit dem Erdboden eine Leitung mit einem Wellenwiderstand von einigen 100Ω und Leerlauf am Ende.

Die Leitung ist allerdings durch Abstrahlung und Erdbedingungen verlustbehaftet. Ihre Eingangsimpedanz enthält also neben dem Blindwiderstand immer auch einen Wirkwiderstand. Um den Einfluss der Erdverluste niedrig zu halten, sollte die Montagehöhe mindestens 0,5 m betragen.

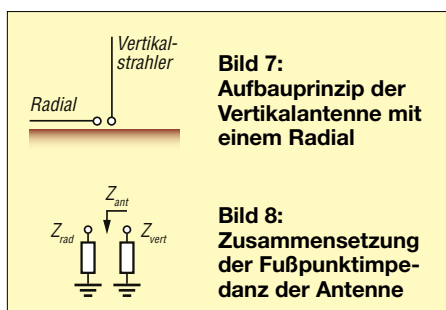


Bild 7: Aufbauprinzip der Vertikalantenne mit einem Radial

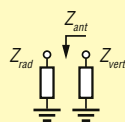


Bild 8: Zusammensetzung der Fußpunktimpedanz der Antenne

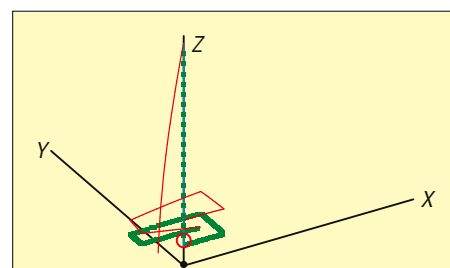


Bild 9: Simulierte Stromverteilung (rot) beim Vertikalstrahler mit gefaltetem Radialdraht in 1 m Höhe über realem Grund ...

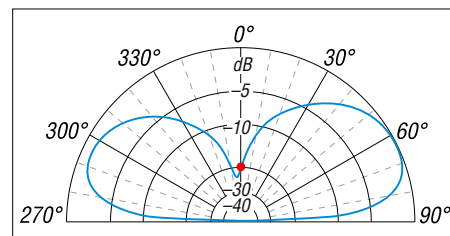


Bild 10: ... und das dazugehörige Strahlungsdiagramm in der X-Z-Ebene

Insbesondere der Blindanteil der Eingangsimpedanz Z_{rad} dieser Leitung hängt von deren elektrischer Länge ab. Bei $\lambda/4$ wird der Leerlauf in eine Impedanz nahe Kurzschluss transformiert – die übliche Dimensionierung der Radials z. B. bei einer Groundplane-Antenne [1].

Die Zusammenschaltung von Vertikal- und Radialdraht ergibt die Fußpunktimpedanz des Antennensystems Z_{ant} , bestehend aus den Impedanzwerten beider Drähte, Bild 8. So erhöht der Wirkwiderstand des Radials die Fußpunktimpedanz, aber ein passend dimensionierter Radialdraht kann z. B. mit einem induktiven Blindanteil seiner Eingangsimpedanz den kapazitiven Blindanteil der Impedanz eines nicht resonanten Vertikalstrahlers kompensieren.

Für das 40-m-Band ist der Vertikaldraht allerdings in Resonanz, sodass keine Kompensation nötig ist. Als ideales Gegengewicht wird ein Kurzschluss, also ein $\lambda/4$ -Radial benötigt, sodass eine Art $\lambda/2$ -Winkeldipol entsteht, siehe Simulationsergebnisse in den Bildern 5 und 6. Am unsymmetrisch verzogenen Strahlungsdiagramm mit starker Strahlung in Z-Richtung erkennt man, dass das Radial erheblich abstrahlt, und zwar mit horizontaler Polarisation und Hauptstrahlrichtung senkrecht nach oben. Dies könnte für Kontakte innerhalb der minimalen Sprungdistanz bzw. für NVIS-Ausbreitung interessant sein. Allerdings habe ich an meinen Portabelstandorten auf Wohnmobilstell- oder Campingplätzen meist gar keine 10 m bis 11 m Platz hinter dem Fahrzeug.

Die Lösung besteht im platzsparenden Falten des Radialdrahtes, siehe Simulationsergebnisse in den Bildern 9 und 10. Weil Ströme auf dem Draht abschnittsweise gegenläufig fließen, hebt sich die Abstrahlung auf den einzelnen Abschnitten des Radials zum großen Teil auf. Dies sorgt dafür, dass der Strahlungswiderstand des Radials fast verschwindet, die Fußpunktimpedanz fällt laut EZNEC-Simulation immerhin um etwa 14 Ω . Der verbleibende Wirkwiderstand der Radialimpedanz geht hauptsächlich auf das Konto der Erdverluste. Der reduzierte Strahlungswiderstand passt zur deutlichen

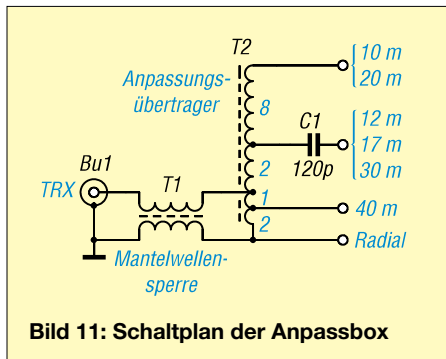


Bild 11: Schaltplan der Anpassbox

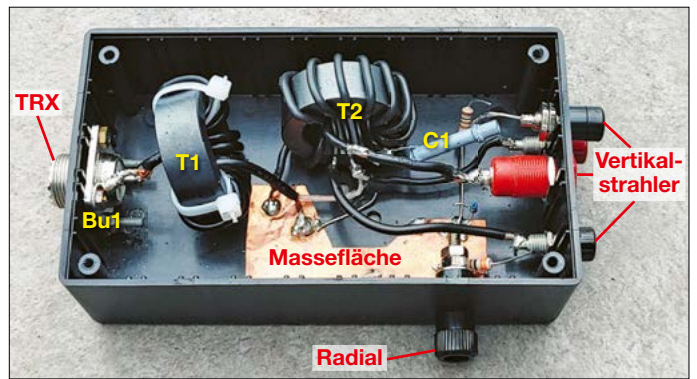
Absenkung der Senkrechtstrahlung, wodurch das resultierende Strahlungsdiagramm nahezu symmetrisch erscheint. Die Simulation mit einem realistischeren Drahtmodell für den Vertikalstrahler mit Dachkapazität und Drahtschleife am unteren Ende bestätigte die Richtigkeit der Wahl des gefalteten Radials für das 40-m-Band. Allerdings zeigte sich auch, dass für Bänder oberhalb von 7 MHz jeweils andere Längen des Radialdrahtes nötig wären, um eine Kompensation des Blindanteils der Vertikalstrahlerimpedanz zu erzielen.

Anpassungsschaltung

Zunächst führte ich mithilfe eines kalibrierten, vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) Messungen der Fußpunktimpedanz Z_{ant} durch. Um das unmittelbare Nahfeld der Antenne nicht übermäßig zu beeinflussen, wurde der VNA in 5 m Entfernung platziert und über eine Koaxialleitung angeschlossen. Deren Innen- und Außenleiter verband ich unter Zwischenschaltung einer Mantelwellensperre auf der Holzplatte mit dem Vertikal- bzw. dem Radialdraht.

Das Ganze erfolgte mit verschiedenen Längen und jeweils auch mit gefalteten Radials. Bei Radiallängen zwischen 5 m und 11 m verwendete ich fünf Stützen mit jeweils 1 m Höhe – dies sind die gelben Stangen in Bild 1 –, um den Radialdraht entsprechend dem Faltmuster von Bild 9

Bild 12: Praktische Ausführung der Anpassbox für die Mehrband-Vertikalantenne



zu halten. Bei kürzeren Radialdrähten erfolgte die Befestigung der Faltung auf nur drei Stützen.

Eine Länge von 6 m erwies sich als guter Kompromiss. Bei 14 MHz war die Impedanz des Radials genügend niedrig, um die hochohmige $\lambda/2$ -Resonanz effektiv anzuregen, ebenso wie bei 28 MHz die Ganzwellenresonanz. Bei 10,1 MHz und 18,1 MHz blieb jeweils ein induktiver Blindwiderstand bis zu etwa 150 Ω neben einem Wirkwiderstand von etwa 200 Ω . Das Radial führte also bei 18,1 MHz zu einer Überkompensation des kapazitiven Blindanteils des $5/8$ - λ -Vertikalstrahlers. Um ohne einen Wechsel des Radials auf 11 m Länge auch das 40-m-Band abzudecken, lässt sich der 6 m lange Radialdraht durch eine 9- μH -Spule elektrisch verlängern, was allerdings zu einer geringen Einbuße von Bandbreite führt.

Es war also sinnvoll, eine geeignete Anpassungsschaltung aufzubauen. Die betreffende Box, Bild 12, enthält neben der Mantelwellensperre T1 auf einem Ringkern FT140-43 einen Übertrager T2 in Spar-Transformatorschaltung mit insgesamt 13 Windungen, ebenfalls auf einem FT140-43. Die unterschiedlichen Impedanzwerte von etwa 30 Ω bei 7 MHz, 60 Ω bei 21 MHz, 200 Ω bei 10,1 MHz und 18,1 MHz sowie 1000 Ω bei 14 MHz und 28 MHz werden durch entsprechende Anzapfungen transformiert.

In Bild 11 ist der Schaltplan der Anpassbox zu sehen. Die Ziffern am Übertrager stehen für die jeweilige Windungszahl zwischen den Anschlüssen bzw. Anzapfungen. Während die SO239-Buchse Bu1 für die 50- Ω -Koaxialleitung zum Transceiver an der dritten Windung angeschlossen ist, liegt der Draht des Vertikalstrahlers für das 40-m-Band bei der zweiten Windung. Arbeitet die Antenne im 30-m-, 17-m- oder 12-m-Band, erfolgt der Anschluss an die Anzapfung nach fünf Windungen, für das 20-m- oder 10-m-Band an die letzte der 13 Windungen.

Der induktive Blindanteil der Strahlerimpedanz bei 10,1 MHz, 18,1 MHz und

24,9 MHz wird durch den 120-pF-Kondensator C1 kompensiert. Dementsprechend kommen insgesamt drei 4-mm-Bananenbuchsen für den Anschluss des Vertikaldrahts an einer Seite der Box zum Einsatz. Der Draht des Radials wird ebenfalls über eine solche Bananenbuchse mit der Anpassschaltung verbunden. In Bild 12 erkennt man noch einige kleine Schichtwiderstände, die zum Test der Transformation an die entsprechenden Ausgänge angelegt werden können.

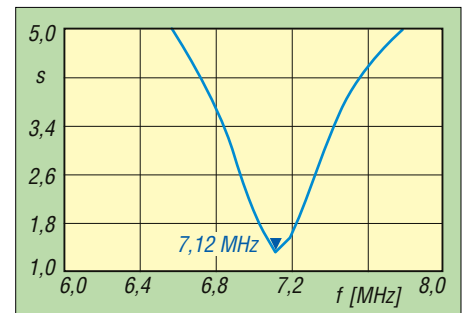


Bild 13: Gemessener SWV-Verlauf im 40-m-Band, ...

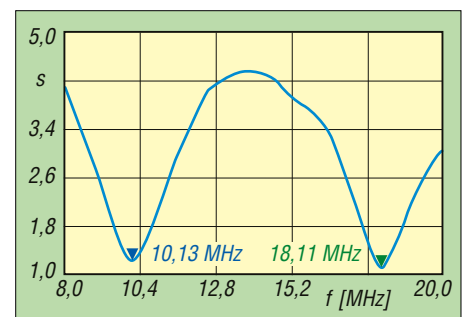


Bild 14: ... im 30-m- und 17-m-Band ...

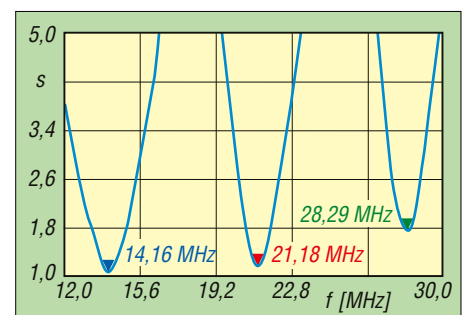


Bild 15: ... sowie im 20-m-, 15-m- und 10-m-Band

Beim Anlegen eines 1-k Ω -Testwiderstands an den Ausgang für die oberen Bänder ergab die Transformation bei 14 MHz eine Anschlussimpedanz $Z = 41 \Omega + j21 \Omega$. Die magnetischen Verluste des Kerns senken die Eingangsimpedanz leicht ab. Zusätzlich steuert der Übertrager ausgangseitig noch eine Streuinduktivität von etwa 4,5 μH bei. Diese wirkt für den Vertikalstrahler bei 14 MHz wie eine Spule am Fußpunkt, die die Resonanz des $\lambda/2$ -Strahlers um etwa 100 kHz verschiebt. Bei den anderen Übertrageranzapfungen machte sich die Streuinduktivität nicht so deutlich bemerkbar.

Ergebnisse der SWV-Messungen

Mit der gleichen Messschaltung wie zuvor habe ich die resultierende Impedanz an den 50- Ω -Anschlüssen des Übertragers der Anpassbox gemessen, während der Vertikaldraht je nach Betriebsfrequenz in die entsprechende Buchse gesteckt war. Das 6 m lange Radial bestand aus 2,5-mm²-Schaltlitze und wurde wie in Bild 1 auf fünf Stützen gefaltet verlegt. Die Länge der jeweiligen Abschnitte, gemessen ab Anpassbox, betrugen 1,55 m, 0,9 m, 1,75 m, 0,4 m und 1,4 m. Nahe der Anpassbox war die Verlängerungsspule für das 40-m-Band eingeschleift, die ich für die höheren Bänder überbrückt habe. Diese Spule hat 22 Wdg. bei 15 cm Wicklungslänge und ist auf einem HT-Rohr mit 50 mm Durchmesser aufgebracht. Die Messergebnisse sind in Bild 13 als SWV-Verläufe dargestellt. Es wurden fast alle KW-Bänder zwischen 7 MHz und 28 MHz mit brauchbarer Anpassung abgedeckt. Die Ausnahme bildete das hier nicht dargestellte 12-m-Band, für das ein deutlich kürzerer Radialdraht nötig gewesen wäre.

Die Verhältnisse im 15-m-Band stellten eine Besonderheit dar. Eigentlich sollte ein $3/4\lambda$ -Strahler niederohmig sein, aber Anpassung ergab sich hier am hochohmigen Transformatoranschluss. Die Simulation mit dem realistischen Drahtmodell der Antenne zeigte in diesem Band, dass der Radialdraht in $\lambda/2$ -Resonanz arbeitete, wo im Strombauch ein mehrfach höherer Strom floss als auf dem Vertikaldraht. Die Rollen von Strahler und Gegengewicht schienen daher vertauscht zu sein. Das resultierende Strahlungsdiagramm wurde mehr vom Radial bestimmt als vom Vertikaldraht und war deshalb relativ steil aufwärts gerichtet und weniger für DX-Betrieb geeignet. Um in den „richtigen“ Antennenmodus mit hohem Strom auf dem Vertikalstrahler zu gelangen, musste das Radial also verkürzt werden, in die-

sem Fall auf $\lambda/4$. Das Messergebnis für eine Länge von 3,7 m Länge zeigt Bild 16. Ebenso dokumentiert Bild 17 auch für das 12-m-Band eine gute Anpassung durch ein auf 2,65 m verkürztes Radial.

Für das 40-m-Band lag aufgrund der gewählten Induktivität der Spule die beste Anpassung bei etwa 7,15 MHz. Für dieses und das 30-m- sowie 17-m-Band gilt, dass eine Veränderung der Verlegung des Radials eine leichte Verschiebung der Frequenzen des SWV-Minimums bewirken kann. Wenn die Faltung weniger eng ist, sinkt die Frequenz. Im Extremfall, also bei gestreckter Verlegung, sinken die Frequenzen um 30 kHz bei 7 MHz und um 150 kHz bei 18,1 MHz. Das SWV-Minimum im 20-m- und 10-m-Band ist hingegen kaum von der Verlegung des Radials abhängig.

Je nach örtlicher Gegebenheit könnten auch andere Faltungen nötig werden, z. B. eine Verlegung des Radialdrahts seitlich zum Wohnmobil. Solche Varianten zeigten ebenfalls nur geringe Verschiebungen in der Anpassungscharakteristik.

Tipps zur Dimensionierung

Näherungsweise lässt sich die Antenne durch das Skalieren aller Längen auch für andere Frequenzen dimensionieren. So wird z. B. mit dem Verkleinerungsfaktor 0,78 auf die Drahtlängen und die Höhe über dem Boden die $\lambda/2$ -Frequenz von 14,1 MHz auf 18,1 MHz verschoben und die neue Impedanz ergibt sich praktisch genauso wie bei 14,1 MHz. Allerdings

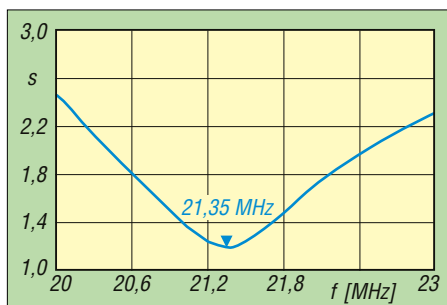


Bild 16: An der Anpassbox gemessenes SWV für das 15-m-Band mit 3,7-m-Radial

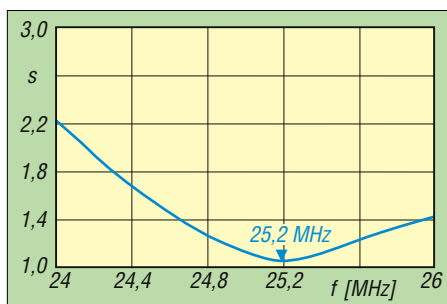


Bild 17: Gemessener SWV-Verlauf für das 12-m-Band bei angeschlossenem 2,65-m-Radial

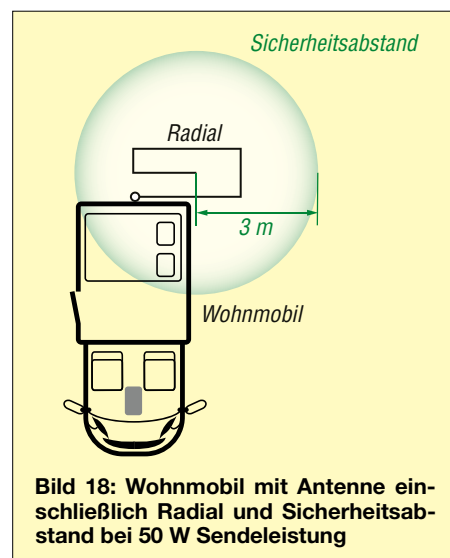


Bild 18: Wohnmobil mit Antenne einschließlich Radial und Sicherheitsabstand bei 50 W Sendeleistung

passt diese Skalierung bei den anderen Bändern nur ungefähr. Der Vertikaldraht ist im 15-m-Band dann etwas kürzer als $5/8 \lambda$ und im 20-m-Band erscheint er elektrisch etwas länger als bei der ursprünglichen Dimensionierung, was leichte Verschiebungen der Antennenimpedanz zur Folge hat. Eine neue Optimierung der Länge des Radials ist deshalb nötig, aber in jedem Fall ist auch eine Modifikation der Anpassbox in Betracht zu ziehen.

Sicherheitsabstand

Mit dem EZNEC-Simulationsmodell habe ich auch die Feldstärkewerte im Umfeld der Antenne berechnet, um die Grenzen für den sicheren Aufenthalt zu bestimmen. Der Sicherheitsabstand wird auf allen Bändern vom starken elektrischen Feld des Radials bestimmt, das erwartungsgemäß an dessen leerlaufendem Ende am höchsten ist. Im 40-m-Band ergeben sich dort die höchsten Feldstärkewerte. Der Sicherheitsabstand, der daraus resultiert, ist in Bild 18 grün markiert.

Dieser Bereich von etwa 3 m Radius um das Ende des Radials darf bei Betrieb mit 50 W (CW oder SSB) auf dem 40-m-Band nicht betreten werden, um die Personenschutzanforderungen zu erfüllen.

Bei den höheren Bändern mit Ausnahme des 15-m-Bandes reduziert sich der Sicherheitsabstand auf einen Radius von etwa 2,5 m.

dk3ba@darc.de

Literatur

- [1] Kruschke, A., DJ0TR (Hrsg.): Rothammels Antennenbuch. 13. Auflage, DARC-Verlag, Baunatal, 2013, Kapitel 19: Vertikale HF-Monobandantennen, Kapitel 23: Rundstrahlantennen für VHF und UHF; FA-Leserservice → [D-RH13](#)
- [2] Solbach, K., DK3BA: Vertikaler $2 \times 5/8\lambda$ -Lambda Dipol für das 2-m-Band. CQ DL 95 (2024) H. 7, S. 29–33
- [3] Solbach, K., DK3BA: Leichter Dipol für 2 m/70 cm mit verbesserter Anpassung. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 5, S. 372–374

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ AATiS-Infobrief 2025

Dieser Ausgabe des FUNKAMATEUR ist für alle AATiS-Mitglieder der AATiS-Infobrief 2025 beigelegt. Darin befindet sich die Einladung zur Mitgliederversammlung 2025 am 7.3. ab 15 Uhr im Bildungshaus Zeppelin in Goslar. Das Programm zum Bundeskongress, der ab 19.15 Uhr nach dem Abendessen am selben Ort stattfindet, befindet sich ebenfalls im Infobrief, sowie die Jahresrechnung für den unveränderten Mitgliedsbeitrag 2025.

Sollten Sie AATiS-Mitglied sein und der Infobrief nicht als Einleger beiliegen, bitte ich um Mitteilung an: dl3kat@aatis.de

Günther Mester, DL3KAT

2. Vorsitzender AATiS e.V.



Bildungshaus Zeppelin in Goslar

Foto: AATiS

■ Anmeldung zum 40. AATiS-Bundeskongress

Auch in diesem Jahr wird wieder ein breites Themenspektrum in Form von Vorträgen und Workshops angeboten, die im letzten AATiS-QTC schon angekündigt wurden. Programmänderungen beim Bundeskongress sind nicht auszuschließen. Aus diesem Grund bitten wir Sie, sich über den aktuellen Stand auf der AATiS-Website www.aatis.de zu informieren. Dort finden Sie auch Kurzbeschreibungen der Veranstaltungen und das Anmeldeformular mit den Unterbringungskosten. Bitte beachten Sie auch die Stornierungsregelung. Da der Bundeskongress erfahrungsgemäß sehr schnell ausgebucht ist, empfiehlt sich eine zeitnahe Anmeldung. Die Anmeldefrist endet am 13.2.

Auf dem Bundeskongress kann nur ein geringer Teil unserer Bausätze angeboten werden. Daher liegt der Schwerpunkt auf unseren neu entwickelten Bausätzen. Wenn Sie sichergehen möchten, einen bestimmten Bausatz zu erhalten, empfiehlt sich eine Vorbestellung bis zum 28.2. an folgende E-Mail-Adresse: bestellung@aatis.de



■ Mitgliederversammlung

Vor dem eigentlichen Start des Bundeskongresses findet am 7.3. ab 15 Uhr in Goslar auch die alljährliche Mitgliederversammlung des AATiS e.V. statt. In diesem Jahr stehen turnusgemäß die Neuwahlen des Vorstands an. Kandidatenmeldungen bitte an Michael Kamla, dk3vk@dark.de richten. Anträge an die Mitgliederversammlung müssen bis zum 21.2. schriftlich an dl3kat@aatis.de eingereicht werden.

■ Neue Ausschreibung für den Europatag der Schulstationen



Um die Teilnahme am jährlichen Europatag der Schulstationen am 5. Mai zu vereinfachen

und auch im europäischen Umland attraktiver zu machen, wurden die Teilnahmeregeln für den Europatag überarbeitet. Der neue Ausschreibungstext lässt sich nun auf der AATiS-Website unter *Projekte/Aktivitäten* einsehen und herunterladen.

Für den Europatag gibt es für die Einsendung der Logs jetzt auch eine eigene Mailadresse: europatag@aatis.de. Für Anfragen zum Thema Schul- und Hochschulstationen, z.B. Schulstationsliste, kann die E-Mail-Adresse schoolstations@aatis.de genutzt werden.

■ Bewerbungen für das Startpaket für Schulstationen

Die Neueinrichtung und Reaktivierung von Schulstationen wird vom AATiS mit Unterstützung des DARC-Verlags und des FUNKAMATEUR mit einem Startpaket im Wert

Zur Förderung des Photonik-Projekts liegen dem Startpaket in diesem Jahr auch zwei Bausätze AS805 ELiSe 2.0 zum Aufbau des Photonik-Communicators bei. Damit können lizenzfrei Versuche zur Sprach- und Datenübertragung mit Licht über mehrere Kilometer durchgeführt werden.

Die neuen Regelungen für den Ausbildungsfunkbetrieb und die relativ niedrigeren Anforderungen für die neue N-Lizenz machen den Betrieb einer Schulstation attraktiver als je zuvor. Die Förderungsbedingungen und der genaue Umfang des Pakets sind auf der Website des AATiS nachzulesen. Ein Bewerbungsformular kann unverbindlich bei dl3hrt@aatis.de angefordert werden.

■ Livestream des Afu-Stammtisches vom 8.12.2024

In der dritten Sendung des Afu-Stammtisches ging es um die Themen Nachwuchsgewinnung und die Zukunft des Amateurfunks. Gäste waren Prof. Dr. Matthias Jung, DL9MJ (DARC AJW-Referat und Afu-Lernplattform 50 Ohm), Oliver Amend, DG9BCE (Amateur Radio on the International Space Station, ARISS) und Günther Mester (AATiS e.V.). Moderiert wurde die Sendung von Marco Holten, DL1OHM und Uwe Guzman, DD7GU.

In einem entspannten Rahmen und lockerem Gesprächston berichteten die Teilnehmer über ihre unterschiedlichen Ansätze, Zusammenarbeit und Synergien bei der Gewinnung von Nachwuchs für Amateurfunk und MINT-Berufe sowie zukünftige Aktivitäten und beantworteten dazu auch Zuschauerfragen.

Fazit: Mit den Aktivitäten des DARC-AJW-Referats, AATiS, ARISS und deren Unterstützung durch die AMSAT ist die Nachwuchsarbeit für den Amateurfunk gut aufgestellt und hat Vorbildcharakter, welcher auch im Ausland Anerkennung findet.

Die neue Einsteigerklasse N zeigt Wirkung und motiviert durch das Erfolgserlebnis der Prüfung für die Erlangung einer höheren Lizenzklasse nach kurzer Zeit. Dass vier der Teilnehmer an der Sendung aus unterschiedlichen Organisationen gleichzeitig auch AATiS-Mitglieder sind, spiegelt die gelungene Multiplikatorenarbeit des AATiS wider.



Screenshot der
Sendung vom 8.12.

von rund 900 €. gefördert. Dieses Paket enthält neben aktueller Ausbildungsliteratur, Bausätzen und zwei Lötstationen auch zwei VHF/UHF-Funkgeräte.

Wer die Folge verpasst hat, kann sie auf www.youtube.com/watch?v=uw3SiZQysMk nachschauen. Die nächsten Sendetermine sind für den 9.2. und den 23.2. geplant.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ Stabo Freetalk Com III

Von den drei Jedermann-Funkanwendungen hat PMR446 mit bis zu 32 Kanälen bei 446 MHz hierzulande die größte Verbreitung. Die kleinen Handfunkgeräte lassen sich überall einsetzen, um per Sprechfunk ohne Zusatzkosten und unabhängig von Telekommunikationsnetzen miteinander in Kontakt zu treten. Dabei geht es bei diesem Kurzstreckenfunk, so die offizielle Bezeichnung bei der BNetzA, vor allem um den Informationsaustausch im näheren Umfeld. PMR446-Handfunkgeräte eignen sich auch gut für den sogenannten *Bürgerfunk* in der Nachbarschaft. Die Hildesheimer *Stabo Elektronik GmbH* engagiert sich seit Einführung des Jedermannfunks in Deutschland in diesem Bereich und hat inzwischen Geräte für CB-Funk, Freenet und PMR446 im Angebot. Zum Jahresbeginn sind drei neue Modelle hinzugekommen.

Das *Stabo Freetalk Com III* setzt eine erfolgreiche Modellreihe fort und wendet sich laut Hersteller primär an Anwender im professionellen Umfeld, etwa bei Veranstaltungen, im Logistikbereich oder auf Baustellen. Entsprechend kommt das Handfunkgerät in einem robusten Kunststoffgehäuse daher, das gemäß IP54 staub- und spritzwassergeschützt ist. Das *Freetalk Com III* hat inklusive der zulassungsgemäß nicht abnehmbaren Antenne die Abmessungen 55 mm × 31 mm × 165 mm (Breite × Tiefe × Höhe) und eine Masse von 175 g, einschließlich Lithium-Ionen-Akkumulator (3,7 V, 1700 mAh). Letzterer wird auf der Geräterückseite angesteckt und über eine eigene USB-C-Buchse geladen; ein geeignetes 230-V-

Steckerladegerät gehört zum Lieferumfang. Eine LED neben der Ladebuchse signalisiert rot den noch laufenden Ladevorgang und leuchtet grün nach dessen Abschluss. Die eingebaute elektronische Stromsparschaltung des *Freetalk Com III* aktiviert sich automatisch, sobald 5 s lang kein Signal empfangen wird. Eine rot blinkende LED fordert rechtzeitig zum Aufladen des Akkumulators auf.

■ Ausstattung

Gesendet wird mit 500 mW in FM auf den 16 zugelassenen PMR446-Kanälen. Für die Bedienung stehen auf der Frontseite zwischen



Stabos neues PMR446-Handfunkgerät *Freetalk Com III* wendet sich auch an Nutzer im beruflichen Umfeld. Das robuste Gehäuse ist gemäß IP54 staub- und spritzwassergeschützt. Werkfotos

dem LC-Display und dem Lautsprecher sechs Tasten bereit. Darüber sind Grundfunktionen wie die Einstellung von Kanal und Lautstärke direkt zugänglich. Zu weiteren Optionen gelangt man über das Einstellmenü, etwa für die VOX-Funktion mit neun Ansprechstufen oder CTCSS/DCS. Für letztere stehen bei CTCSS 38 Töne und bei DCS 83 Digitalcodes bereit, die sich über das Menü einem Funkkanal zuweisen lassen. Dies ist jederzeit direkt am Gerät möglich, sodass man hierfür ohne eine externe Programmiersoftware auskommt.

Zur weiteren Ausstattung gehören PTT-Taste, Anschlussbuchsen für eine externe Lautsprecher/Mikrofon-Kombination, Roger Beep (abschaltbar), Tastenton (abschaltbar), Monitor-taste zum manuellen Öffnen der automatischen Rauschsperrung, Kanalsuchlauf, Tastensperre (außer PTT und an/aus). Interessant ist eine drahtlose Klon-Funktion, das sogenannte *Wireless Pairing*. Damit lassen sich die Einstellungen eines *Freetalk Com III* auf weitere Exemplare dieses Modells (vermutlich per NFC) übertragen. So braucht man immer nur das „Master-Gerät“ etwa mit Einstellungen für VOX und CTCSS zu programmieren und gibt diese anschließend an baugleiche „Slave-Geräte“ weiter.

Stabo liefert das *Freetalk Com III* im Set für rund 160 € in einem Transportkoffer mit zwei Funkgeräten und allem Zubehör. Dazu gehören je zwei 1700-mAh-Lithium-Ionen-Akku-



Das Geräteset umfasst in einem Transportkoffer zwei Handfunkgeräte *Freetalk Com III* sowie jeweils zwei Akkumulatoren, USB-C-Ladegeräte, Gürtelclips, Schutztaschen und Trageschlaufen.

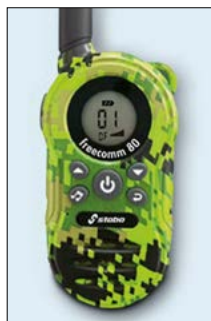
mulatoren, Steckernetzteile, USB-C-Ladekabel, Gürtelclips, Trageschlaufen und Schutztaschen. Außerdem liegt eine gedruckte Bedienungsanleitung bei. Das Einzelgerät mit Zubehör ist im Funkfachhandel für rund 70 € erhältlich.

■ Stabo Freecom 80 und 330

Die neuen PMR446-Handfunkgeräte *Stabo Freecom 80* (35 €) und *Stabo Freecom 330* (50 €) sind primär für den Einsatz im Freizeitbereich konzipiert. Im Vergleich ist das *Freecom 330* mit acht weiteren Funkkanälen, LED-Taschenlampe und Kanalsuchlauf ausgestattet. Für die Hälfte der Funkkanäle sind CTCSS/DCS-Codes vorprogrammiert. Die Funkeigenschaften beider Modelle sind identisch.

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz)
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgieunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
5. 4.	CB-Funkstaffel 2025, www.funkstaffel.de



Die im Vergleich zum *Freecom 80* in Details erweiterte Ausstattung des *Freecom 330* umfasst mehr Funkkanäle, eine LED-Taschenlampe sowie auf einigen Kanälen vorprogrammierte CTCSS- bzw. DCS-Codes.

PMR446-Einsteigern bietet Stabos *Freecom 80* ein FM-Handfunkgerät mit Grundausrüstung und einfacher Bedienung. Zur Stromversorgung dienen vier AAA-Zellen.



Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0400-2300	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0500-0525	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0525-0530	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0530-0725	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0757	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0700-0725	Radio Rumänien International – 11 620
0700-0800	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0700-2000	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0725-0730	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0730-1000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0900; D-o)
0758-1600	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0758-1700	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0800-1800	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0820-0830	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0900-1000	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0900-1000	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0900-1030	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0900-1100	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0900-2100	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2200)
0930-1030	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
1000-1100	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
1000-1100	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1100-1127	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1100-1200	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1100-1200	Kölsch in die Welt – 9670 (So; D-r)
1100-1200	Radio Joystick – 9600 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1200	Radio Power Rumpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6095 (1. Sa im Quartal; D-n)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (1. So im Quartal; D-g)
1100-1200	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1100-1600	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1130-1200	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1200-1300	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1200-1300	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1200-1400	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-)
1230-1325	Stimme der Türkei – 15 270
1300-1327	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1300-1400	Radio Power Rumpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1300-1400	Korches-Radio – 6070 (2. + 3. So/Monat; D-r)
1300-1430	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1300-1500	JAKE-FM – 6070, 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1330-1400	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1400-1800	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1830; D-o via HCJB)
1430-1457	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1500-1555	Radio Rumänien International – 15 250
1558-0100	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 6170, 9425
1600-1700	Radio DARC – 6070, 9670 (Mo; D-r)
1600-1700	Radio Öömrang – 15 215 (21. 2., u. a. Friesisch; FRA)
1600-1757	Radio China International – 5970, 7380 (Musikprogramm)
1700-1730	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1800	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1700-1800	Radio Power Rumpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1700-1800	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1700-2000	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1700-2300	Radio Sylvia – 3955 (-1900), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1800-1827	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1800-1830	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1800-1855	Stimme Koreas – 6170, 9425
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 6160, 7305 , 9615 (Musikprogramm)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1855	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11885
1830-1925	Stimme der Türkei – 5945
1855-1900	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Radio Rumänien International – 6180 (zzt. inaktiv)
1900-1955	Stimme Koreas – 6170, 9425
1900-2000	Radio DARC – 3955 (D-r)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
1900-2000	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1905-1935	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Platdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1935-2100	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1900-; D-o)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2100-2200	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2200-2300	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2200-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2200-0559	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl.; D-ws)
1900-1955	Radio Rumänien International – 7235

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

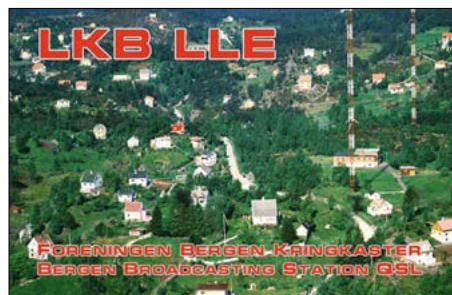
BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -g Gera,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg,
-r Rohrbach, -w Winsen/Aller,
-ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fettdruck**
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ Guter Empfang aus Woofferton

Wie in FA 1/25 in dieser Rubrik berichtet, lässt *Radio DARC* sein einstündiges Informationsprogramm für Funkamateure und Kurzwellenhörer seit dem 5. 1. dieses Jahres sonntags von 11 bis 12 Uhr auf 9670 kHz über einen 125-kW-Sender im englischen Woofferton in Richtung Deutschland ausstrahlen. Der Wechsel des Senderstandortes war nötig, da die bisher genutzte Kurzwellenstation im österreichischen Moosbrunn am 31.12.2024 stillgelegt wurde.



Elektronische QSL-Karte der Bergen Broadcasting Station, LKB und LLE, die auch das Musikprogramm von Northern Star erstellt. Für 2025 ist eine neue Ausstrahlung auf Mittelwelle vom Standort Nord Erdal geplant, die Frequenz hat die norwegische Frequenzbehörde noch nicht mitgeteilt.

In der Sendung von *Radio DARC* am 12. 1. berichtete Chefredakteur Rainer Englert, DF2NU, über erste Erfahrungen mit der neuen Ausstrahlung aus Woofferton. Demnach hatte sich ein Stationstechniker gemeldet und berichtet, dass die Erstsending beinahe ausgefallen wäre. Überflutungen und ein andauernder schwerer Sturm im Westen Englands hatten sieben der 35 Vorhangantennen beschädigt, darunter die für die Sendung von *Radio DARC* in Richtung Deutschland vorgesehene. Eine umgehende Reparatur war wegen des Sturms und heftiger Schneefälle nicht möglich. Daher musste man in Woofferton kurzfristig einen anderen Sender mit einer Vorhangantenne aufschalten, die nicht optimal nach Deutschland ausgerichtet war. Immerhin: Dank des Engagements der Techniker der Sendestelle Woofferton konnte die Erstsending trotzdem zum erwarteten Zeitpunkt auf der geplanten Frequenz im 31-m-Band stattfinden.

Diese ist bei den Hörerinnen und Hörern im Wortsinn offenbar sehr gut angekommen. Über deutlich mehr als 1000 per E-Mail eingegangene Empfangsbeobachtungen berichtete DF2NU. Dies sei ein deutlicher Beleg dafür, dass das wöchentlich ehrenamtlich erstellte Informationsmagazin von und für Funkamateure von vielen Interessierten auf Kurzwelle gehört werde. Zudem sei die Resonanz auf die neue Sendestelle ganz überwiegend positiv: Der Empfang habe sich bei fast allen Hörern deutlich verbessert, nur ganz selten



Digitale QSL-Karte von Jake FM für die Ausstrahlung anlässlich des sechsten 100-kW-Marathons. Dieser kam am 26.12.2024 letztmals über die Kurzwellen-Sendestelle Moosbrunn.

QSLs: DL1AX

wurde über eine Verschlechterung gegenüber Moosbrunn berichtet.

Dieses Ergebnis sei laut DF2NU zu erwarten, da auf 31 m zumeist weniger lokale Empfangsstörungen als auf 49 m auftreten. Der Empfang hat sich vor allem in Süd- und Westdeutschland verbessert. Weniger gut als erwartet ist die Signalqualität im östlichen Mittelmeer und im Nahen Osten. Dagegen berichteten Hörer aus Indien und Pakistan über einen lesbaren Empfang, während in Australien und Neuseeland nicht mehr viel vom Signal aus Woofferton aufzunehmen war. *Radio DARC* bittet um weitere Empfangsberichte an radio@dar.de, denn vielleicht lassen sich noch Details der Ausstrahlung optimieren.

Über den Einsatz eines ebenfalls neuen Kurzwellensenders, gefertigt von K7DYY, berichtete Sverre Martinsen von der privaten norwegischen Station *Northern Star*. Man sendet weiterhin aus Nord Erdal auf 5895 kHz über eine *Inverted-V*-Drahtantenne und hat am 23. 12. mit Testsendungen begonnen, die in weiten Teilen Europas aufzunehmen sind. Die höhere Sendeleistung von nun 400 W (zuvor 30 W) sowie eine verbesserte Audioqualität brachten zahlreiche Empfangsberichte, die die Station über die E-Mail-Adresse 1000@northernstar.no erreichen. Sverre Martinsen ist



RealMix Radio bestätigt Empfangsberichte mit einer solchen eQSL-Karte. QSL: Manuel Méndez

selbst langjähriger BC-DXer und bestätigt per elektronischer QSL. Gesendet wird täglich von 0559 UTC bis 2305 UTC.

Ob *Northern Star* auch anlässlich des von der UNESCO ausgerufenen Weltradiotags (*World Radio Day*, WRD) eine Sondersendung ausstrahlt, stand bei Redaktionsschluss noch nicht fest. Dieser Gedenktag findet jährlich am 13. 2. statt, in diesem Jahr an einem Donnerstags. Weitere Informationen dazu stehen unter

www.unesco.org/en/days/world-radio online. In der Vergangenheit haben auch einige Kurzwellenstationen den Weltradiotag für Sondersendungen genutzt. Nicht zu verwechseln ist dieser mit dem *World Amateur Radio Day* (WARD) am 18. 4. eines jeden Jahres. An beiden Gedenktagen ist mit Aktivitäten von Amateurfunk-Sonderstationen auf den Kurzwellenbändern zu rechnen, erkennbar am Suffix WRD oder WARD.

Aus Finnland sendet *RealMix Radio* mit 100 W weiterhin unregelmäßig auf 6185 kHz im 49-m-Band. Die kürzlich erneuerte Sendelizenz ermöglicht der von einem jungen Radiofan betriebenen Station den Betrieb im Februar an Samstagen und Sonntagen sowie in der kompletten letzten Woche des Monats. Im Frühjahr könnte ein neuer 250-W-Sender für besseren Empfang auf Kurzwelle sorgen. Empfangsberichte an realmix.sw@gmail.com sind willkommen und werden per elektronischer QSL bestätigt, wie der spanische Wellenjäger Manuel Méndez in der E-Mail-Gruppe des *British DX Club* berichtete.

■ Interessante Mittelwellen

Wie das WRTH berichtete, hat der *BBC World Service* als Reaktion auf die Ereignisse in Syrien die Mittelwellenausstrahlungen über Sendeanlagen auf Zypern wieder aufgenommen. Gesendet wird auf 639 kHz und 720 kHz wie folgt: 0600 UTC bis 0630 UTC Arabisch, 0630 UTC bis 0700 UTC Englisch, 0700 UTC bis 0730 UTC Arabisch, 1300 UTC bis 1430 UTC montags bis freitags Arabisch, 1300 UTC bis 1400 UTC samstags und sonntags Arabisch, 1400 UTC bis 1500 UTC samstags und sonntags Englisch, 1430 UTC bis 1500 UTC montags bis freitags Englisch, 1500 UTC bis 1530 UTC Arabisch, 1530 UTC bis 1700 UTC Englisch, 1700 UTC bis 1730 UTC Arabisch, 1730 UTC bis 1800 UTC Englisch, 1800 UTC bis 1930 UTC montags bis freitags Arabisch, 1800 UTC bis 1900 UTC samstags und sonntags Arabisch, 1900 UTC bis 1930 UTC samstags und sonntags Englisch. Laut *British DX Club* leisten beide Sender 250 kW und haben ihren Standort auf dem Gelände der von *Encompass* auf Zypern betriebenen Relaisstation. Die Antennenmasten stehen direkt am Mittelmeer innerhalb der britischen Militärbasis Akrotiri, gelegen etwas südlich von Limassol.

Radio Caroline North hat weitere Sendungen auf 648 kHz über Radio Caroline sowie auf 1368 kHz über Manx Radio angekündigt. Die Programmübernahmen laufen an den Wochenenden 8. 2. und 9. 2. sowie 8. 3. und 9. 3., außerdem über Ostern vom 18. 4. bis 20. 4.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung Februar 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Die hohe Sonnenaktivität im letzten Oktober war möglicherweise ein Vorbote für einen weiteren Aufschwung in diesem Sonnenfleckenzyklus. Bis zum Jahresende war der Trend unregelmäßig mit abwechselnd langen geomagnetisch ruhigen und gestörten Intervallen. Im Jahr 2024 wurden immerhin 30 Auroras, manchmal bis Mitteleuropa sichtbar, gezählt.

Allerdings bestand die größte Überraschung in der großen Zahl von SAR-Beobachtungen (*Stable Auroral Red Arc*) am 1. Januar des neuen Jahres sowie am 2. Januar in abgeschwächter Ausdehnung.

SARs sind keine Auroras. Letztere treten auf, wenn geladene Teilchen aus dem Weltall mit der oberen Atmosphäre wechselwirken und

diese zum Glühen bringen. Die Quelle für SAR-Bogenentladungen liegt tiefer. SARs leuchten, wenn thermische Energie vom Million-Ampere-Ringstromsystem der Erde austritt. Wenn das passiert, bewegen sich heiße Elektronen entlang magnetischer Feldlinien und erhitzen Elektronen in der F-Schicht der Ionosphäre. Diese kollidieren dann mit neutralen Sauerstoffatomen, die bei einer Wellenlänge von 630 nm Licht emittieren. Während das menschliche Auge dort nicht sehr empfindlich ist, haben Digitalkameras mit SAR kein Problem.

Die Vorhersagen der Sonnenfleckenzahlen R für Februar 2025 sind: NOAA/SWPC 131,9 (ursprünglich 113,8), SIDC (WDC-SILSO) 156 mit der klassischen Methode und 141 mit der kombinierten Methode. BOM SWS (Australien) prognostiziert 144,7. Für die Berechnung der Ausbreitungsdiagramme verwenden wir $R = 120$.

Im Februar sollte die Sonnenaktivität etwas niedriger als in den vergangenen Monaten sein. Wir erwarten längere Intervalle zwischen Störungen und angehobene Ausbreitungsbedingungen in positiven Störphasen, wenn dies tagsüber geschieht.

Den vergangenen Dezember kann man in drei Phasen einteilen. Bis zum 9. Dezember begann er ruhig, bevor eine kurze Störung eintrat. Es folgte bis Weihnachten eine unruhige Phase mit niedrigeren MUF-Werten. Eine große Überraschung war die Zeit zwischen Weihnachten und dem Jahresende mit vielen Flares, aber ruhiger Geomagnetik. Hinzu kamen überraschenderweise zwei Protonenflares am 30. Dezember, auf die eine geomagnetische Störung der Stärke G4 (zweithöchste Stufe) am 1. Januar folgte.

Für Dezember 2024 wurden folgende Mittelwerte publiziert: SIDC $R_1 = 154,5$, DRAO SF = 197,7 und Wingst $A = 10,3$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für Juni 2024 beträgt $R_{12} = 152,7$.

Legende zu den Diagrammen

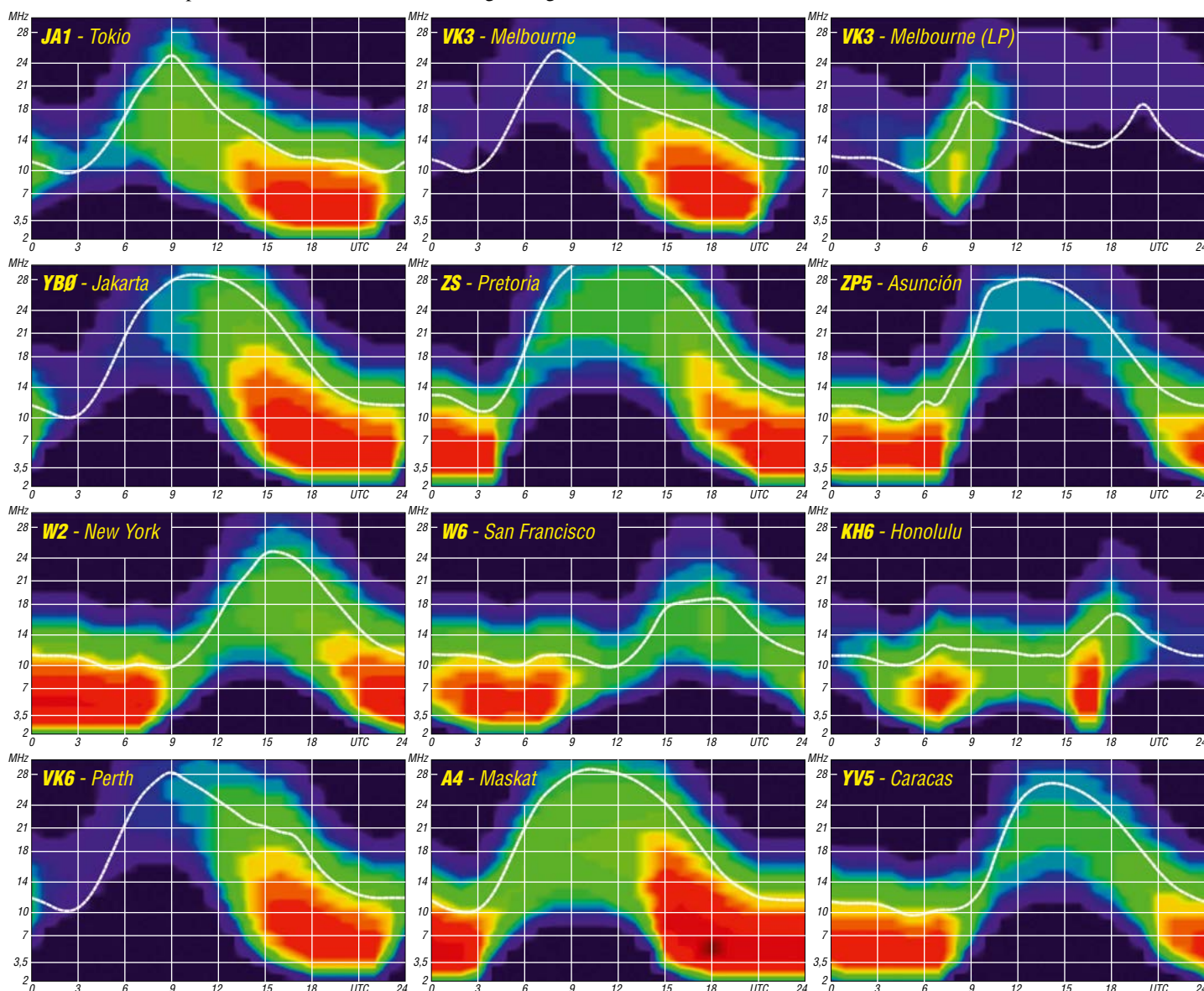
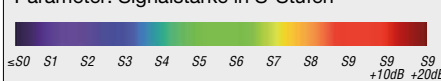
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

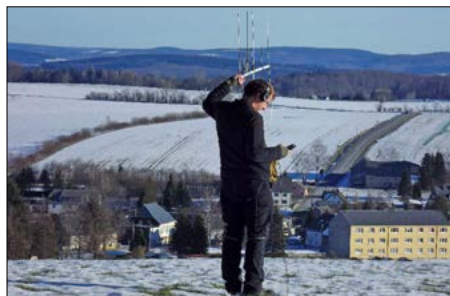
Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
 Försterweg 8, 09437 Börnichen
 E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ SBW

Die Abrechnungen für den Sächsischen Bergwettbewerb 2024 sind bis zum 31. 1. einzureichen. Für den Bergwettbewerb nimmt die Abrechnungen Franz, DL1DTF, unter abrechnung-sbw@outlook.de entgegen. Er bittet darum, die Dateien am Anfang mit dem eigenen Rufzeichen zu versehen, um Verwechslungen zu vermeiden.

Gesondert vom Bergwettbewerb sind die Abrechnungen zum Sächsischen Bergdiplom (Berg zu Berg) bei Bernd, DL2DXA, unter DL2DXA@gmx.de einzureichen (diese Beantragung ist nicht termingebunden und kann jederzeit erfolgen). Ausschreibungen, Listen und Abrechnungsvorlagen können wie immer zu beiden Wettbewerben bei Uli, DL2LTO, heruntergeladen werden (dl2lto.de).



Marc, DO2UDX, auf der Morgensternhöhe
 Foto: Kerstin, DE5KUS

Die Neuerungen zum SBW 2025 hatte ich bereits im letzten QTC angesprochen. Norbert, DL1ARK, hat zum neuen Jahr auch wieder die GPX-Dateien der SBW/GMA-Berge bereitgestellt (alles auch bei DL2LTO zum Herunterladen). Die Dateien können z.B. für Navigationsgeräte oder die Garmin-Software BaseCamp genutzt werden. Eine Datei enthält die

SBW-Berge, eine die „bevorzugten“ Funkpositionen, eine weitere verschiedene mögliche Parkpositionen. Die GPX-Datei der GMA-Berge in Sachsen enthält Referenznummer und Bergnamen (bei GMA selbst gibt es leider nur die Liste mit den Referenznummern zum Download). Dazu wie immer, die beiden PDF-Dateien mit den GMA/SOTA/TPSX-Daten in Sachsen, nach Referenznummern bzw. Bergnamen sortiert.

Das schöne Wetter am letzten Wochenende des Jahres 2024 verleitet zum Bergfunktun. Zufällig trafen Kerstin und ich auf Marc, DO2UDX, der bei seiner Tour durch das Erzgebirge auch die Morgensternhöhe ansteuerte. Hier konnten wir zusammen Punkte vergeben. Eigentlich wollten wir weiter nach OK zum Jeřabina (Haselstein, GMA OL/US-054), aber die Straße dahin war leider nicht beräumt.

■ DUR-Aktivität

Auch 2025 findet die *Dresdener UKW-Runde* DUR statt. Termin ist jeweils der dritte Sonntag im Monat von 0800 UTC bis 1200 UTC. Neu in diesem Jahr ist die Verlängerung um eine Stunde. Auf den Bändern ab 1 GHz aufwärts sind viele in- und ausländische Teilnehmer aktiv. Darunter auch Bergfunker, die ihre Gigahertz-Technik nutzen, um Verbindungen im Rahmen der verschiedenen anderen (Bergfunk-) Programme zu tätigen. Auf 23 cm und 13 cm sind dabei durchaus auch QSOs in FM möglich!

Hinweis zum Betrieb in FM: FM-Aktivität bei GMA/SBW/SOTA findet auf 23 cm auf 1297,500 MHz statt. Auf 13 cm ist es die Frequenz 2321,475 MHz, da die oft verwendeten LZ-Transverter eine Pfeifstelle aufweisen. Bei viel Betrieb wird eher auf niedrigere Frequenzen ausgewichen. Die Ausschreibung ist bei DL0TUD unter dl0tud.tudresden.de/wordpress/index.php/dur nachzulesen.

■ GMA-Termin

Am ersten Februarwochenende, 1. und 2. 2., findet das nächste Berg-zu-Berg-Wochenende statt. Alle erreichten Punkte an den S2S-Wochenenden werden mit zwei multipliziert und fließen in das (G)MA- und das (G)MC-Ergebnis ein.

letrie-Downlink und einen X-Band SSDV-Downlink. Dazu kann ein Kommando hochgeschickt werden. Von der IARU wurden folgende Frequenzen koordiniert: NBFM-Repeater/TLM: Uplink 145,850 MHz (67 Hz PL), Downlink 435,400 MHz, nach 0,5 s ohne neuen Uplink Telemetrie! SSDV-Downlink (lowres): 436,210 MHz, 9600 Bit/s BPSK

SSDV-Downlink (highres): 10 460,0 MHz, 1/10 MBit/s QPSK

Auf Telegram wurde eine Diskussionsgruppe unter <https://t.me/+15NTtX7eAJA4ZDVI> eröffnet. Auf OneDrive sind unter <https://shorturl.at/eJ2bO> alle Tools für AO-123 gespeichert. ASRTU-1 erhielt die Bezeichnung ASRTU-OSCAR-123 (AO-123). Die NORAD-Nr. für die Keplerdaten ist 61 781.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateurl.de

■ AGCW-DL

Die ersten Wettbewerbe der AGCW im neuen Jahr (HNY-Contest und VHF/UHF-Contest) sind mit hoffentlich guter Beteiligung Geschichte. Im Februar stehen zwei weitere auf dem Programm: die Handtastenparty auf 80 m und der Schlackertastenabend. Beide verzeichneten in den letzten Jahren eine rückläufige Teilnehmerzahl. Es wäre schön, wenn wir diesen Trend umkehren könnten.

Die Arbeitsgemeinschaft Telegrafie DL wurde 1971 gegründet und konnte somit im Jahre 2021 das 50-jährige Jubiläum feiern. Für diesen Zeitraum hat Werner, DF5DD, Mitglied seit 1978 und in vielen Funktionen für die AGCW tätig, auf seiner Website <https://whenrig.de> eine Vereins-Chronik mit einer Rückblende auf 50 Jahre AGCW erstellt. Sie enthält eine Fülle von Informationen über die Entwicklung der AGCW.

Termine:

Handtastenparty 80 m: 1.2., 1600 ... 1900 UTC

Schlackertastenabend 80 m/40 m: 19.2., 1900 ... 2030 UTC **Volker Enderlein, DJ9BM**

■ Neues aus dem HSC

Wie uns ein russischer Funkfreund mitteilte, hat Serge, UA1CGS, HSC #1499, die Taste für immer beiseite gelegt. – Die detaillierten Ergebnistabellen für den HSC-Herbst-Contest im November letzten Jahres sind hier verfügbar: <https://hsc.lima-city.de/results/contest/nov2024.pdf>. Die Gewinner waren: HA1YA Gabi, HSC #728 (HSC Members), RA3AN (non-Members) und DM2DZM Peter HSC #768 (QRP).

Traditionell befassten sich kommerzielle CW-Funker in der Vergangenheit auch mit RTTY. Aus Nostalgiegründen sei deshalb auf den **WPX RTTY Contest** am 8./9.2. hingewiesen.

Das besondere Ereignis in diesem Monat ist der HSC-Frühlings-Contest am 23.2. Wir erwarten wieder großen Zuspruch aus dem In- und Ausland, insbesondere auch die Teilnahme von vielen Nichtmitgliedern. Die Ausschreibung befindet sich auf der HSC-Website.

Link des Monats: CW-Ops sind häufig an Selbstbau und QRP-Geräten interessiert. Eine sehr aktive Gruppe von Bastlern findet man unter: www.g-qrp-dl.de

KW-CW-Conteste (Auswahl) im Februar:

ARRL Int. DX Contest: 15./16.2., 0000... 2400 UTC

UBA DX Contest CW: 22./23.2., 1300 ... 1300 UTC

HSC-Frühlings-Contest: 23.2., 1400 ... 1700 UTC

Weitere Details zu allen HSC-Aktivitäten finden sich unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
 Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
 E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ AO-123/ASRTU-1 neu im Orbit

ASRTU-1 des Harbin Institute of Technology und der Amur State University ist ein 12U-CubeSat, gebaut von russischen und chinesischen Studenten für Ausbildung und Amateurfunk.

Für ASRTU-1 (BJ2CR/RS64S) wurde ein neuer SDR-basierter Transceiver für Kommunikation und Experimente entwickelt. Er enthält einen Mode-V/U-NBFM-Repeater, einen Te-

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC
Berichtszeitraum: 4. 12. 2024 bis 6. 1. 2025

■ Condx

Die Sonnenaktivität zu Dezemberbeginn war von einem verhaltenen Anstieg geprägt, der am 8. in einem X-Flare gipfelte. Am Tag darauf kam es aufgrund einer Plasmawolke zu geomagnetischen Störungen. Der solare Flux verharrte lange zwischen 160 und 180. Wenige Tage vor Weihnachten schnellten die solaren Fluxwerte weit über die 200 und ganz ähnlich verhielt es sich mit der Sonnenfleckenrelativzahl. Beide kumulierten bei 260 bzw. 287 Einheiten und fielen erst um den 6. 1. wieder deutlich. Kurz vor und kurz nach dem Jahreswechsel verzeichneten wir je drei X-Flares. Wäre es nicht in weiten Teilen bewölkt gewesen, hätten wir auch bei uns wieder das Schauspiel der bunten und tanzenden Lichter am nördlichen Nachthimmel bewundern können. So blieb es bei den positiven Effekten bezogen auf die Aurora-Ausbreitung in hohen und höchsten Frequenzbereichen.

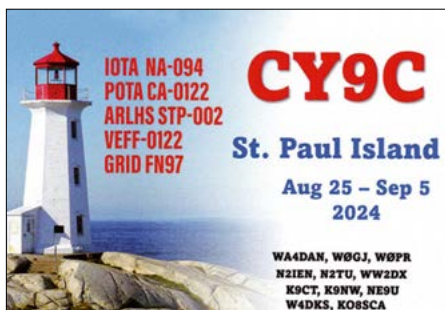


Wir dürfen nun gespannt sein, ob dem Maximum des 25. Zyklus im Oktober des Vorjahres im neuen Jahr noch ein Weiteres folgen wird. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit werden wir aber für 2025 wieder mit sehr guten bis ausgezeichneten Ausbreitungsbedingungen gesegnet sein.

■ DXpeditionen Rückblick

Leider musste die C8K-Expedition auf 2026 verlegt werden. Die gegenwärtige Situation in Mosambik lässt keinen gefahrlosen Aufenthalt und erst recht keinen Amateurfunkbetrieb zu. 9L5A schloss nach neun Tagen Aktivität das Logbuch bei 121 550 Verbindungen und einem Anteil an Doppelverbindungen von über 27 %. Bei VU4A kam man auf 30 968 QSOs bei noch über 17 % Dupes. TO9W loggte 22 023 Kontakte.

Die IOTA-DXpedition AU2S von AS-153 brachte es auf 5525 Verbindungen. Vorher war man von AS-179 mit einer Erstaktivierung unter AU2K aktiv und zählte dort 10 289 Verbindungen.



dungen. Die Ausbeute von T32TTT beläuft sich auf 106 533 Kontakte, jedoch sind fast 40 % davon doppelt oder dreifach geloggt worden.

■ Kurz-Infos

E73Y vermittelt jetzt für CO2OQ die QSLs. – JX0X im Dezember war ein Pirat. – TJ/TK1CX bleibt bis Februar vor Ort und bestätigt via EA5ZD und LoTW. – Die Gerüchte reißen nicht ab, nach denen das Rebel-DX-Team Ende Januar als 5N9DTG auftauchen wird. Danach will man sich um die „Fahrt ins Südpolarmeer“ kümmern. – EA5GL vermittelt nun auch für YN9H, OX3HI und 3C3A. – TY5C bleibt, wie im DX-QTC 1/2025 gemeldet, über Ende Januar hinaus bis Anfang April aktiv.

■ Vorschau

Europa: Speziell für den REF-SSB-Contest ist **TM13X** von der Insel Ratonneau (Inselgruppe Îles du Frioul) mit IOTA **EU-095** im Zeitraum 22. und 23. 2. aktiv. Die QSL kommt automatisch via Büro.

Afrika: Noch bis zum 3. 2. ist **ZD7DPX** alias IZ2DPX vor Ort auf St. Helena und funkt in SSB und FT8. QSL via IK2DUW.

IZ3BUR hat vom 26. 1. bis 1. 3. in seiner freien Zeit SSB- und Digitalbetrieb auf 20 m, 15 m und 10 m unter **J52EC** angekündigt. QSL via Heimatrufzeichen und nur direkt.

DF2WO ist noch bis 15. 2. wieder einmal unter **9X2AW** aktiv. Er funkt von 160 m bis 10 m in CW, FT4 und SSB. Bestätigt wird via LoTW und über das OQRS von M0OXO.



IK7WUL ist gelegentlich im Zeitraum vom 1. bis 6. 2. unter **9G5IK** auf 10 m in SSB QRV. QSL via I8KHC, via OQRS auf Club Log bzw. über das LoTW. Vom 6. bis 14. 2. ist er dann unter **5V0DX** und vom 13. bis 23. 2. unter **TY2AA** zu gleichen Bedingungen aktiv.

Unter **6W7/ON4AVT** wird vom 2. 2. bis 10. 4. in SSB und digital auf den Bändern 80 m bis 10 m gefunkt. QSL via Heimatrufzeichen und über ein OQRS auf Club Log.

HB9AOU geht vom 5. bis 18. 2. unter **D440A** auf die Kapverden und funkt von 40 m bis 10 m in CW, SSB und FT8. QSL via LoTW.

KY8D hat vom 8. bis 15. 2. Telegrafiebetrieb unter **ZD7KYD** von 60 m bis 10 m auf IOTA **AF-002** mit nur 50 W in Aussicht gestellt. QSL via Heimatrufzeichen und mit etwas Zeitverzug auch LoTW. Auf seiner QRZ.com-Seite teilt er eine gewisse Abneigung gegen „599-QSOs“ mit.

Amerika: Noch bis 8. 2. ist **8R1TM** in CW, SSB, Digital und via Sat aktiv. QSL via eQSL, LoTW oder direkt an PY1SAD. – **PJ2/W2APF** bleibt noch bis zum 8. 4. auf Curaçao, IOTA **SA-099**. Er ist in CW, SSB und FT8 ab 80 m aufwärts zu finden. QSL via Heimatrufzeichen und LoTW.

Vom 28. 1. bis 2. 2. ist **VP5/KD8RTT** von den Providenciales mit IOTA **NA-002** zu hören. QSL entweder direkt via Heimatrufzeichen oder über das LoTW. – Für den 4. bis 18. 2. gibt es eine Ankündigung für **VP2ECV** ohne weitere Einzelheiten. QSL via KG9N sowohl direkt als auch über das Büro.



K2KJD und K4SGR arbeiten vom 12. bis 16. 2. unter **C6ADA** von New Providence mit IOTA **NA-001** in CW, SSB und etwas FT8 auf Kurzwelle. Bestätigt wird via LoTW. – VA3QSL ist im Zeitraum 16. 2. bis 4. 3. sowohl unter **PJ7/VA3QSL** als auch unter **FS/VA3QSL** zu arbeiten. Er bietet SSB, CW und digital von 40 m bis 6 m mit 100 W und Buddipol-Antenne an. QSL via LoTW.

Vom 16. bis 25. 2. ist **FP/F4HEC** auf 80 m bis 6 m in SSB und CW aktiv. Außerdem nimmt er am REF-SSB-Contest teil. Bestätigungen gibt es direkt über das Heimatrufzeichen und via LoTW.

FS/DF8AN ist vom 19. bis 27. 2. mit den Schwerpunkten CW und digital und etwas SSB von 80 m bis 6 m inklusive 60 m aktiv. Vom 28. 2. bis 1. 3. funkt er unter **V26MN**. Er bevorzugt Papierkarten via Büro oder direkt.

W6NV, der auch unter **J79NV** bekannt ist, funkt vom 2. 2. bis 4. 3. wobei sein Fokus auf

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m	17 m
VK6LW 1822 2100	9L5A 18071 1800
80 m	15 m
JD1BMH 3502 2000	V31CN 21041 1700
40 m	12 m
BY2AA 7015 2100	HR5/F2JD 24892 1630
30 m	10 m
ZL2AGY 10109 1100	XR2K 28090 1600
20 m	
VK2IO/p 14045 0800	



der Teilnahme am CW-Contest der ARRL unter **J79A** liegt.

Ozeanien: Noch bis 6.2. besteht die Chance, **YB9/ON6HX** auf Lombok mit IOTA **OC-150** zu erreichen. QSL direkt an sein Heimatrufzeichen oder via eQSL oder LoTW.

Unter **VK9/W5EIT** soll vom 11. bis 18.2. Cocos Keeling, IOTA **OC-003**, in CW und FT8, vielleicht auch in RTTY und SSB, mit QRP in die Luft gebracht werden. QSL via LoTW.

Ein Team bestehend aus **DK6SP**, **DJ4MX**, **HA8RT**, **M0SDV**, **E77DX** und **DK1YH** hat sich mit dem Anspruch, vier Stationen auf allen Bändern in CW, SSB, RTTY, FT4 und FT8 zu betreiben, für den 11. bis 23.2. von **V7** angekündigt. QSL via **DJ4MX** und über das LoTW. Hinter **VK9XU** verbergen sich vom 18.2. bis

4.3. **DL2AWG**, **DF4GV**, **DL2AMD**, **DJ9RR**, **VK6SJ** und **VK6CQ** auf der Weihnachtsinsel. Mit drei Stationen soll rund um die Uhr Betrieb in CW, SSB, FT8 und RTTY realisiert werden. QSL via **DL2AWG** und nach drei Monaten wird auch das LoTW bedient. Anschließend steht Cocos Keeling auf dem Plan. – **JG7PSJ** ist noch bis 1.3. von Ogasawara mit IOTA **OC-031** unter **JD1BMH** in CW, SSB und RTTY zu arbeiten. QSL via Heimatrufzeichen.

Antarktis: Felix, **DL5XL**, ist noch bis 25.2. von der Station Neumayer III unter **DP1POL** meist in CW aktiv, wenn es die Arbeit zulässt. QSL via **DL1ZBO**.

RIIANV funkt gelegentlich von der Wostok-Station. Operator **UG1A** bestätigt via **RN1ON** bzw. **OQRS** auf Club Log.



SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Paracon – ein Terminalprogramm für Packet-Radio

Packet-Radio mit einer Geschwindigkeit von 1200 Bit/s wird im Amateurfunkdienst heute fast nur noch für die Übertragung von Positionsdaten oder für kurze Mitteilungen genutzt. Dies geschieht im Rahmen von APRS-Aussendungen hauptsächlich auf der Frequenz 144,800 MHz in FM. Seltener wird dafür die Frequenz 432,500 MHz genutzt. DX-Clustermeldungen, die früher über das Packet-Radio-Netzwerk transportiert wurden, gelangen heute via Internet auf Rechner oder Tablet. Für längere Textnachrichten oder Bilder stehen im Amateurfunkdienst darüber hinaus andere und schnellere Übertragungsverfahren zur Verfügung.

Vom ursprünglichen Packet-Radio-Netz, das zunächst völlig unabhängig von kommerziellen drahtgebundenen Netzwerken funktionierte, sind meist nur noch kleinere Inselnetze übrig geblieben. Verbindungen zwischen diesen Inseln werden teilweise über HAMNET-Links oder Internet-Gateways (*iGate*) realisiert. Auf diese Weise sind noch immer weltweite QSOs via Packet-Radio möglich. Abgesehen von APRS-Digipeatern, sind 1k2-Einstiege für Packet-Radio selten geworden. Experimente sind dennoch weiterhin möglich. Selbst wenn kein Einstieg in der Nähe vorhanden sein sollte, lässt sich zumin-

dest auf einem Simplexkanal der unmittelbare Funkbetrieb zwischen zwei Stationen in diesem „entschleunigten“ Modus durchführen.

Ursprünglich wurde als Verbindungsglied zwischen Computer und Funkgerät eine zusätzliche Hardwarekomponente, der TNC (*Terminal Node Controller*), benötigt. Heutzutage

■ Vor 50 Jahren

Damals schrieb Sigg, **DM2CUO**, heute bekannt als **DL7DF**, im DX-QTC in der Ausgabe 2/1975 des **FUNKAMATEUR**: „Ein guter RX ist wichtiger als eine dicke PA!“ Ein zeitloses Zitat, wie ich finde!

■ IOTA

Wie jedes Jahr ist der aktuelle Meldeschluss für das Update zur Aufnahme in die *Honor Roll and Annual Listings 2025* der 31.1.

QSL-Splitter

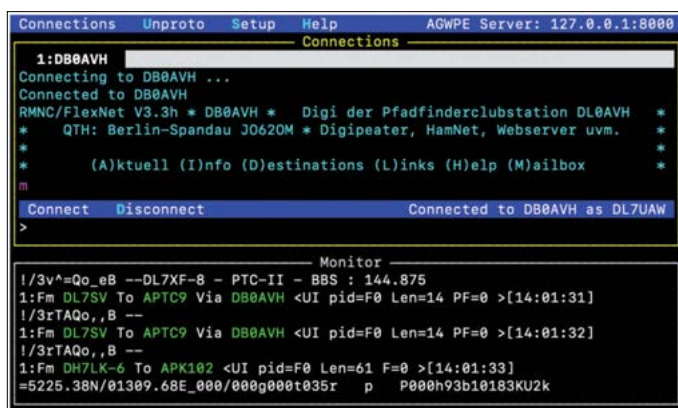
LoTW-Bestätigungen erhielten wir für: **3B8M**, **3B9KW**, **3G0YA**, **3V8SS**, **4U1ITU**, **5X1XA**, **9J2FI**, **A25R**, **A60A**, **CN3A**, **EA9ACE**, **FY5KE**, **L33M**, **N5M**, **OX18CHR**, **PZ5DX**, **S79UFT**, **V26K**, **V47T**, **V51LZ**, **VK4DX**, **VP2V/AA7V**, **VP5/WT3K**, **VP9I**, **VU2XE**, **XE2X**, **ZL4YY** und **ZM100DX**.

Über das **Büro** kamen: **A71/RN1B**, **DS5ACV**, **OZ1JVX** (EU-171), **OZ4O** (EU-029)

Mit der **Post** kamen folgende QSL-Karten an: **3G0YA**, **K5M** (NA-120), **K0AP/5** (NA-168), **CY9C** und **PX0FF** (SA-003).

Terminalfenster von
Paracon V1.1.0

Screenshot: **DL7UAW**



unbedingt für die Kommunikation via Packet-Radio erforderlichen Funktionen. Das schnörkellose Programm ist unter Linux, macOS und Windows lauffähig. Es erfordert keine komplizierte Installation und kommt ohne grafische Benutzeroberfläche aus. Als Voraussetzung wird ein lauffähiges *Python* ab Version 3.7 erwartet.

lässt sich dieses vollständig als Softwarelösung realisieren. Eine Art „Schweizer Taschenmesser“ für diese Aufgabe ist das Programm *Direwolf* von John, **WB2OSZ**.

Für die Kommunikation zwischen Rechner und TNC und für den Informationsaustausch zwischen den verbundenen Rechnern wird zusätzlich ein Terminalprogramm benötigt. Spezielle Programme für Packet-Radio sind teilweise schon über zehn Jahre alt und lassen sich auch nicht mehr ohne Weiteres auf neueren Betriebssystemen einsetzen.

Ein Lichtblick in dieser Hinsicht ist das Programm *Paracon*. Martin, **KD6YAM**, implementierte in seiner aktuellen Software nur die

Um zunächst nur rein passiv den Datenaustausch auf der APRS-Frequenz in Packet-Radio zu verfolgen, werden ein Rechner, eine Soundkarte, die Software *Direwolf* und ein FM-Empfänger benötigt. Steht eine Internetverbindung zur Verfügung, dann lässt sich die Empfangsstation durch eine entsprechende Konfiguration in *Direwolf* auch zu einem APRS-IGate erweitern.

Literatur

- [1] <https://github.com/wb2osz/direwolf>
- [2] <https://pyham.org>
- [3] <https://themodernham.com/connect-to-a-packet-radio-bbs-node-with-a-kiss-tnc-windows-linux>
- [4] <https://youtu.be/IK6MCnxXeMk>

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:

Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC

Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid

E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:

Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS

Am Fort 6, 13591 Berlin

E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Sporadic-E im Dezember auf 144 MHz

Am 8.12., also nur eine knappe Woche vor dem Maximum des Meteoritenschauers Geminiden, stieg die MUF völlig unerwartet bis in den UKW-Bereich hoch. SO3Z berichtete in JO92 von starken Signalen aus Israel, Libanon und Zypern im UKW-FM-Radioband. Etwa zur gleichen Zeit lief sogar ein 144-MHz-QSO, über eine Entfernung von 2072 km zwischen HA2NP (JN97SG) und 4Z5CP (KM72MT).

Theoretisch hätte das durchaus auch eine Meteorscatter-Ausbreitung sein können, doch die Wahrscheinlichkeit für eine Reflexion von 5 min Dauer ist praktisch null. Das gibt es allenfalls bei einem Leoniden-Outburst in ferner Zukunft wieder. In Kombination mit den Empfangsberichten zum 3-m-Band bleibt tatsächlich nur Sporadic-E als Erklärung übrig.

Grundsätzlich kann diese Ausbreitung auch im Winter auftreten, wenn ein Meteoritenschauer in zeitlicher Nähe auftritt. Dieser würde mit seinem Metallionen-Eintrag die E-Schicht speisen und die Entwicklung solcher E_s-Wolken auslösen.

Anfang Januar, vor oder nach dem Maximum des Quadrantiden-Schauers, hat es in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder solche kurzen E_s-Öffnungen auf 144 MHz gegeben. HA2NP und 4Z5CP hatten diesmal das Glück, sich zur richtigen Zeit in der richtigen Entfernung zueinander und zur E_s-Wolke zu befinden. Weitere Verbindungen wurden für 144 MHz nicht berichtet, doch empfangen wurde 4Z5CP auch in OK, OE und YO.

■ UT1FG/mm arbeitet erfolgreich EME

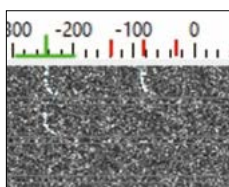
Man mag es fast nicht glauben: Trotz der nur 200 W Sendeleistung an einer 7-Element-Yagi-

Antenne gelangen Kapitän Yuri, UT1FG/mm, auf dem Weg von New Orleans zum kanadischen Sept-Îles auf 144 MHz etwa 30 Funkverbindungen über den Mond. Mit I2FAK war ihm zuvor schon zweimal ein EME-QSO gelungen, doch Franco arbeitet schließlich mit einer sehr großen Antennengruppe: 16 × 19 Ele-



Auch mit solch einer kleinen Yagi-Antenne kann man auf 2 m erfolgreich per EME funken.

ment horizontal polarisierte Log-Loop-Yagis (27 dBd Gewinn) und 16×6-Element-Yagis in der vertikalen Ebene (25 dBd). Doch bei den erfolgreichen EME-Tests Anfang Dezember waren nun auch normal ausgerüstete Stationen im Funkkontakt mit UT1FG/mm, so z. B. RK3FG, IW4ARD, DF2ZC, S51AT, UA3PTW



Hier ist bei den von UT1FG/mm gesendeten RRRs die erhebliche Frequenzdrift zu erkennen.

Screenshot: DF2ZC

und mit SM2BYC wieder eine *Big Gun* mit 16 Yagi-Antennen. Regelmäßig bei Mondanfang konnte Yuri über etwa 2 h EME-Betrieb durchführen; bei den letzten QSOs jeder Session stand der Mond schon fast 20° über dem Horizont, lag aber aufgrund des großen vertikalen Öffnungswinkels der 7-Element-Yagi-Antennen (etwa 10 dBd Gewinn) immer noch

im Fokus. Was auf jeden Fall zur Signalbilanz beiträgt, sind Groundgain-Effekte über dem Salzwasser. In der Spitze dürften diese Überlagerungseffekte der verschiedenen Wellenzüge zeitweise bis zu 6 dB Pegelgewinn gebracht haben.

Nachteilig war ohne Zweifel, dass der an Bord verwendete Icom IC-706MKII kein frequenzstabiles Signal liefern konnte. Gerade bei den WSJT-Modes JT65 und Q65 ist dieses unabdingbar. Yuris Echos zeigten jedoch eher ein „Hockeyschläger-Verhalten“: Während der ersten 20 s der Sendeperiode lief die Frequenz um bis zu 50 Hz weg. Damit ist der WSJT-Decoder trotz guter Signalstärke überfordert und liefert kein Ergebnis. Manche OMs haben deshalb zum fast brachialen Verfahren gegriffen, beim Empfang manuell mit der RIT langsam nachzuregeln.

Deshalb sucht DF2ZC im Auftrag von UT1FG nun nach einem Yaesu FT-857D, der bei den nächsten Reisen verwendet werden soll. Das Gerät sollte maximal zehn Jahre alt sein; Angebote bitte an: df2zc@funkamateure.de

■ ... und auch Trans-Äquatorial-Ausbreitung

Die Saison für Trans-Äquatorial-Ausbreitung (engl. *transequatorial propagation*, TEP) liegt eher in der Nähe der Tages- und Nachtgleichen, also zum Herbst- und Frühlingsanfang. Gleichwohl gibt es Ausnahmen, beispielsweise am 9.12.: Carlos, LU7MC, berichtet, dass er gegen 0100 UTC auf der Lauer lag, ob das 2-m-Band via TEP aufgehen würde. Im Osten Argentiniens liefen zu dieser Zeit bereits Funkverbindungen in die Karibik, während bei ihm aus Richtung Norden nichts zu vernehmen war.



QSO zwischen UT1FG/mm und DF2ZC am 14.12. Screenshot und Foto: UT1FG

TEP zeichnet sich durch sehr scharfe Reflexionsbedingungen aus. Da müssen alle Kriterien erfüllt sein, damit ein Signal übertragen wird. An dem Carlos QTH in FF57OB entsprechenden Gegenstandort in der Karibik war wohl niemand aktiv. Trotzdem rief LU7MC weiter auf 144,180 MHz im WSJT-Mode Q65B-30 CQ, der Frequenz, auf der Stationen üblicherweise TEP-Tests durchführen. Und plötzlich hörte er ein Geräusch im Kopfhörer. Gleichzeitig zeigte das Wasserfall-Display der MSHV-Software (ein WSJT-Klon) ein gewaltiges, völlig verzerrtes Signal (Doppler). Es dau-

FT8	X Auto Dec	RT Dec	DECODE	RECEIVE	Txing: CQ HA2NP JN97
Time	dB	DT			Message 1 / 0.9s
124745	-18	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
124800	10	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
124815	-14	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
124830	-6	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
124845	-23	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
124900	-2	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
124915	-22	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
124930	-11	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		952
124945	-19	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
125000	-14	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
125015	-15	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
125030	3	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		952
125045	-24	0.1	CQ HA2NP JN97		1955
125100	7	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
125130	6	-1.3	HA2NP 4Z5CP KM72		953
125200	5	-1.3	HA2NP 4Z5CP R+00		951
125230	12	-1.6	HA2NP 4Z5CP R+00		951
125300	14	0.1	HA2NP 4Z5CP 73		949
125300	13	0.1	HA2NP 4Z5CP 73		949

E_s-QSOs zwischen HA2NP und 4Z5CP am 8.12.2024

Screenshot: HA2NP

erte eine Weile, bis die Decodierung gelang: „LU7MC UT1FG/mm“. Yuri, mit seinem Schiff *Brant* gerade zwischen Florida und Kuba unterwegs, rief an. Unverzüglich antwortete LU7MC mit einem Rapport, musste aber zwei gefühlte unendliche Minuten Geduld aufbringen,

SV9/DK5EW: Nach dem Funkurlaub ist vor dem Funkurlaub

Bis zur sommerlichen Urlaubssaison ist es nicht mehr lange hin. Gerne wird der Familienurlaub auch mit Hobby-Aktivitäten verknüpft. Erwin, DK5EW, macht dies immer

das seltene Feld zu loggen. Deshalb herrschte zu Erwins Funkzeiten morgens und abends fast immer ein Pile-Up.

Der Standort ist gut für die Kombination von Urlaub und Amateurfunk geeignet. Im Herbst des Jahres war auch Olli, DH8BQA, von dort aktiv. Bei Interesse vermittelt Erwin, dk5ew@darf.de, gern den Kontakt zum Vermieter. Die Planungen für den Sommer 2025 laufen bereits – es gibt wenig Schöneres, als Hobby und Familienurlaub miteinander zu verbinden.

Weitere Informationen zu dieser Aktivität und auch zum 70-MHz-Band sind der speziellen Website www.70mhz.de von DK5EW zu entnehmen.



Das TEP-QSO aus der Perspektive von LU7MC

Screenshot: LU7MC



Urlaubserfolge von SV9/DK5EW (KM35BE) auf dem 4-m-Band Foto und Grafik: DK5EW

bis der erlösende Roger-Rapport decodiert wurde. Schnell noch RRRs und 73 ausgetauscht, und das QSO war komplett. UT1FG/mm hielt sich während der Verbindung im Feld EL94 auf, also war es kein reines Wasserfeld. Trotzdem freute sich Carlos über dieses ganz besondere QSO über eine Entfernung von 6463 km. LU7MC arbeitet mit 100 W Sendeleistung an vier 10-Element-Yagi-Antennen.

Neue Duldungsregelung: Klasse E darf wieder auf 6 m senden

Im kurz vor Weihnachten veröffentlichten Amtsblatt 2024-24 informiert die Bundesnetzagentur (BNetzA), dass Amateurfunkzeugnis-Inhaber der Klasse E ab dem 1. 1. 2025 wieder im 6-m-Band funken dürfen.

Damit ist eine Unzulänglichkeit der am 24.6.2024 in Kraft getretenen Novelle der Amateurfunkverordnung beseitigt. In der Verordnung erhielt die Klasse A zwar die dauerhafte Erlaubnis für Betrieb im 50-MHz-Band; die Klasse E wurde hingegen gar nicht mehr berücksichtigt und musste den Sendebetrieb einstellen. Das Engagement des DARC e.V. und des RTA beim Verkehrsministerium und der BNetzA hat also Früchte getragen.

Die neuen Duldungsbedingungen sind wie bisher: maximal 100 W PEP im Frequenzbereich 50,0 MHz bis 50,4 MHz, maximal 25 W PEP im Rest des Bandes, ausschließlich horizontale Polarisation.

Im selben Amtsblatt wurde die Duldungsregelung fürs 4-m-Band bis zum 31.12.2025 verlängert. Hier ist Sendebetrieb ausschließlich für Inhaber der Zeugnisklasse A im Frequenzbereich 70,150 MHz bis 70,210 MHz zulässig, bei maximal 25 W ERP (!) und horizontaler Polarisation.

gern. Denn nicht nur auf Kurzwelle macht es Spaß, mal am anderen Ende des Pile-ups zu sitzen, sondern auch auf UKW.

Auch im vergangenen Juni kombinierte Erwin abermals Jahresurlaub und Amateurfunk-Aktivitäten. Wieder einmal war die Insel Kreta das Ziel, wenig überraschenderweise im Osten, der ins gesuchte Mittelfeld KM35 reicht. Statt für 144 MHz wurde jedoch nun Ausrüstung für 6 m und 4 m mitgenommen: Yaesu FTdx10 und Duoband-Antenne von Antennas-Amplifiers.

Das Ferienhaus befand sich direkt am Meer, in der Nähe der Stadt Sitia. Auf dem Flachdach konnte die Antenne problemlos aufgebaut werden. Das Stativ mit Schiebemast von Spiderbeam erwies sich erneut als ideal. Eine Abspannung des Stativs ist auf Kreta unbedingt notwendig, da immer wieder kräftige Winde auftreten.

Überraschenderweise war das 4-m-Band direkt nach dem Einschalten des Transceivers offen. Viele Funkfreunde warteten bereits, um

Die kombinierte Yagi-Antenne für 4 m und 6 m war schnell auf dem Dachgarten installiert. In Summe loggte SV9/DK5EW in sieben Tagen 1430 Kontakte, meist in FT8.

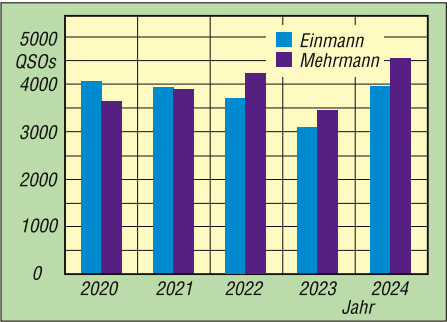


nur noch einzelne Öffnungen, deren Nutzbarkeit sich jedoch auf die Digimodes beschränkte.

■ Marconi-Contest 2024

Der Marconi-Contest 2024 dürfte vielen Teilnehmern lange im Gedächtnis bleiben, denn die ausgeprägte Hochdruckbrücke, die sich von den britischen Inseln bis weit nach Südosteuropa erstreckte, garantierte zahlreiche DX-Verbindungen und entsprechend hohe Kilometerdurchschnitte.

In der nachstehenden Grafik sind die kumulierten QSO-Zahlen der jeweils ersten zehn Stationen der beiden Teilnehmerklassen (Einmann- und Mehrmann) dargestellt. Auffällig sind hierbei der starke, durch Corona bedingte, Einbruch der QSO-Zahlen 2020 und die niedrigen Werte durch den von sehr schlechten Be-



Funkverbindungen der Top Ten im Marconi-Contest Grafik: FA

dingungen geprägten Marconi-Contest 2023. Die kumulierten QSO-Zahlen der Top-Ten-Stationen erreichten 2024 ein Allzeithoch von fast 4600 Funkverbindungen bei den Mehrmannstationen.

Ergebnis Marconi-Contest 2./3. 11. 2024					
144 MHz Einmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DQ2C	C30	JN48WM	591	251187
2.	DL5NEN	B26	JN59OP	598	241838
3.	DL8NAS	B13	JN59LE	517	204797
4.	DK2GZ	A36	JN49GB	344	144208
5.	DL2OM	K32	JO30SN	346	142658
6.	DK5PD	F27	JN39VV	282	141801
7.	DK1KC/P	C06	JN58QH	362	140846
8.	DL6NDW	C12	JN58MD	334	128651
9.	DJ0WW	F20	JO40CF	293	116590
10.	DL2NBU	C12	JN59KQ	293	104681
270 Logs					
144 MHz Mehrmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR7C	B02	JO50WB	733	328440
2.	DK0A	A02	JN48CO	581	270313
3.	DM5D	Y43	JO61OC	531	229722
4.	DL0HTW	S01	JO60QU	473	199325
5.	DK0NA	B23	JO50TI	486	194467
6.	DM5M	X08	JO51IJ	455	187551
7.	DR2L	H44	JO41PW	433	178926
8.	DL0NF	B25	JN59PL	408	150145
9.	DL4M	N13	JO31QX	284	115228
10.	DF0MU	N16	JO32PC	160	83803
22 Logs					

Beeindruckend liest sich auch die Statistik der DX-QSOs mit Entfernungen über 1000 km. In der Einmannsektion finden sich insgesamt 45 Stationen, die mindestens eine Funkverbindung mit dieser Distanz im Log haben. Dort erreichte DL3HAH (JO30DQ) mit einem Kontakt über 1283 km (YR5C in KN16JS) die größte Entfernung. In der Mehrmannsektion schafften insgesamt 15 von 22 Teilnehmern ein Distanz von über 1000 km. Das weiteste QSO gelang den Gewinnern in dieser Sektion, DR7C

in JO50WB, mit 1417 km, die eine Verbindung mit EI3KD (IO51VW) ins Log brachten.

■ Neue Klasse in den UKW-Contesten

Mit Beginn der Contestsaison 2025 wird es in allen Contesten (also auch auf UKW) die neue Teilnehmerklasse *Stationen Trainee* geben, in der die Ausbildungsstationen erfasst werden. Es handelt sich ausschließlich um Teilnehmer mit Ausbildungsrufzeichen, also mit den Präfixen DN1 bis DN8, sowie alle Stationen mit dem Suffix /T. Diese Stationen erhalten keine Punkte für die Klubmeisterschaft.

■ Ausblick Februar

Die Contester freuen sich auf den *Bayerischen Bergtag* (BBT) und den *DARC-Winterfieldday* am 1. und 2. 2. auf den Bändern von 144 MHz bis 5,7 GHz. Am 22. 2. findet der BBT auf 24 GHz und höher statt, am 23. 2. auf 10 GHz. Zeiten und Teilnahmebedingungen sind auf www.bergtag.de abgelegt. Wichtig: QSOs darf jeder tätigen, nicht nur die aktiv an den Wettbewerben teilnehmenden Stationen. Am kalten Portabelstandort freuen sich Funkamateure auf jeden Anruf.

Bei Redaktionsschluss war UT1FG/mm mit der *Brant* vom kanadischen Quebec Richtung Irland unterwegs. Anfang Februar sollte er sich deshalb wieder in UKW-Reichweite befinden und via Meteorscatter aktiv sein. Nun gilt es zu hoffen, dass sich auch Tropo- und Radio-Aurora einstellen, sodass auch auf 144 MHz viele Wasserfelder erreichbar sind. Und dass die Antennen die Passage über den winterlichen Nordatlantik ohne Schaden durchstehen.

45. Gigahertz-Tagung Dorsten

Zeit: 15. Februar 2025, 9 Uhr bis 17 Uhr
Ort: Volkshochschule/Bibliothek Dorsten, Bildungszentrum Maria Lindenhof (nahe B224), Im Werth 6, 46282 Dorsten

Tagungsleitung: Ralf Benninghoff, DG6EA
Telefon: (0173) 5177974
E-Mail: dg6ea@darc.de

Hinweise: www.ghz-tagung.de
Für auswärtige Gäste wurde im Hotel Jägerhof Einhaus ein Zimmerkontingent reserviert. Bitte bei Buchung das Stichwort *Funkamateur* angeben. www.jaegerhof-einhaus.de
Weitere Hinweise zu Übernachtungsmöglichkeiten sind auf der Website der Gigahertz-Tagung unter *Anreise/Unterkunft* zu finden.

Tagungsprogramm

9 Uhr Treffen im Forum der VHS,
10 Uhr Eröffnung der Tagung, Begrüßung, Tobias Stockhoff, Bürgermeister der Stadt Dorsten

Vorstellung der Teilnehmer
Ralf Benninghoff, DG6EA

- 10.30 Uhr** Aktuelle Situation UKW-Conteste in DL
Paul Schimanski, DF4ZL
- 10.45 Uhr** Verleihung der DARC-UKW-Contest-Pokale 2024
Paul Schimanski, DF4ZL
- 11.15 Uhr** Kostenlose Simulationen von Strahler und Reflektor für höchste Performance
Gerald Ihninger, OE2IGL
- 11.45 Uhr** DX-Mikrowellenbaken in HB9 auf 1662 m Höhe
Dominique Fässler, HB9BBD
- 12 Uhr** CW- und WSJT-EME auf 47,088 MHz – geht doch!
Manfred Plötz, DL7YC
- 12.30 Uhr** Mittagspause oder fakultativ Nutzung eines Messplatzes
- 13.30 Uhr** PLL-OCXO – Der Fels in der Brandung von Zeit und Frequenz
Markus Wehrl, DH5FBH
- 14 Uhr** Selbstbau-(Mess)technik und Experimente bei 24 GHz
Igor Konovalov, DF4AE



- 14.45 Uhr** TransControl – ein Modul für die Steuerung, Überwachung und Spannungsversorgung eines Mikrowellen-transverters
Ralf Wehling, DF6VW
- 15.15 Uhr** Softwaregestützte Optimierung der Betriebstechnik von Conteststationen am Beispiel von KST4Contest
Marc Fröhlich, DO5AMF
- 16 Uhr** Telemetrie für Transverterboxen und andere Anwendungen unter Verwendung des MODBUS/RTU-Protokolls
Uwe Zemke, DL1SUZ
- 16.15 Uhr** Abschlussrunde: Anregungen, Vorschläge für 2026
Ralf Benninghoff, DG6EA

Während der Gigahertz-Tagung besteht die Möglichkeit, mitgebrachte Baugruppen bzw. Geräte zu vermessen. Es werden dafür Messmöglichkeiten, Spektrum- und Netzwerkanalysator bis 26,5 GHz, durch Dirk Fischer, DK2FD, bereitgestellt.

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ WPSD-Projekt für Hotspots und Repeater

WPSD, <https://w0chp.radio>, ist eine digitale Sprachsoftware-Suite und -Distribution für den Amateurfunk, Bild 1. Basierend auf Pi-STAR (www.pistar.uk, Bild 2), wird sie weltweit von vielen Funkamateuren für persönliche Hotspots und Repeater gleichermaßen genutzt. Die Anwendung unterstützt die digitalen Sprachmodi M17, DMR, D-STAR, Yaesu System Fusion (YSF/C4FM), P25, NXDN sowie POCSAG-Paging.

WPSD ist als installierbares Disk-Image für die meisten Raspberry-Pi-Modelle und weitere Plattformen und Geräte verfügbar. Das WPSD-Projekt ist eine kostenlose Free/Libre-Open-Source-Software (FLOSS = Software, die möglichst frei und quelloffen ist).

WPSD herunterladen

Ein für die eigene Hardware passendes Disk-Image lässt sich unter <https://w0chp.radio/wpsd> finden. Dort gibt es z.B. die WPSD-Bookworm-Version (Debian 12) für Raspberry Pi Zero, Zero 2 sowie die Modelle 2, 3, 4 und 5. Für den Raspberry Pi 5 existieren spezielle Anweisungen und Änderungen. Eine detaillierte Installationsanleitung findet sich auch im offiziellen WPSD-Benutzerhandbuch.

Für die Nano-Pi-Neo-Plattform, Orange Pi Zero/Zero LTS und BridgeCom SkyBridge MAX/Plus stehen eigene Images für Debian 11 (Bullseye) bzw. 12 (Bookworm) zur Verfügung. Diese gibt es auch für neue DVMEGA-Cast-Geräte, den DVMEGA EuroNode sowie ZUMSpots.

Installation

Für die Installation wird eine SD-Speicherkarte mit mindestens 8 GB, besser 32 GB, be-

nötigt. Zum Schreiben des Disk-Images auf die Speicherkarte eignen sich Tools wie *Raspberry Pi Imager* und *Balena Etcher*, die auch automatisch die .xz-Datei dekomprimieren.

Wichtig: Bei Verwendung des *Raspberry Pi Imagers* sollte man nicht die erweiterten Optionen nutzen, um z.B. einen Benutzer zu erstellen oder das Passwort zu ändern, denn diese sind bereits im Disk-Image gespeichert und werden für die ordnungsgemäße Funktion vieler Programme benötigt. Das Pi-STAR-Benutzerkennwort kann man nach dem ersten Starten auf der WPSD-Konfigurationsseite ändern.

Optional: Zum automatischen Verbinden des Dashboards mit dem eigenen WLAN gibt es den sogenannten *WiFi Config File Generator*. Etwa 5 min nach dem Hochfahren kann man sich mit dem *Pi-STAR-Setup-WLAN*-Netzwerk verbinden, beim Dashboard mit dem Standard-Benutzernamen *pi-star* sowie dem Passwort *raspberry* anmelden und den Hotspot konfigurieren.

Installationshinweise

Beim ersten Booten des WPSD-Disk-Images benötigt man etwas Geduld. Am besten holt man sich einen Kaffee und wartet, bis sich das Dateisystem automatisch erweitert hat und der Rest des Systems initialisiert ist. Aus-

fürliche Informationen hierzu gibt es in einem speziellen Dokument.

Benutzern eines Raspberry Pi Zero W der ersten Generation wird geraten, vor der Einrichtung des Hotspots oder Konfigurationsänderungen ein Update auszuführen. Das stellt sicher, dass die Änderungen an der am besten getesteten, aktuellen Konfiguration erfolgen.

Einige Funkamateure, Fans und Mitwirkende von WPSD haben eine Facebook-Gruppe und einen Discord-Server eingerichtet, um Unterstützung von der Gemeinschaft zu erhalten und bieten zu können. Dies sind die einzigen offiziellen Online-WPSD-Supportmedien. Bei WPSD handelt es sich nicht um die ursprüngliche Pi-STAR-Software von Andy Taylor, MW0MWZ!

XLX-493, Modul E, ist das WPSD-Chat-Modul. Eine direkte DMR-Konferenz zu diesem Modul/Raum wird mit dem Brandmeister-Netz verbunden – einfach die Gesprächsgruppe 3 170 603 anrufen.

Toshen Golias, KE0FHS, hat eine umfassende Dokumentation und Hinweise zu *Digital Voice* verfasst, von denen viele auch für WPSD relevant sind (<https://manual.wpsd.radio>).

Aktualisierung von WPSD

Nach der Installation von WPSD aktualisiert sich das Programm automatisch. Dies wird

Bild 2:
Pi-STAR-Dashboard für DB0DRE

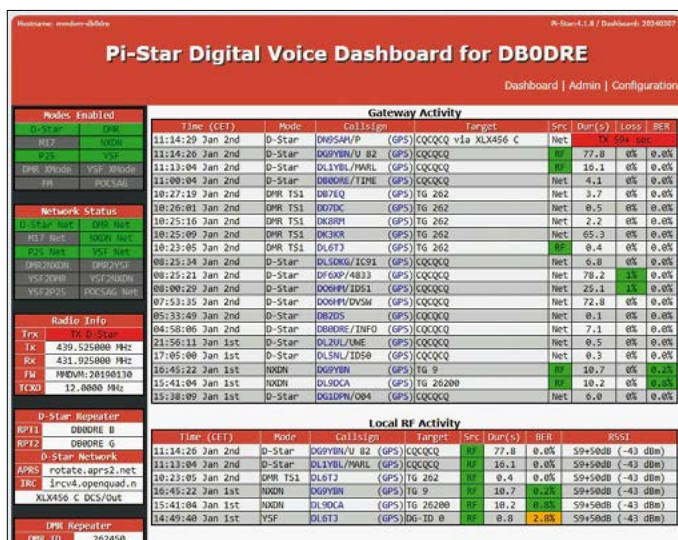
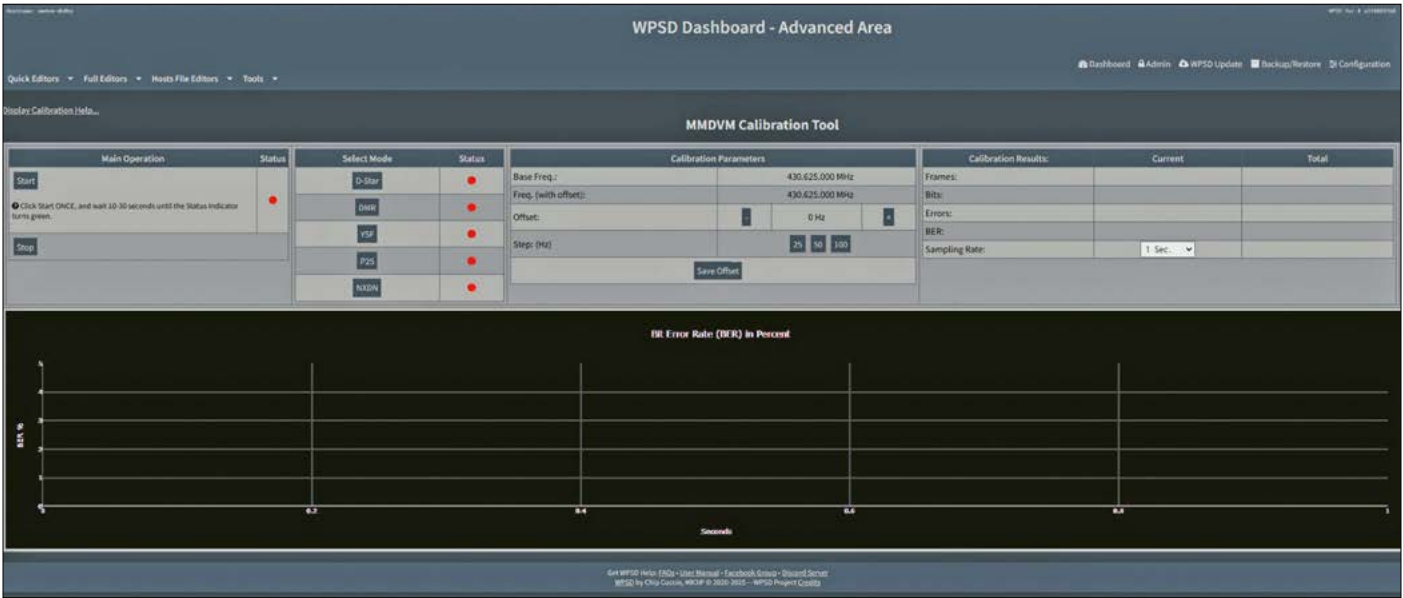


Bild 1: WPSD-Dashboard für DB0BS

Screenshots: DL1YBL



durch einen nativen, nächtlichen Update-Prozess ermöglicht. Ist der Hotspot nachts ausgeschaltet, lässt sich der Vorgang auch manuell über den Dashboard-Verwaltungsbereich (*Verwaltung* → *Aktualisieren*) ausführen. Es wird aber dringend empfohlen, den Hotspot nachts eingeschaltet zu lassen, da es sich bei WPSD um eine rollierende *Release/Continuous-Delivery*-Software handelt – Updates erfolgen schnell und häufig!

Funktionen, Verbesserungen und Änderungen

Obwohl WPSD als Ableger der ursprünglichen Pi-STAR-Software begann und kleinere Ähnlichkeiten aufweist, unterscheidet es sich doch erheblich und ist eine eigenständige Software. Im Folgenden werden einige Funktionen, Verbesserungen und Änderungen im Vergleich zur ursprünglichen Pi-STAR-Software beschrieben.

- Unbegrenzte Profile: Profile für verschiedene Modi, Konfigurationen, verschiedene Benutzer/Rufzeichen usw. können sofort gespeichert und gewechselt werden.
- Vollständige APRS-Gateway-Unterstützung: Die gemeinsame Nutzung von APRS-Daten mit bestimmten Modi ist wählbar.
- Vollständige DGID-Unterstützung: Der *Live-Caller*-Bildschirm, ähnlich einem virtuellen Nextion-Bildschirm, zeigt aktuelle Anruferinformationen in Echtzeit an; aktuelle/letzte Anruferdetails (Name/Standort, falls verfügbar) auf dem Haupt-Dashboard. Die Namen der Gesprächsgruppen erscheinen in den Zielfeldern (nur Brandmeister-DMR-, NXDN- und P25-Unterstützung). Die YSF/NXDN/P25/M17-Link-Manager bieten die Möglichkeit, Links, Räume, Reflektoren und Gesprächsgruppen spontan zu ändern, ohne die Konfigurationsseite aufrufen zu müssen. Der DMR-Netzwerk-Manager ermöglicht das sofortige Deaktivieren und Aktivieren konfigurierter DMR-Netzwerke/Master und das schnelle Umschalten von XLX-Reflektoren und -Modulen; praktisch zum „Pausieren“ von ausgelasteten Netz-

Bild 3: Optimieren eines Hotspots oder Repeaters mithilfe der BER-Diagnostik in WPSD ...

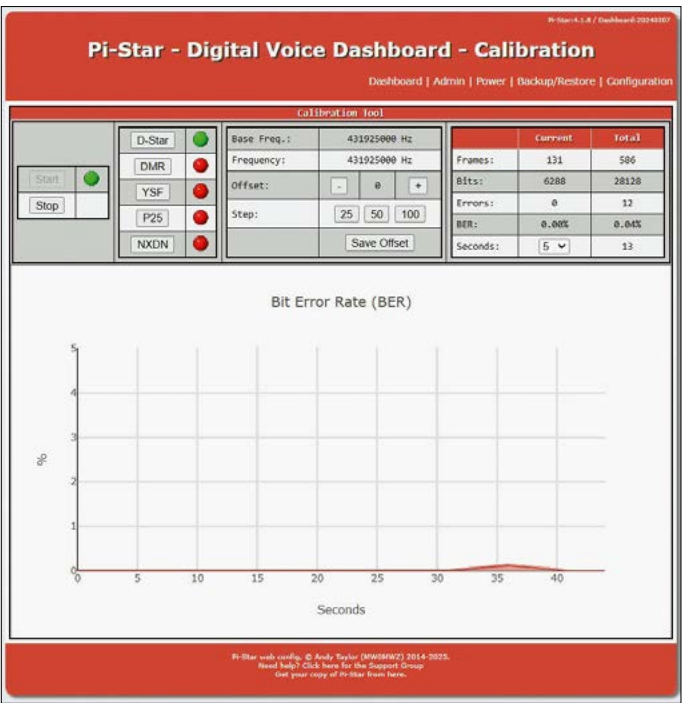


Bild 4: ... und in Pi-STAR

- Vollständige M17-Protokollunterstützung: Der Brandmeister-Manager bietet zahlreiche Neuerungen. Er zeigt jetzt die Namen der verbundenen tatsächlichen Gesprächsgruppen an. Verbundene dynamische Gesprächsgruppen zeigen nun die Leerlaufzeit aufgrund fehlender Übertragung an. Es wurde die Möglichkeit hinzugefügt, bis zu zehn statische Gesprächsgruppen gleichzeitig hinzuzufügen oder zu löschen.
- Der *Instant Mode Manager* wurde zur Admin-Seite hinzugefügt. Er ermöglicht, ausgewählte Funkmodi sofort anzuhalten oder fortzusetzen. Das ist praktisch für die Teilnahme an Netzen, die Beruhigung eines ausgelasteten Modus, die vorübergehende Beseitigung von „Modi-Monopolisierung“ usw.
- Die Admin-Seite wurde mit einem *System Manager* ergänzt. Dieser gestattet das De-

aktivieren und Aktivieren der Betriebssystem-Firewall – praktisch, wenn man sich bereits hinter einer guten Firewall befindet. Deaktivieren/Aktivieren von *Cron*, um zu verhindern, dass Updates und WPSD-Dienste mitten in der Nacht oder früh am Morgen neu gestartet werden. Es gibt die Möglichkeit, die POCSAG-Haltezeit über die Konfigurationsseite einzustellen. Durch die native Nextion-Bildschirmunterstützung ist kein Herumhantieren mit Nextion-Treibern oder -Skripten erforderlich. Das DMR-Roaming und die Bakenunterstützung lassen sich im Netzwerk- oder Intervallmodus nutzen. Die Anzahl der angezeigten *Last-Heard*-Dashboard-Zeilen ist konfigurierbar (Standardwert: 40, maximal 100). Dazu werden die Namen der angeschlossenen FCS- und YSF-Reflektoren und die numerische ID im linken Dashboard-Bereich angezeigt. Die Admin-Seite ist in logische

Unterabschnitte und Unterseiten unterteilt, um bei Änderungen bessere Rückmeldungen zu erhalten.

Hinweis: *Last Heard* und andere dynamische Tabellen sind in den Admin-Abschnitten standardmäßig ausgeblendet, damit sich die Benutzer auf die anstehenden Aufgaben und deren Ergebnisse konzentrieren können. Die *Last-Heard*-Daten lassen sich jedoch in diesen Bereichen umschalten.

In WPSD weggefallene Pi-STAR-Funktionen

- *D-STAR-Repeater-Modus/Controller-Typ* entfernt: WPSD arbeitet nur im aktualisierten/unterstützten MMDVM-Modus und die veraltete D-STAR-Repeater-Funktionalität existiert so nicht mehr. WPSD kann selbstverständlich weiterhin als D-STAR-Hotspot oder -Repeater betrieben werden, aber leider nicht mehr mit den originalen Icom-Repeatern.
- Die Funktion *Upgrade über das Dashboard* und die Befehlszeile wurden entfernt. Die Funktion *Update über das Dashboard* und die Befehlszeile (*wpsd-update*) kümmern sich nun um alle Upgrades und Updates.
- Wenn die CPU mit den empfohlenen Temperaturen „kühl“ oder „normal“ läuft, wird der Zellenhintergrund nicht mehr in Grün angezeigt. Nur wenn sich die CPU über die empfohlenen Temperaturen hinaus erwärmt, ist die Zelle orangefarben oder rot.

– Die BER (*Bit Error Rate*, Bild 3) ist nur von der Funkeinheit (RF) zum Hotspot bzw. Repeater gültig, daher gibt es in der Tabelle der zuletzt erfassten Daten keine BER-Spalte. Die BER wird nur in der Tabelle der lokalen RF-Daten angezeigt, wenn die Übertragungen mindestens 10 s (für die Genauigkeit) betragen, wo es technisch und logisch sinnvoll ist.

Unterstützung des M17-Protokolls

Die Unterstützung des M17-Protokolls erfordert eine aktualisierte MMDVM-Modem-Firmware oder die MMDVM_HS-Hotspot-Firmware, mindestens in der Version 1.6. Daher muss diese möglicherweise mithilfe der in WPSD enthaltenen MMDVM_HS-Firmware-Flash-/Update-Programme aktualisiert werden.

Bekannte Probleme und Inkompatibilitäten

Die Nutzung auf einem Raspberry Pi Zero-W, v1.x (erste Generation mit Single-Core-CPU) funktioniert mit viel Aufwand, siehe unter *Installationshinweise*, wird aber nicht mehr empfohlen.

Das Wiederherstellen und/oder Verwenden von Konfigurationssicherungen aus der originalen Pi-STAR-Software ist nicht möglich, da WPSD eine viel modernere und aktuellere Backend-Software verwendet. Die ursprünglichen Sicherungsdaten sind dadurch größtenteils inkompatibel und werden nicht unterstützt. Es wird empfohlen, immer ein geeignetes

WPSD-Disk-Image für die entsprechende Hardware zu verwenden und die Konfiguration von Grund auf neu vorzunehmen.

Entwicklung von WPSD

Chip Cuccio, W0CHP, begann mit der Entwicklung von WPSD. Im Laufe der Zeit haben aber viele Mitstreiter zum Projekt beigetragen. Es gibt sogar ein offizielles WPSD-Core-Entwicklungsteam. Große Verdienste hat sich Andy Taylor, MW0MWZ, erworben, der die Pi-STAR-Software entwickelt hat. Sie war die Grundlage für die Entstehung des WPSD-Projekts. Die Rückfallfunktion zur Abfrage von Rufzeichen in den USA verwendet eine gute Programmierschnittstelle, *callook.info*, die von Josh Dick, W1JDD, bereitgestellt wird.

Der *Geo-Lookup*-Code für die Zuordnung von Rufzeichen zu Ländern, verfasst von Jean-Luc Deltombe, LX3JL, und Luc Engelmann, LX1IQ, wurde von *xlxd* übernommen. Chip konnte einen Teil seines Codes für WPSD nutzen. Die hervorragenden Länderflaggen-Bilder stellte freundlicherweise Hampus Joakim Borgos zur Verfügung. Allerdings basiert alles auf Arbeiten von Jonathan Naylor, G4KLLX, für die Suite von MMDVM und die zugehörigen Client-Tools. Ohne Jonathans unglaubliche und produktive Beiträge und Geschenke an die Amateurfunk-Gemeinschaft würden WPSD und viele andere MMDVM-Projekte nicht existieren. **Jochen Berns, DL1YBL**

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ „Alter Freund“ jetzt auch für 10 m

Für 2025 beabsichtigt Dave Benson, K1SWL, die Produktion des *Old Friend* genannten QRP-CW-Transceivers auf Geräte für das 10-m-Band zu erweitern. Bisher stehen Varianten für 80 m, 40 m, 30 m und 20 m zur Verfügung. Die Arbeitsfrequenz lässt sich jeweils von der unteren Bandgrenze aus in einem 150 kHz breiten Bereich einstellen.

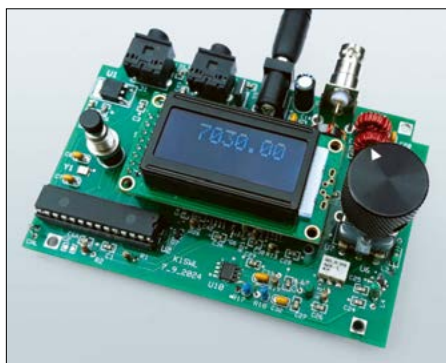
Die Sendefrequenz wird direkt erzeugt, wobei als VFO ein Si5351 zum Einsatz kommt, der auch den Mithörton generiert. In der Endstufe finden drei parallelgeschaltete BS170 Verwendung, die von zwei Gattern eines 74ACT02 angesteuert werden. Als Sendeleistung sind jeweils 6 W angegeben.

Der Empfänger ist als Direktmischer konzipiert und verfügt über eine Empfindlichkeit von –97 dBm MDS (engl. *Minimal Detectable Signal*). Dies entspricht etwa 3 μ V am 50- Ω -BNC-Antenneneingang, also einem mit S5 aufnehmbaren Signal. Als Mischer findet der Diodenringmischer ADE-2 Verwendung. Für die NF-Filterung und NF-Verstärkung nutzt K1SWL zwei Doppeloperationsverstärker, einen TL972 und einen TLV2460.

Die Steuerung des gesamten Transceivers übernimmt ein ATmega328P. Dieser fragt Dreh-

Encoder und Zusatztaster ab, gibt das VFO-Steuerwort aus, übernimmt die Sende-Empfangs-Umschaltung und sorgt für die Anzeige wichtiger Betriebsparameter auf dem LC-Display. Als Morsetaste lässt sich eine Hub- oder eine Paddle-Taste nutzen, für Letztere ist ein Iambic-Keyer (5 WpM bis 40 WpM) ins Funkgerät integriert. Im Zusammenspiel zwischen Dreh-Encoder und Taster lassen sich u. a. die Arbeitsfrequenz und Tastgeschwindigkeit einstellen sowie abgespeicherte Frequenzen abrufen.

Der Transceiver benötigt 1 A beim Senden und 135 mA beim Empfang, jeweils bei 11 V bis 14 V Versorgungsspannung, die über einen Hohlstecker und die entsprechende Buchse zugeführt wird. Auf der bei [1] erhältlichen, 108 mm \times 71 mm großen Platine sind alle SMD-Bauelemente bereits aufgelötet, sodass man sich nach dem Wickeln zweier Ring-



Komplett bestückte Leiterplatte des OF-40



Transceiver OF-40 im optional erhältlichen Gehäuse
Fotos: K1SWL

kerne auf die restliche Bestückung mit bedrahteten Bauelementen konzentrieren kann. Ein 120 mm \times 94 mm \times 31 mm großes, bearbeitetes Gehäuse ist optional erhältlich. Wer bereits einen dieser Transceiver besitzt, kann bei Bedarf einen programmierten Mikrocontroller mit der inzwischen verbesserten Firmware ebenfalls bei [1] kaufen.

Auf der genannten Website steht neben der Bauanleitung auch der vollständige Stromlaufplan zur Verfügung. In der Zwischenzeit ist dort außerdem schon die erste Modifikation für die *Old Friends* veröffentlicht worden, die die Einstellung der Lautstärke betrifft. Darüber hinaus werden Tipps für einen möglichst problemfreien Zusammenbau gegeben. **Red. FA**

Bezugsquelle

[1] Midnight Design Solution: Old Friend. https://midnightdesignsolutions.com/old_friend



■ Duldungsverlängerung für 6 m und 4 m

Lange war nicht sicher, ob Funkamateure mit Zeugnisklasse E im neuen Jahr wieder Sendebetrieb auf 6 m durchführen dürfen. DARC e.V. und RTA (Runder Tisch Amateurfunk) waren in den vergangenen Monaten immer wieder beim Verkehrsministerium und bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) vorstellig geworden, um eine entsprechende Duldung zu erlangen. Mit dem Inkrafttreten der novellierten Amateurfunkverordnung (AFuV) am 24. 6. vergangenen Jahres war die entsprechende Regelung für die Klasse E ausgelaufen, während die Klasse A in der AFuV eine dauerhafte Sendeberechtigung erhalten hatte.

Die Bemühungen waren erfolgreich: In ihrem Amtsblatt 24/2024 vom 18. 12. 2024 verfügt die BNetzA, dass die Klasse E seit dem 1. 1. dieses Jahres wieder im 6-m-Band funken darf. Dies zu den bekannten Bedingungen: Im Frequenzbereich 50,0 MHz bis 50,4 MHz darf mit maximal 100 W PEP gesendet werden, ausschließlich horizontale Polarisation ist erlaubt. Im Rest des Bandes sind maximal 25 W PEP zulässig.

Die am 31. 12. 2024 ausgelaufene Duldungsregelung für das 4-m-Band wird im selben Amtsblatt bis zum 31. 12. 2025 verlängert. Hier ist Sendebetrieb ausschließlich für Inhaber der Zeugnisklasse A im Frequenzbereich 70,150 MHz bis 70,210 MHz zulässig. Die maximale Sendeleistung beträgt 25 W ERP, bei horizontaler Polarisation der Antenne. Das Amtsblatt 24/2024 steht unter www.bundesnetzagentur.de/amtsblatt als PDF-Datei zum Herunterladen bereit.

Bernd Mischlewski, DF2ZC

■ Funkprojekt 2025C auf den Bändern

In diesem Jahr gehört die sächsische Industriestadt Chemnitz zu den Europäischen Kulturhauptstädten, in Deutschland ist dies erst der vierte Titelträger. Zum regionalen Umfeld zählen 38 Kommunen aus Mittelsachsen, dem Erzgebirge und dem Zwickauer Land. Bereits während des mehrjährigen Bewerbungszeitraums der Stadt waren Chemnitzer Funkamateure mit diversen Sonderaktivitäten auf den Bändern unterwegs.



Der Chemnitzer DARC-Ortsverband S54 hat fünf Sonderrufzeichen für das Amateurfunk-Ereignis 2025C beantragt. Die Sonderstation (SES) DL2025C repräsentiert den Titelträger Chemnitz und die Region. Auf den Chemnitz unterstützenden DARC-Distrikt des Freistaats

Sachsen verweist DL2025S. Die drei weiteren SES erinnern an frühere deutsche Kulturhauptstädte: 1988 Westberlin (DL2025B), 1999 Weimar (DL2025W) und 2010 Essen/Ruhrgebiet (DL2025E). Für die gemeinsame Aktion, das Diplom-Event 2025C, konnten sich die Chemnitzer die Teilnahme vieler Operators aus der erfolgreichen Funkaktion 100FK sichern. Die fünf SES-Teams sind deutschlandweit mit fast 60 Operators aktiv.

Das Diplomprogramm ist am 18. 1., dem Eröffnungstag der Titelträgerschaft, gestartet und endet am 31. 3. dieses Jahres. Die Handhabung ist ähnlich der bei 100FK und damit für alle online über die Webseite <https://2025c.de> nutzbar. In den drei Teilnehmerkategorien *Deutschland*, *Europa* und *DX* können anspruchsvolle Diplome von *Bronze* bis *Gold* in den Modi Morsetelegrafie, Phone, Mixed und Digital erarbeitet werden.

Alle Diplome sind kostenfrei und wie die dQSLs vom Antragsteller bei Erfüllung von der Website herunterzuladen. Dies gilt ebenfalls für Kurzwellenhörer. Weiteres zur Funkaktion, zur Geschichte der Europäischen Kulturhauptstädte sowie speziell über Chemnitz steht auf der genannten Website.

Uwe Hansen, DL2SWR, Team 2025C

■ Entwurf maßgeblicher Antennennorm

Nach etwa eineinhalbjähriger Überarbeitungszeit ist im Januar dieses Jahres der Entwurf der für Funkamateure maßgeblichen Antennennorm erschienen: *E DIN VDE 0855-300: 2025-01 Funkanlagen mit Senderausgangsleistungen bis 1 kW – Teil 300: Sicherheitsanforderungen*. Diese beschreibt die Notwendigkeit und die Ausführung der Antennenordnung und des Potenzialausgleichs für Funkanlagen.

Die Norm hat primär Mobilfunkbetreiber im Blick. Die aufgezeigten Vorgehensweisen gelten aber generell auch für Funkamateure und andere Betreiber von Sendeanlagen mit kleiner Leistung wie etwa CB-Funk und VSAT-Anlagen. In dem neuen Kapitel 7, das sich an jene Funkbetreiber richtet, werden mögliche Abweichungen von den normativen Vorgaben aufgeführt. Dies betrifft unter anderem den Amateurfunk mit Drahtantennen oder Antennen mit Zweidraht-Speiseleitungen.

Bis zum 13. 4. lassen sich unter www.dke.de/de/mitmachen/nehmen-sie-stellung-zu-norm-entwerfen Einsprüche beim zuständigen Normenkomitee DKE AK 735.0.2 melden. Darüber erhält man zudem nach einer Registrierung den Zugang zu aktuellen Entwürfen. Mitte 2025 wird die finale Fassung der Antennennorm veröffentlicht.

Thomas Raphael, DF4KJ, DARC-VDE-Arbeitskreis Blitzschutz von Funkanlagen

■ Gigahertz-Tagung Dorsten

Die 45. Gigahertz-Tagung beschäftigt sich wieder mit dem Amateurfunkbetrieb auf Frequenzen oberhalb von 1,2 GHz und findet in diesem Jahr am 15. 2. in Dorsten in den Räumen der dortigen Volkshochschule statt. Die Tagung lebt von zahlreichen Fachvorträgen und der

Möglichkeit des persönlichen Gesprächs. Jährlich tauschen sich dort mehr als 200 Funkamateure über die neuesten Entwicklungen auf den Bändern aus. Zudem wird der DARC-UKW-Contestpokal verliehen. Der DARC-Distrikt Westfalen-Nord organisiert die Gigahertz-Tagung, unterstützt durch die Volkshochschule Dorsten. Unter <http://ghz-tagung.de> stehen ein Link zum Tagungsprogramm (PDF-Download) sowie weitere Informationen über das Treffen.

Info Gigahertz-Tagung

■ Simulation der Amateurfunkprüfung

Junghard Bippes, DF1IAV, bietet unter <https://afup.a36.de/index2.html> eine realistische Prüfungssimulation für die Amateurfunkprüfung nach dem neuen Fragenkatalog der BNetzA an. Die Online-Prüfung kann man für die Klassen N, E oder A jeweils in den Bereichen Vorschriften, Betrieb und Technik absolvieren. Für jeden Prüfungsteil werden zufällig 25 Fragen generiert, die vom Prüfling in einer vorgegebenen Zeit zu beantworten sind. Zum Abschluss lässt sich eine Auswertung starten, die zeigt, ob die Punktzahl gereicht hätte, um zu bestehen.

Für die Prüfungssimulation am heimischen Küchentisch empfiehlt sich die Verwendung eines Taschenrechners, der Formelsammlung aus dem Fragenkatalog (ab Seite 234) und eines Blattes Papier für Berechnungen. Diese Online-Prüfung lässt sich auch in Amateurfunk-Lehrgängen zur Abfrage des Lernstands nutzen. Erfahrene Funkamateure können zudem damit testen, ob ihr Prüfungswissen auf dem aktuellen Stand ist. Der DARC e.V. betreibt unter 50ohm.de weiterhin seine Lernplattform für Amateurfunk.

Info Werner Vollmer, DF8XO

■ Video zur Entwicklung der SDR-Technik

In einem 41-minütigen, von Andreas Pax, DK2NDR, erstellten und bei *Youtube* verfügbaren Video (Eingabe Suchmaske: *DJ2LR*) berichtet Prof. Dr. Ulrich L. Rohde, DJ2LR, über die seit den 1980er-Jahren in seinem Team vorangetriebene Entwicklung der SDR-Technik.

Info Andreas Pax, DK2NDR

Afu-Welt

■ BBC über Morse-Weltmeisterschaft

Im vergangenen Oktober fand in Tunesien und damit erstmals in Afrika die *IARU High Speed Telegraphy World Championship 2024* statt. *BBC Radio* berichtet in einer halbstündigen Dokumentation über die Weltmeisterschaft und lässt Teilnehmer zu Wort kommen. Der BBC-Reporter zeigt sich unter anderem vom jugendlichen Alter einiger Telegrafisten beeindruckt. Seine Erkenntnis: Morser ist wie eine Sprache. Auf der Website der BBC steht der Hörfunkbeitrag in englischer Sprache unter www.bbc.co.uk/programmes/p0k8y9kq zum Anhören und Herunterladen (MP3) bereit.

Harald Kuhl, DL1AX



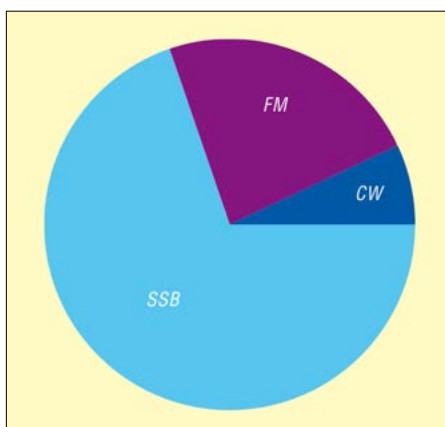
Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ OE20SOTA – Ein Rückblick

Im Jahr 2024 gab es insgesamt 134 SOTA-Aktivierungen im Zeitraum vom 1. 5. bis 31. 10., wobei 32 Funkamateure aktiv waren. 1286 unterschiedliche Jäger dürfen sich jetzt auf Sonder-QLS-Karten freuen. Während dieser Aktivitäten wurden 4171 QSOs mit 55 DXCC-Gebieten getätigt, 499 Kontakte waren S2S-Verbindungen (*Summit-to-Summit*). Ein Großteil der Kontakte entfiel auf die Sendart SSB, aber auch lokal in FM waren die Stationen gut erreichbar.

Die meisten Kontakte wurden auf 40 m und 20 m getätigt, gefolgt von 2 m und, aufgrund der guten Bedingungen, 10 m. Der aktivste Bergfunker war Martin, OE5REO, der aktivste Jäger Helmut, OE5WHR. Insgesamt konnten 43 Jäger das Sonderdiplom erarbeiten. Interessierte können sich auf Youtube zwei Videos



OE20SOTA-Verbindungen unterteilt nach Sendarten
Grafik: FA

über OE20SOTA-Aktivierungen ansehen: Spitzmauer (2446 m) <https://youtu.be/qm8YvU-SqDE> und Großes Maierck <https://youtu.be/elfbNRDUiZY>

■ Eröffnung des neuen Klubheims OE9XGV in Rankweil

Am Samstag, dem 4. 1. 2025, öffnete ab 18 Uhr das neue Klubheim des Landesverbands Vorarlberg in Rankweil offiziell seine Türen. Zahl-

reiche Mitglieder und Interessierte kamen zusammen, um die Räumlichkeiten zu besichtigen und die Möglichkeiten zu entdecken, die das neue Heim mit der angeschlossenen Klubstation OE9XGV bietet. Man verfügt nun über einen Funkraum mit KW, VHF/UHF, Pactor 4, QO-100 etc., eine umfangreiche Bibliothek, Arbeitsplätze für Löt- und SMD-Arbeiten, einen HF-Messplatz, einen Bereich für mechanische Bearbeitung sowie Räumlichkeiten für Info- und Klubabende mit großem Bildschirm. Einen Überblick über die Veranstaltungen und Termine findet man unter: <https://oe9.oevsv.at/clubheim/veranstaltungen>

■ Open House – FH Wiener Neustadt

Am 28. 2. 2025 findet ab 12 Uhr in der Fachhochschule Wiener Neustadt, Johannes Gutenberg-Straße 3, 2700 Wiener Neustadt, eine Open-House-Veranstaltung statt, bei der auch der ADL 324 vertreten sein und seine Klubräume mit der Satelliten- und KW-Station für interessierte Gäste öffnen wird. Die Veranstaltung dauert bis 18 Uhr. Auf die Besucher warten Führungen durch den Campus, Besichtigung der Labore und Beratungsmöglichkeiten. Nebenbei kann man sich natürlich auch über das Thema Amateurfunk informieren.



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

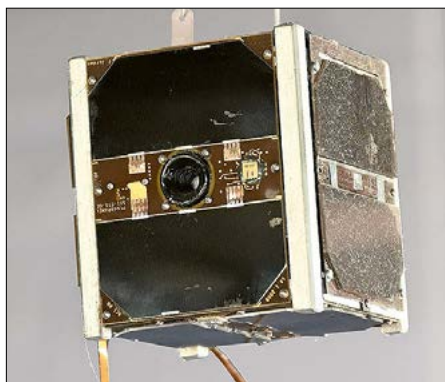
■ SwissCube seit 15 Jahren im All

Am 26. 9. 2009 setzte eine Rakete vom indischen *Satish Dhawan Space Center* ihre Nutzlast im Orbit ab, darunter den ersten Schweizer Satelliten: *SwissCube*, welcher ein CubeSat, also ein würfelförmiger Satellit mit einer Kantenlänge von 10 cm ist. Er wurde auf eine Mission geschickt, von der man hoffte, dass sie etwa drei Monate dauern würde.

Heute, 15 Jahre später, sendet er immer noch Telemetriedaten, so wie die beiden älteren CubeSats *Xi-IV Oscar 57* und *Xi-V Oscar 58*. Damit ist *SwissCube* der drittälteste der 2400 CubeSats, die seit 2003 gestartet wurden. Aber es war kein Zuckerschlecken: *SwissCube* überlebte mehrere Abenteuer im Hollywood-Stil: ein unkontrolliertes Trudeln (wie in *First Man*), die Navigation durch ein Trümmerfeld (wie in *Gravity*), ein längerer Kommunikationsausfall (wie in *The Martian*) und eine improvisierte Reparatur (wie in *Apollo 13*). Es ist ein Wunder, dass er noch sendet – und ein Beweis für großartige Ingenieurskunst.

Muriel Richard-Noca hatte am Jet Propulsion Laboratory der NASA am *Jupiter-Icy-Moon*-Orbiter gearbeitet, einem 350 Millionen US-\$ teuren und 40 t schweren Projekt, als Dr. Maurice Borgeaud sie 2005 überredete, für *SwissCube* an der EPFL zu arbeiten. Das Ergebnis war, dass sie an einem 800-g-Satelliten mit ei-

nem Budget von 100 000 CHF mitwirken sollte. Dr. Anton Ivanov war ebenfalls vom Jet Propulsion Laboratory zu eSpace gewechselt und erinnert sich noch gut an die gewaltige Aufgabe: „Die Leute vergessen, dass 2009 die Erfolgsquote bei Kleinsatelliten bei nur etwa 30 % lag.“ Der Start war tatsächlich erfolgreich.



Nachbildung des SwissCube im Verkehrshaus der Schweiz (VHS) in Luzern
Foto: HB9IQY

Es gab jedoch bald ein Problem, weil der Satellit taumelnd in seine Umlaufbahn eingesetzt wurde. Er drehte sich zu schnell, um mit der vorhandenen Lageregelung stabilisiert zu werden. Hinzu kam eine Warnung vom *United States Joint Space Operations Center*, dass eine Kollision zwischen dem aktiven kommerziellen Satelliten *Iridium 33* und dem verlassenen russischen Militärorbiter *Kosmos 2251*, der ein Trümmerfeld hinterlassen hatte, bevorstehe und *SwissCube* direkt darauf zu steuere. Glücklicherweise flog *SwissCube* irgendwie hindurch und es kam zu keiner Kollision.

Das Trudeln hielt jedoch an und verhinderte, dass der Satellit gesteuert werden konnte oder Telemetriedaten empfangen wurden. Geduld war gefragt: Die Vorhersagen zeigten, dass sich das Trudeln mit der Zeit verlangsamen würde, und das war auch der Fall. Die Sensoren waren übersteuert und es war nicht möglich, Telemetrie zu empfangen. Mit Spannung wurden Bilder des *Airglow*-Phänomens – schwachen Lichtemissionen aus der Planetenatmosphäre – erwartet.

Es gab eine Möglichkeit, den Neustart des Systems zu erzwingen, wenn die Batterien unter 20 % entladen werden. Alle Systeme wurden eingeschaltet und deaktivierten damit mehrere Sicherheitsmaßnahmen, die dies verhindert hätten. Wir mussten einfach abwarten, bis *SwissCube* auf seiner nächsten Umlaufbahn vorbeikam und hoffen, dass alles gut ginge. Als alle Systeme nach dem erfolgreichen Neustart wieder online waren, lieferte der Satellit das erste Bild des *Airglow*-Phänomens.

Das letzte Abenteuer von *SwissCube* ereignete sich 2022, als die Kommunikation abbrach. Es wurden Vorbereitungen getroffen, um das Ende einer großartigen Mission zu verkünden, aber es stellte sich heraus, dass der Abbruch der Kommunikation durch ein defektes Kabel der Bodenstation verursacht wurde. Nach einer schnellen Reparatur konnte die Telemetrieübertragung wieder aufgenommen werden.

Tnx Info John Maxwell, Armin Rösch, HB9MFL, und Martin Klaper, HB9ARK



Februar 2025

1.2.

AGCW-DL-Handtasten-Party [80 m] (CW) 1600/1900
Bayerischer Bergtag [≥1,2 GHz] (CW/SSB) 0900/1330
DARC-UKW-Winter-Fieldday [≥1,2 GHz] (CW/SSB) 0900/1330

1.-2.2.

EUDX Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200
Mexico RTTY International Contest [KW] 1200/2400

2.2.

Bayerischer Bergtag [<1,2 GHz] (CW/SSB) 0900/1300
DARC-UKW-Winter-Fieldday [<1,2 GHz] (CW/SSB) 0900/1300
Marconi Club Slow CW QSO Party [80/40/20 m] 1300/2300

4.2.

GMA Contest [144 MHz] (All) 1800/2200
NRAU Activity Contest u.a. [144 MHz] (All) 1800/2200
Westfalen Nord Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

5.2.

FT8 Activity Contest [144 MHz] 1700/2100
UKEICC 80 m Contest (SSB) 2000/2100

6.2.

SKCC Sprint Europe [160 m/KW/6 m] (CW) 2000/2200

7.2.

Latvian Mechanical Key Activity [80 m] (CW) 1800/1900

7.-9.2.

Orlando HamCation 2025, Central Florida Fairgrounds and Expo Park, Orlando, USA; www.hamcation.com

8.2.

Asia Pacific Sprint Contest [40/20 m] (CW) 1100/1300
European EME Contest [432 MHz] (CW/SSB) 0000/2400
RSGB 1,8 MHz Contest (CW) 1900/2300
VFDB-Contest [80/40 m] (SSB) 0700/1200

8.-9.2.

CQ WW WPX RTTY Contest [KW] 0000/2400
KCJ Topband Contest [160 m] (CW) 1200/1200
PACC Contest [160 m, KW] (CW/SSB) 1200/1200

11.2.

DARC FT4 Contest [80 m] 1900/1930
NRAU Activity Contest u.a. [432 MHz] (All) 1800/2200
Westfalen Süd Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

12.2.

FT8 Activity Contest [432 MHz] 1700/2100

13.2.

NRAU Activity Contest u.a. [50 MHz] (All) 1800/2200

15.2.

Gigahertz-Tagung Dorsten in der Volkshochschule/Bibliothek, Bildungszentrum Maria Lindenhof, Im Werth 6, 46282 Dorsten, siehe S. 160 und www.ghz-tagung.de

15.-16.2.

ARRL International DX Contest [160 m/KW] (CW) 0000/2400
YLRL YL-OM Contest [KW] (CW/SSB/Digi) 0000/2400

16.2.

9A Activity Contest [144 MHz...1,3 GHz] (CW/SSB/FM/AM) 0700/1200
DUR-Aktivitätscontest [≥1 GHz] (CW/SSB/FM/AM) 0800/1200
GMA Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz...241 GHz] (CW/SSB/FM/AM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz...10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

18.2.

NRAU Activity Contest u.a. [1,3 GHz] (All) 1800/2200

19.2.

AGCW-DL-Schlackertastenabend [80 m] 1900/2030
FT8 Activity Contest [1296 MHz] 1700/2100

20.2.

NRAU Activity Contest u.a. [70 MHz] (All) 1800/2200

21.-23.2.

CQ World Wide 160 m Contest (SSB) 2200/2200

22.2.

Bayerischer Bergtag [≥24 GHz] (CW/SSB) 0900/1300

22.-23.2.

REF Contest [KW] (SSB) 0600/1800
UBA DX-Contest [KW] (CW) 1300/1300

23.2.

2-m-Einsteiger-Contest [145 MHz] (FM) 1400/1600
Bayerischer Bergtag [10 GHz] (CW/SSB) 0900/1300
HSC-Contest [KW] (CW) 1400/1700
WW Patagonia DX Contest [KW] (CW/SSB) 0000/24000

25.2.

NRAU Activity Contest u.a. [≥2,3 GHz] 1800/2200

26.2.

UKEICC 80 m Contest (SSB) 2000/2100

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

BaMaTech; Bad Döben	141
Batronix Elektronik, Preetz	133
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	140
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	140
Haro electronic, Burgau	143
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	143
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	141
Hotel Hellers Krug, Holzminden	140
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4.US
IK-Telecom, Finnland	143
ILT Schule, Schweiz	165
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	138
Kusch, Dortmund	140
Langer EMV-Technik, Bannewitz	141
Lufthansa Technik, Hamburg	142
QSL Collection, Wien	140
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	143
Sander electronic, Berlin	141
SDR-Kits, Großbritannien	141
Spiderbeam, Spremberg	142
UKW-Berichte Telecommunications, Eggolsheim	149
WiMo GmbH, Herxheim	139/140/143
electronicrepair.de, Schwaförden	140
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2.US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 3/25 ist am Freitag, dem 7. Februar 2025.

Vorschau auf Heft 3/25

Signale aus einem Königreich, 3DA0DL
 Vielen DXern und DXCC-Sammlern noch unter dem Namen Swasiland bekannt, nennt sich das kleine Königreich im südlichen Afrika heute Eswatini. Dorthin reiste ein eingespieltes DXpeditions-Team, um unter dem Rufzeichen 3DA0DL für Pile-ups auf den Kurzwellenbändern zu sorgen. Dabei waren Annette, DL6SAK, Manfred, DK1BT, Wolf, DL4WK, Tom, DL7BO, und Frank, DL7UFR.



Funkfernswitcher mit Rückmeldung

Hobbyelektronikern steht mit der LoRa-Technologie ein System zur Verfügung, das nicht nur eine zuverlässige drahtlose Datenübertragung erlaubt. Auch Schaltvorgänge lassen sich damit per Funk steuern, wie das hier beschriebene Selbstbauprojekt zeigt.

... und außerdem:

- Empfangstechnik von SAQ Grimeton
- Optimierte Antennenanpassung für das 160-m-Band
- Funktion und praktische Anwendung ratiometrischer Schaltungen
- Erstellung von 3-D-Druckvorlagen mit FreeCAD
- Loggen mit RUMlog Next Generation

Redaktionsschluss FA 3/25: 6.2.2025
 Vorankündigungen ohne Gewähr

erscheint am 26.2.2025



QRP-CW-Transceiver BM10

Ein Transceiver zählt zweifellos zu den anspruchsvollen Selbstbauvorhaben. Dies gilt besonders dann, wenn er für alle KW-Bänder konzipiert ist, wie der hier vorgestellte BM10. Bei diesem kleinen Funkgerät erfolgt der Bandwechsel mithilfe von Steckmodulen. Die Sendeleistung beträgt 5 W. Zur Ausstattung gehören ein grafisches OLED-Display und ein Morse-Keyer.



amateurfunk

2025

MIT
SOFT-
WARE-**DVD**

SOFTWARE- HIGHLIGHTS:

- ▶ **Kabeldämpfungsrechner** von DL4MW
- ▶ **ECAD: DipTrace** Platinenlayout
- ▶ **Simons World Map**
- ▶ **Visual Analyzer 2024**

MESSTECHNIK

- ▶ **Netzwerkanalysator und Spektrumanalysator**
- ▶ **GPSDOs: Hochpräzise 10 MHz aus dem Weltraum**
- ▶ **Was ist, was kann die FFT?**

KNOW-HOW

- ▶ **Drei besondere HF-Leitungen**
- ▶ **Vollduplex über einen Kanal**
- ▶ **SWR und Leitungsdämpfung**

ANTENNENTECHNIK

- ▶ **Aktivantennen** zum Senden und Empfangen
- ▶ **Antennen- und HF-Leitungen** simulieren mit NetCas
- ▶ **Mehrantennen-Systeme** und Raumdiversitäts-Verfahren
- ▶ **Grafisch und interaktiv** anpassen mit „Mr. Smith“

SELBSTBAU

- ▶ **Moderner QRP-Mobil-Transceiver**
- ▶ **Integrierte Schaltung** nachgebaut
- ▶ **Sprachausgabe** mit dem Pi Pico

FUNKPRAXIS

- ▶ **QRP mit Bits und Bytes**
- ▶ **ENAMS: Hochauflösendes Feldstärken-Monitoringsystem**
- ▶ **Audacity, der Streamrecorder**
- ▶ **Handtaste, Paddle, Keyer & Elbug**

AUF DVD:

Neues, Updates, Amateurfunk, Antennenberechnung, APRS, Audio, CAT, Digitale Modi, DAB, DMR, DX, Satelliten, SDR, SWL..., Große Linksammlung, Links zu noch mehr Software und viel Lesestoff (z. B. Faszination QRP-DX, Mysterium Totalreflexion u.v.m.)

LESEBONUS: Buch als PDF

amateurfunk

Software für den Funkamateu

i Infotainment
Datenträger
enthält nur Lehr-
oder Infoprogramme

2025

VTH-Sonderheft

Amateurfunk 2025 mit DVD

Bestell-Nr. V-9925

Preis 15,90 • Versand (einzeln) 3,80 www.box73.de



2198-9656



The image shows a professional setup of the ICOM IC-7760 transceiver. The main unit is a black, rack-mountable transceiver with a large color LCD screen displaying frequency information (7.077.600 and 14.050.000) and a spectrum scope. It is equipped with various knobs, buttons, and a large tuning knob. A black ICOM microphone is connected to the front. To the right, a white cup of coffee sits on a saucer. In the background, a wooden desk and a potted plant are visible. The text 'INNOVATIVES KONZEPT' is overlaid in large white letters across the middle of the image. At the bottom, there is a QR code and a small inset image showing the transceiver's display in a different mode.

**INNOVATIVES
KONZEPT**

*Abbildungen enthalten optionales Zubehör, sowie Artikel von Drittanbietern.

Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icomeurope.com
Web: www.icomeurope.com



Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

180 Eswatini, 3DA0DL: Zurück
im kleinen Königreich

186 Empfangstechnik
von SAQ Grimeton

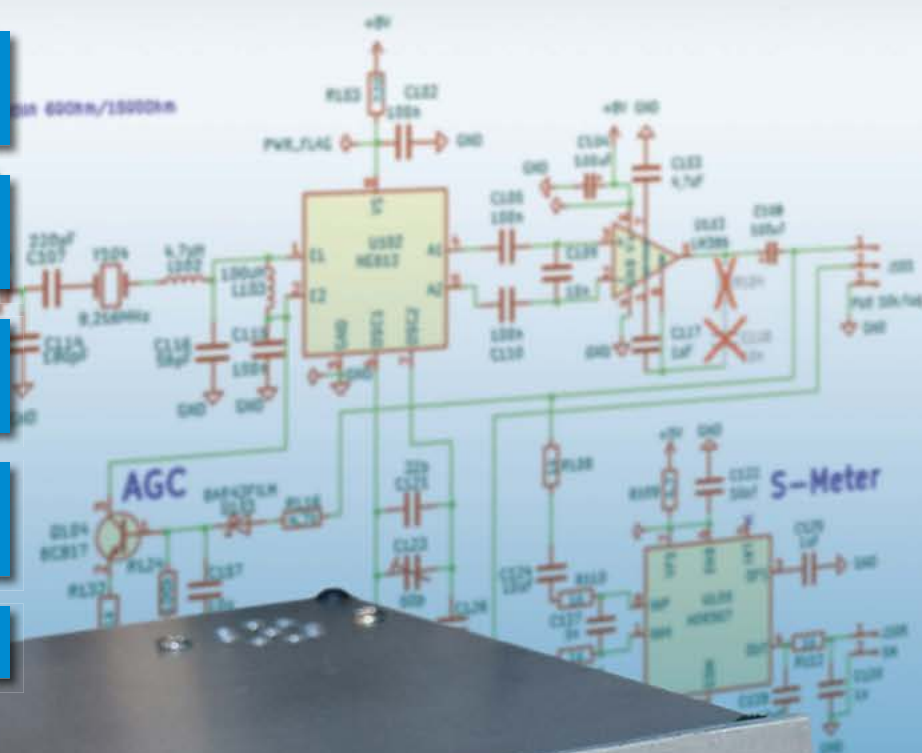
190 Objektdesign für den
3-D-Druck mit FreeCAD

194 Loggen auf dem Mac mit
RUMlog Next Generation

202 LoRa-Funkfernswitcher

220 160-m-Kurzdipol
als T-Antenne genutzt

222 Kleiner Antennenrotor als
Wochenend-Bastelprojekt

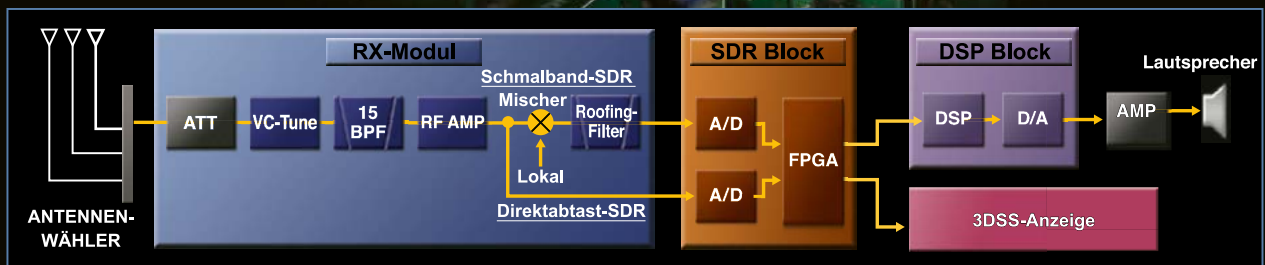


**QRP-CW-Transceiver BM10 mit
Bandsteckmodulen**

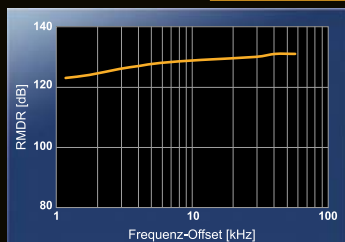
FT_{DX}101 TECHNISCHES HIGHLIGHT

Echte Leistung durch Hybrid-SDR-Konfiguration

Die Hybrid-SDR-Konfiguration vereint die ausgezeichnete Leistung eines Schmalband-SDR-Empfängers mit der Breitband-Abtastung eines SDR-Empfängers mit Direktabtastung, die gleichzeitig eine Echtzeitanzeige großer Bandbreite der Bandaktivität liefert

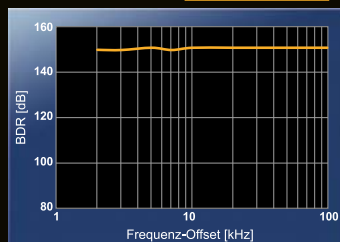


2 kHz RMDR **123dB+**



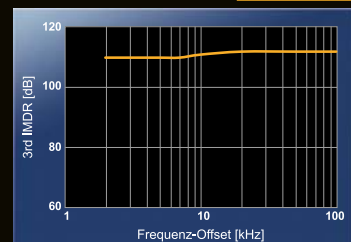
14 MHz Band Reciprocal Mixing Dynamic Range (RMDR)

2 kHz BDR **150dB+**



14 MHz Band Blocking Dynamic Range (BDR)

2 kHz 3. IMDR **110dB+**



3. IM Dynamic Range (IMDR)

KW/50-MHz-Transceiver

FT_{DX}101MP 200W

KW/50-MHz-Transceiver

FT_{DX}101D 100W



* Mikrofon M-1: optional

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC Import/export
Tel.: +31-18-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DQ0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (030) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (030) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (030) 44 66 94-60 · Fax (030) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (030) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäkel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darc.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischlewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsch, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäkel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 57,50 € (PLUS-Abo 63,50 €), **jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar.** Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januar Ausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74 CHF (PLUS-Abo 79 CHF)

Digital-Abonnement 49,00 €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6 € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOCHF033XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeigen online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5 € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 6.2.2025 **Erscheinungstag:** 26.2.2025

Druckauflage: 22 700

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

CQ Contest de DN9 ...

Seit letztem Sommer ist sie also da, die neue Klasse N, die technisch Interessierten den Einstieg in die Welt des Amateurfunks ebnet. Mittlerweile sind es fast 400 dieser Genehmigungen, die auf dem 10-m-, 2-m- und 70-cm-Band Funkbetrieb mit maximal 10 W EIRP ermöglichen.

Da liegt es nahe, sich auch gleich mit der Spielart des Wettbewerbsfunks, nämlich dem Contesten, zu beschäftigen. Das derzeit herrschende Sonnenfleckenmaximum bietet sich hierfür geradezu an, um auch mit geringer Leistung in den großen Contesten auf 10 m weltweite DX-QSOs zu arbeiten. Aber auch auf den UKW-Bändern lassen sich von exponierten Standorten Verbindungen über große Entfernungen tätigen.

Der DARC e. V. hat den neuen Möglichkeiten Rechnung getragen und für alle vom Referat Conteste betreuten relevanten Wettbewerbe die neue Contest-Klasse „Trainee“ geschaffen. In dieser werden Stationen im Ausbildungsbetrieb, also mit Präfix DN1 bis DN8 und Individualrufzeichen/T, sowie die neuen DN9-Funker zusammengefasst. Dies ist ein vernünftiger Ansatz, denn auf diese Weise sollen sich die Newcomer in der Contest-Szene untereinander messen können, um nicht in der Masse der erfahrenen Contester „unterzugehen“. Es dürfte spannend sein, zu sehen, wie sich die Beteiligung in der neuen Trainee-Klasse im ersten großen UKW-Contest im März entwickelt.

Was aber können oder sollten die erfahrenen Contester beim Umgang mit den „Neuen“ berücksichtigen? In jedem Fall ist es eine gute Idee, etwas Nachsicht üben, wenn nicht beim ersten Anruf routiniert die erwartete Seriennummer und der Locator zurückkommen. Hier gilt, wie in anderen Bereichen auch, umso mehr das Motto: Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. Dazu kommt die auf 10 W EIRP beschränkte Sendeleistung, die in der Regel keine hohen Feldstärken erzeugen wird. Wenn jedoch alle Beteiligten etwas geduldig sind, dann wird das erste Contest-Erlebnis für alle N-Klasse-Zeugnisinhaber eine positive Erfahrung sein.

Allerdings können die frischgebackenen Funkamateure auch selbst etwas tun. Die zahlreichen zugänglichen Web-SDRs sind eine ideale Möglichkeit, zunächst einmal in das Contest-Geschehen hineinzuhören, bevor man sich selbst traut, erste Punkte in einem Contest zu sammeln. Denn das, was passieren kann, wenn sich das erste DN9-Rufzeichen etwa im CQ-WPX-SSB-Contest mit einem beherzten „CQ Contest“ bei offenem 10-m-Band zu Wort meldet, könnte frustrierend für alle Beteiligten sein. Schließlich hat die um den Globus verteilte „Meute“ von Präfixjägern keine Ahnung, dass am anderen Ende möglicherweise ein noch unerfahrener Contester sitzt.

Es lässt sich nicht verleugnen, dass nicht nur auf den UKW-Bändern insbesondere an den Wochenenden durch die Conteste deutlich mehr Aktivitäten zu verzeichnen sind, als das viel zitierte Rauschen unter der Woche. Dadurch können diese Wettbewerbe vielleicht dazu beitragen, den neuen Amateurfunkzeugnisinhabern das eine oder andere Erfolgserlebnis durch Funkkontakte mit interessanten Stationen zu verschaffen. Denn nichts wäre schlimmer, als wenn auf die anfängliche Euphorie nach bestandener Prüfung die Ernüchterung durch ein „leeres“ Logbuch folgt und das neue Hobby wieder an den Nagel gehängt wird.

Heißen Sie die „Neuen“ im nächsten Contest also bitte willkommen, indem Sie Nach- und Umsicht walten lassen.

Peter John
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS

Amateurfunk

Eswatini, 3DA0DL: Rückkehr ins kleine Königreich



Der kleine Binnenstaat Eswatini war bis 2018 unter dem Namen Swasiland bekannt, bis sich der Herrscher des Königreichs zur Umbenennung entschied. Umgeben von Südafrika und im Osten an der Grenze zu Mosambik gelegen, war dieses DXCC-Gebiet im vergangenen Oktober und November das Ziel einer DXpedition aus Deutschland. Teammitglied Frank Rutter, DL7UFR, nimmt uns in seinem Bericht mit in ein hierzulande kaum bekanntes Land.

Foto: Team 3DA0DL

180

Loggen auf dem Mac mit RUMlog Next Generation

194

Anschluss von Zweidrahtleitungen

201

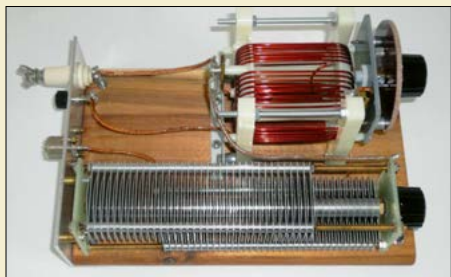
QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (1)

212

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (2)

216

Speisung eines 160-m-Kurzdipols als kleine T-Antenne



Wohl nur die wenigsten Funkamateure können eine Antenne für das 160-m-Band in voller Länge oder günstiger Höhe aufbauen. Doch selbst mit einem relativ kurzen Dipol gelingt es, sich dieses Band zu erschließen, wenn auch nur eingeschränkt. Noch besser geht dies, wenn man diesen Dipol und einen passenden Antennenkoppler als kleine T-Antenne betreibt.

Foto: DF2BC

220

Kleiner Antennenrotor als Wochenend-Bastelprojekt



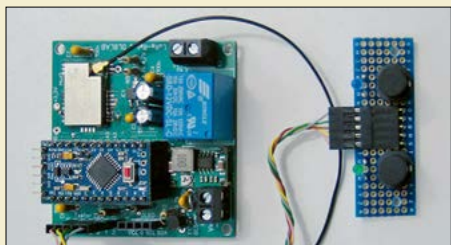
Zur Ausrichtung einer kleinen Antenne für 2 m und 70 cm genügt es in der Regel, den Mast mit der Hand zu drehen. Soll dieser Handgriff vermieden werden und das Drehen bequem vom Stationstisch aus erfolgen, lässt sich ein passender Rotor selbst bauen. Dessen Drehrichtung kann bei dem beschriebenen Bastelprojekt drahtlos vorgegeben werden.

Foto: DM8TB

222

Funk

Funkfernschalter mit LoRa-Technik und Rückmeldekanal



LoRa-Technologie ist für die Realisierung kostengünstiger Funkanwendungen geeignet, bei denen es auf Störsicherheit und Reichweite bei gleichzeitig geringem Energiebedarf ankommt. Hiermit lässt sich auch eine individuell einsetzbare Funkfernschaltung für netzspannungsbetriebene Verbraucher mit Rückmeldung des Schaltzustands preisgünstig aufbauen.

Foto: DL8LAB

202

Empfängerbausatz für Radio DARC auf 9670 kHz umrüsten

207

CB- und Jedermannfunk

237

Aktuell

Editorial 171

Postbox 174

Markt 176

Ausbreitung März 2025 240

Inserentenverzeichnis 250

Vorschau FA 4/25 250

QTCs

AATiS e.V. 236

Bergfunk-QTC 241

SWL-QTC 241

DX-QTC 242



QSL-Splitter 243

Sat-QTC 243

CW-QTC 243

Digital-QTC 244

QRP-QTC 245

UKW-QTC 246

DL-QTC 248

Afu-Welt 248

OE-QTC 249

HB-QTC 249

Termine März 2025 250

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateur.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateur.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Ein kompaktes CW-Funkgerät, bei dem die Bandumschaltung mithilfe von Steckmodulen erfolgt, war das Entwicklungsziel, das sich Andreas Lindenau, DL4JAL, gesetzt hatte. Herausgekommen ist der ab S. 212 vorgestellte, handliche Eigenbau-Transceiver BM10, der auf allen KW-Bändern sowie auf 160 m mit einer Sendeleistung von 5 W arbeiten kann. Zur Ausstattung gehören ein grafisches OLED-Display und ein integrierter Morse-Keyer.

Foto und Screenshot: DL4JAL

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 238

BC-DX-Informationen 239

PROGRAM	PROGRAM	PROGRAM	PROGRAM	PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	ENCORE Classical Music
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	At University Top 40
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	Cruise! The Decades
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	SDXFA
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	POP SHOP Radio Show
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	Radio City Splash
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	Radio Waves Melting Pot
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	Radio SXR
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	Echo StmD
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	EchoHelsinki
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	EchoHelsinki
CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM	CHANNEL 250 PROGRAM

Channel292 sendet Programme diverser Anbieter auf Kurzwelle. Screenshot: DL1AX

Geschichtliches

*Geheimnis gelüftet –
Empfangstechnik
von SAQ Grimeton* 186

Wissenswertes

OpenGPT-X: Geförderte europäische Alternative zu ChatGPT

179

Ausstellungen

Consumer Electronics Show 2025: Viva Las Vegas

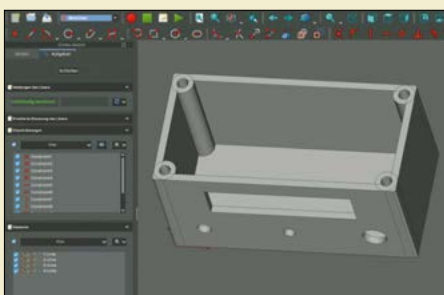


Vom 7. bis zum 11. Januar dieses Jahres fand in Las Vegas die Consumer Electronics Show 2025 statt – eine der weltweit größten Fachmessen für Unterhaltungselektronik. Was es dort u. a. zu sehen gab, zeigt dieser Beitrag.

184

Elektronik

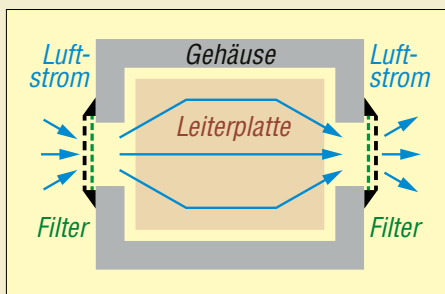
Objektdesign für den 3-D-Druck mit der Software FreeCAD



Die individuelle Herstellung von Bauteilen mittels des 3-D-Drucks ist auch im Amateurfunk in zunehmendem Maße gefragt. Hier wird anhand eines einfachen Kleingehäuses gezeigt, wie sich mit der CAD-Software FreeCAD ein dreidimensionales Modell erstellen und die Daten für den 3-D-Druck aufbereiten lassen. Screenshot: DC8FG

190

Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinflüssen



Ist der Einsatz elektronischer Geräte oder Baugruppen im Freien vorgesehen, so ist der witterungsgeschützten Unterbringung entsprechende Aufmerksamkeit zu schenken. Die in diesem Beitrag aufgeführten Schutzmaßnahmen gelten auch für den Betrieb in Innenräumen mit hoher Luftfeuchtigkeit. Sie dienen dazu, die störungsfreie Funktion über eine möglichst lange Zeit zu gewährleisten.

198

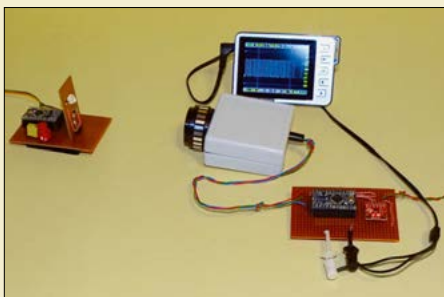
Ladungspumpe für eine verlustarme Spannungsversorgung

200

Ratiometrische Schaltungen

205

Manchester-Code – von den Grundlagen zur Anwendung



Die serielle Datenübertragung im Manchester-Code bietet die Möglichkeit, aus dem Datenstrom das Taktsignal direkt abzuleiten und damit Übertragungsfehler aufgrund zeitlicher Signalverzerrungen zu vermeiden. Außerdem ist kein Gleichspannungsanteil mehr vorhanden. In diesem Beitrag werden die Grundlagen des Verfahrens erläutert und ein Versuchsaufbau zur optischen Datenübertragung beschrieben. Foto: Sander

208

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateure.de

E-Mail-Adresse für Manuskripte

Aus organisatorischen Gründen bitten wir darum, Manuskripte ausschließlich an

redaktion@funkamateure.de

zu senden. Manuskripte bitte als eigenständige E-Mail schicken und nicht mit anderer Korrespondenz „mischen“. Siehe auch:

www.funkamateure.de

→ Schreiben für uns sowie FA 3/2021, S. 209 ff.



Schloss für Telefonwählscheiben
Fotos: FA; Thimo Schuff,
CC BY-SA 3.0 DE

Smith-Diagramm

Die Beschreibung zum Aufbau von „Breitband-Sendeantennen für den KW-Bereich“ hat mich weniger interessiert. Jedoch haben mich die Interpretationen der Smith-Diagramme auf den Seiten 53 und 54 des Beitrags im FA 1/2025 beim Verständnis eines Smith-Diagramms wesentlich weitergebracht. Danke!

Helmut Gregorius, DL5GCC

Eine gute Quelle, um im Selbststudium das Verständnis des Smith-Diagramms zu verbessern und seine Vorzüge bei der Darstellung relativ komplexer Vorgänge ausschöpfen zu können, ist auch das beim FA-Lesserservice unter der Bestellnummer B-1552 erhältliche Buch „Smith-Diagramm – Einführung und Praxisleitfaden“ von Joachim Müller.

Red. FA

Wählscheibe umgehen

Der Kurzbeitrag „Die Telefonwählscheibe wird 120“ im FA 11/2024, S. 875, hat in mir einige Jugenderinnerungen wachgerufen. Weil ich doch einmal länger mit befreundeten Jugendlichen telefonierte, sperrte mein Vater die Wählscheibe kurzerhand mit einem Schloss ab. Zu dieser Zeit begann ich, das Morsen zu erlernen, um dann 1960 die Prüfung der A-Klasse zu bestehen. Ich hatte also ein Gehör- und Zeitgefühl für kurze Zeichen. Dann habe ich entdeckt, dass man die Wählpulse auch durch Klopfen auf den Gabelumschalter erzeugen konnte. Bei Zahlen ab fünf wurde es anfangs schon schwierig. Doch nach einiger Übung war auch die Null mit zehn Impulsen möglich. Mein Vater wunderte sich jedoch über die weiterhin hohe Anzahl an Einheiten auf der Telefonrechnung. Mein späteres Geständnis hatte jedoch nur sein Schmunzeln zur Folge.

Udo Tillmann, DJ5UO

Achtsam im Internet

Das Editorial im FA 2/2025 ist phänomenal.

Klaus Wolf, DH1NAR

Das Thema des Editorials im FA 2/2025 kann man nicht oft und deutlich genug ansprechen. Doch dem zur Verfügung stehenden Platz geschuldet, ließen sich nur die unbedingt zu befolgenden Hinweise unterbringen. Man könnte noch wesentlich mehr dazu schreiben, doch selbst dafür bereits herausgegebene Bücher können nicht vollständig sein, da sich die Techniken weiterentwickeln.

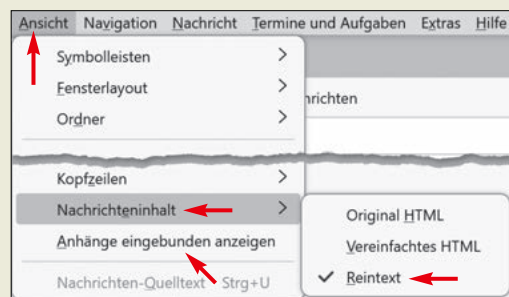
Um meine E-Mail-Adressen vor sogenannten Spammern als scheinbar nicht existent darzustellen und gleichzeitig (bisher erfolgreich) Schadsoftware fernzuhalten, hat sich bei mir bewährt, die Anzeige von E-Mails nur als reine Textdatei zuzulassen. In Thun-



© DC2HB

derbird ist dafür bei Ansicht → Nachrichteninhalt → Reintext zu aktivieren. Dann wird die Darstellung vom E-Mails, die im HTML-Format verfasst wurden, unterbunden.

Solche E-Mails können wie entsprechende Websites versucht sein. Doch bei „Reintext“ führt das E-Mail-Programm eventuell schon in der Nachricht eingebetteten Schad-Code gar nicht erst aus. Einen Nachteil bringt diese Ansicht aber mit sich: Man

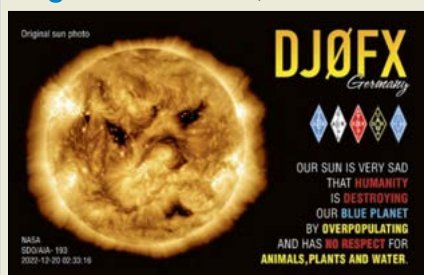


bekommt von der eventuell optisch ansprechend gestalteten Nachricht nur noch einen Teil mit, aber den wesentlichen. Die Optik leidet etwas.

Außerdem kann ich nur dazu raten, zusätzlich Anhänge nicht eingebunden darzustellen. Die entsprechende Einstellung findet sich bei Thunderbird unter Ansicht → Anhänge eingebunden anzeigen.

Der Grund ist folgender: Wenn in einer E-Mail z.B. ein Bild mitgeschickt wurde, bekommt man es bei nicht (!) aktiviertem Menüpunkt nur als Link zu der ohnehin schon vom E-Mail-Programm in einem seiner Ordner abgelegten Datei angezeigt. Erst wenn man auf diesen Link klickt (vorher Kopf einschalten), öffnet es der Rechner mit dem spezifizierten Programm. Dieser zusätzliche Schritt hat den Vorteil, dass beispielsweise ausführbare Dateien oder Skripte aller Art nicht schon beim Öffnen und somit Anzeigen der E-Mail automatisch starten und Schaden verursachen können. Die Befolgung beider Ratschläge hat einen positiven Nebeneffekt. Spammer neigen dazu, Bilder oder andere Dateien nicht an die E-Mail anzuhängen, sondern auf einem Server im Internet abzulegen. Dadurch wirkt die E-Mail ungefährlich, weil sie ja klein und ohne Anhang ist. Doch wird beispielsweise

Gegensätze: Sonne, Mond und ...





ein nicht mitgeschicktes, nur irgendwo ins Internet verlinktes Bild schon beim Öffnen der E-Mail nachträglich geladen, so weiß der Spammer, dass die zugehörige E-Mail-Adresse existiert – er „beglückt“ Sie dann mit weiteren Zusendungen. Erhält er diese Rückmeldung nicht, weil die entsprechende Datei nicht von seinem Server nachgeladen wird, widmet er sich hoffentlich anderen Angriffszielen. Die genannten Einstellungen finden sich unter gleichen oder ähnlichen Bezeichnungen in jedem seriösen E-Mail-Programm.
Wolfgang Nietzsche

Frauen an die Tasten!



Intruder-Watch

Anfang Dezember 2024 fiel mir eine Musikaussendung im 40-m-Band auf. Unter Zuhilfenahme des im Beitrag „Intruder-Watch – eine verbandsunabhängige Bandwacht“ in FA 11/24, S. 856 f., abgedruckten QR-Codes reichte ich meine Beobachtung per Smartphone bei der Interessengruppe Intruder-Watch ein. Nach einer Bestätigungs-E-Mail wurde die Bearbeitung umgehend aufgenommen und konnte bereits Anfang Januar mit einem Ergebnisbericht abgeschlossen werden. Zwischenzeitlich wurde ich auch über den Bearbeitungsstand informiert. Vielen Dank für die engagierte Arbeit!
Heiko Benkenstein, DC2HB

Warnung der Bevölkerung über DAB+

Ergänzend zum Beitrag „Digitalradios mit EWF für Notfallwarnungen via DAB+“ im FA 5/2024, S. 358 f., und der Zuschrift in der Postbox im FA 1/2025, S. 6, habe auch ich etwas zum Thema „Warnung der Bevölkerung über DAB+“ recherchiert, siehe: <https://fragdenstaat.de/a/318423>
Die Bayerische Landeszentrale für neue Medien (BLM) teilte mir dazu nach mehrfacher Nachfrage am 17.1.25 mit: „Aus EWF wird ASA. Weitergehende Informationen finden Sie hier: www.dabplus.de/asa“ und außerdem: „Der BR (Bayerischer Rundfunk) und die BLM planen den Regelbetrieb für dieses System. Im 1. Quartal 2025 soll das derzeitige Testnetz 10D von EWF auf ASA umgestellt werden.“
Thomas Blinn, DL2WB

Hochspannungs-Gleichstromübertragung

Ich fand den Beitrag zum Elbe-Projekt im FA 2/2025 sehr interessant, habe mich aber gefragt, wie man damals aus Gleich- wieder Wechselspannung erzeugte. In Bild 3 ist dies leider nur angedeutet.
Edgar Langreiter

Zu diesem Thema ist im konkreten Fall leider kaum noch etwas bekannt. Zu jener Zeit erfolgte die Umwandlung von Gleich- in Wechselspannung wahrscheinlich mithilfe von Quecksilberdampf-Gleichrichtern, die in Umrichterstationen eingesetzt wurden. Zum präzisen Zünden der Gleichrichter dienten mechanische oder magnetische Steuergeräte. Dadurch entstand eine Wechselspannung, die über nachgeschaltete Transformatoren und Filter in das Netz eingespeist wurde.
Red. FA

Wasserkocher-Preisfrage

Gefragt war, welchen Wirkungsgrad ein am 230-V-Netz betriebener, mit 1000 W Heizleistung angegebener Wasserkocher besitzt, wenn dieser 1 l Wasser mit 12 °C in 7 min bei Normaldruck zum Kochen bringt. Die angegebene Netzspannung ist ohne Belang. Die zum Erwärmen notwendige Wärmemenge wird aus Anfangs- T_A und Endtemperatur T_E nach

$$Q_T = m \cdot c \cdot (T_E - T_A) \\ = 1 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (100^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C}) \\ = 368 \text{ kJ}$$

berechnet, wobei $c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ die spezifische Wärmekapazität von Wasser bei 20 °C und m dessen Masse ist. Da 1 kJ = 1 Ws entspricht, sind 368 kWs aufzubringen.

Der Wirkungsgrad errechnet sich nach:

$$\rho = \frac{Q_T}{t \cdot P} = \frac{368 \text{ kWs}}{420 \text{ s} \cdot 1 \text{ kW}} = 0,876 \approx 88 \%$$

Von den aufzubringenden 368 kWs = 102 Wh gehen somit etwa 12 Wh als Verlustwärme verloren. Da uns in der im FA 1/2025 gestellten Preisfrage die Wassermenge von 1 l abhandengekommen war, akzeptierten wir auch Lösungen wie diese:

$$\rho = m \cdot 0,876$$

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Mathilda Blum
Björn Bieske, DL5ANT
Clemens Bopp, DL2GAN

Herzlichen Glückwunsch!

Ringkern-Preisfrage

Wie groß ist der Induktionsstrom 0,1 s nach Abschalten des Spulenstroms von 1,5 A bei einem mit 300 Wdg. bewickelten Ferrit-Ringkern FT140-43, wenn der Spulenwiderstand 2 Ω beträgt und die parallelgeschaltete Freilaufdiode eine vernachlässigbare Durchlassspannung besitzt?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 31.3.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateurl.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Drehspulmessinstrument-Preisfrage vom FA 2/25 können Sie sich noch bis zum 28.2.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:
funkstoerung@bnetza.de



„Mit diesem Gerät können Sie bei Ihrer nächsten Stromrechnung bis zu 90% sparen.“
Zumindest FUNKAMATEUR-Leser sollten wissen, dass es sich bei dieser Onlinewerbung um völligen Schwachsinn handelt.
Quelle: Werbeeinblendung auf www.tagesspiegel.de

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch





Der Antennenkoppler Laz LT-4C ist wie die anderen Modelle von LazTuner in einem 19-Zoll-Rack untergebracht.

Antennenkoppler LT-4C

LazTuner in Frankreich ist spezialisiert auf die Herstellung von Antennenkopplern für anspruchsvolle Funkamateure.

Der bei WiMo erhältliche Laz LT-4C wird in kleinen Serien hergestellt. Die Front besteht aus einer eloxierten Aluminiumplatte. Große, präzise bedienbare Abstimmköpfe mit Skalen dominieren das Erscheinungsbild.

Die Geräte bestehen aus hochwertigen Komponenten. Von den Kondensatoren bis hin zu robusten Schaltern wird jedes Element sorgfältig ausgewählt, um eine hohe Betriebszuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer zu gewährleisten. Dazu zählen die Drehkondensatoren mit Spielkompensation und Feineinstellung sowie die Rollspule mit Untersetzungsgetriebe. Für den ebenfalls mit reichlich Leistungsreserve bemessenen 1:4-Balun kommen zwei Kerne von Zenith Antennas zum Einsatz.

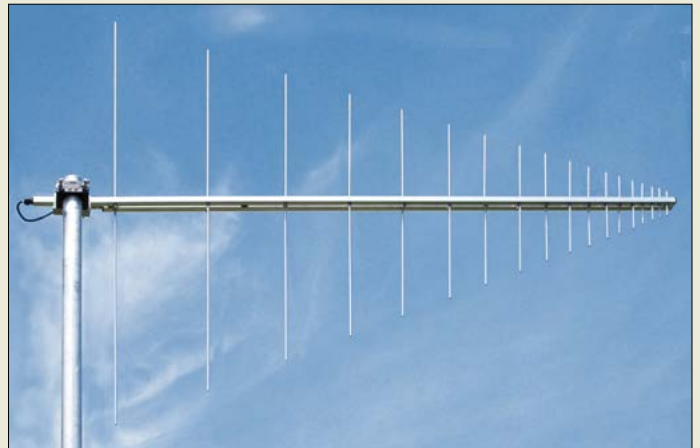
Die Verdrahtung ist mit 10-mm-Kupfer-Flachbandleitung und PTFE-isolierten Drähten ausgeführt. Die Träger bestehen aus Porzellan und Bakelit.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Laz LT-4C

Antennenkoppler

- Frequenzbereich: 1,8 ... 30 MHz
- Impedanzbereich: 50 ... 1200 Ω
- Belastbarkeit: 4000 W
- Anschlüsse: Eingang, 2 x Antenne, Bypass
- Versorgungsspannung: 12 V
- Abmessungen (B x H x T): 500 mm x 190 mm x 440 mm
- Masse: 13 kg
- Preis: 2085 €



Drei Bänder – eine Antenne

Die von ANjo-Antennen hergestellte logarithmisch-periodische Antenne LP1351G3S deckt den kompletten Bereich von 2 m über 70 cm bis 23 cm ab. Damit ist diese Antenne für die neue Generation von VHF/UHF-SDR-Transceivern besonders gut geeignet. Aufgrund des zur Anwendung kommenden Breitbandprinzips gibt es keine Einschränkungen hinsichtlich der genutzten Frequenzen innerhalb der Amateurfunkbänder.

Die in der bekannten Qualität gefertigte Antenne der Premium Line wird mit einer Masthalterung aus dem Werkstoff 1.4301 (V2A) geliefert. Diese erlaubt die Vormastmontage sowohl für horizontale als auch vertikale Polarisation.

Das interne Verbindungskabel vom Speisepunkt der Antenne zur N-Buchse ist PTFE-isoliert. Damit ist die Antenne für die maximal erlaubte Sendeleistung geeignet.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (02452) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

Die LP1351G3S lässt sich sowohl horizontal als auch vertikal polarisiert vor einem Mast montieren.

LP1351G3S

Breitbandantenne

- Prinzip: logarithmisch-periodisch
- Bänder: 2 m, 70 cm und 23 cm
- Elemente: 14
- Gewinn: 8,6 dBi auf 2 m; 8,7 dBi auf 70 cm; 8,8 dBi auf 23 cm
- Öffnungswinkel: 2 m: $\alpha_E = 66^\circ$, $\alpha_H = 110^\circ$; 70 cm: $\alpha_E = 65^\circ$, $\alpha_H = 106^\circ$; 23 cm: $\alpha_E = 64^\circ$, $\alpha_H = 97^\circ$
- Belastbarkeit: 750 W CW, 1,5 kW PEP
- Länge: 1,6 m
- Anschluss: N-Buchse
- Masse: 1,8 kg
- Preis: 289 €

Fernsteuerung für Ultrabeam-Antennen

Die Ultrabeam-Antennen von WiMo sind bei Funkamateuren und kommerziellen Diensten beliebt, da sich die Elementlänge stufenlos ändern lässt. Mit der Erweiterung **Ultra-beam Remote Controller** ist nun die Fernsteuerung der Richtantennen möglich. Ein handelsübliches, nicht im Lieferumfang enthaltenes Mikrocontrollerboard Raspberry Pi 4 übernimmt die Kommunikation mit dem bisherigen Steuergerät und stellt eine komfortable Bedienoberfläche bereit. Die Steuerung kann

somit von einem beliebigen Webbrowser aus erfolgen.

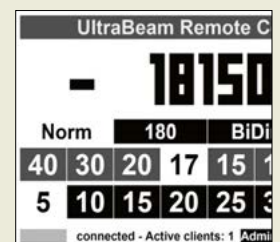
Es stehen Buttons zur direkten Bandauswahl und Up/Down-Buttons für die Feineinstellung der Anpassung und somit der Elementlänge zur Verfügung. Die zuletzt genutzte Frequenz wird bei einem Bandwechsel gespeichert und beim nächsten Mal wieder abgerufen.

Dadurch, dass der Minicomputer direkt am Steuergerät angeschlossen ist, stehen Sonderfunktionen, z. B. die Richtungsumkehr, weiterhin zur Verfügung.

Geliefert wird für 99 € eine Micro-SD-Karte mit einsatzbereit installiertem Betriebssystem (Debian Linux) und der Steuersoftware.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Die Software des **Ultrabeam Remote Controllers** aktiviert, abhängig vom Frequenzbereich der angeschlossenen Antenne, nur Buttons für die unterstützten Bänder.



Die Bedienoberfläche lässt sich auch auf ein kontrastreicheres Schwarz-Weiß umschalten.

Der X-Band-Empfangskonverter **KU LNC 8085 C PRO2** zeichnet sich durch hohe Verstärkung und ein geringes Rauschmaß aus.



KU LNC 8085 C PRO2

Konverter

- Eingangsfrequenzbereich: 8000 ... 8500 MHz
- Eingangsleistung: ≤ 1 mW (0 dBm)
- ZF-Bereich: 200 ... 1300 MHz
- Rauschmaß: typisch 0,8 dB, $\leq 1,0$ dB
- Ausgangs-IP3: 20 dBm
- Empfangsverstärkung: Low Gain 37 dB; High Gain 50 dB
- LO-Frequenzen: 7200 MHz, 7400 MHz, 7600 MHz, 7800 MHz
- LO-Genauigkeit: 1 kHz
- LO-Stabilität: 0,5 ppm
- Referenzeingang: 10 MHz, 2 ... 10 mW
- Phasenrauschen: -90 dBc/Hz bei 1 kHz; -94 dBc/Hz bei 10 kHz; -105 dBc/Hz bei 100 kHz
- Anschlüsse: 2 x SMA-Buchse
- Spannungsversorgung: Fernspeisung via ZF-Anschluss
- Stromaufnahme: 250 mA bei 12 V
- Abmessungen (B x H x T): 82 mm x 22 mm x 64 mm
- Masse: 230 g
- Preis: 625 €

X-Band-Konverter

Kuhne electronic präsentiert einen Hochleistungs-Empfangskonverter für die Deep-Space-Kommunikation im X-Band. Der **KU LNC 8085 C PRO2** ist ein Low-Noise-Konverter, der den Frequenzbereich von 8000 MHz bis 8500 MHz abdeckt und Signale in den Zwischenfrequenzbereich von 200 MHz bis 1300 MHz umsetzt. Sein geringes Phasenrauschen sorgt für eine hohe Signalqualität.

Vier LO-Frequenzen von 7200 MHz bis 7800 MHz sind fest hinterlegt. Zusätzlich können mithilfe einer in 10-MHz-Schritten programmierbaren LO-Frequenz individuelle ZF-Bereiche erschlossen werden. Durch die Anschlussmöglichkeit einer 10-MHz-Referenzsignalquelle ist es zudem möglich, die Frequenzstabilität für Langzeitanwendungen sicherzustellen. Zwei Verstärkungsstufen sind einstellbar: Neben der Stufe *Low Gain* mit 37 dB gibt es speziell für Deep-Space-Anwender die Stufe *High Gain* mit 50 dB Verstärkung.

Der Konverter besitzt ein robustes, gefrästes Aluminiumgehäuse, das nach IP43 witterungsbeständig ist. Die kompakte Bauweise erleichtert die Mastmontage. Eine dreifarbige LED zeigt den Betriebszustand und den Verstärkungsmodus an. Ein Überspannungs- und Verpolungsschutz ist integriert.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>

Crimpstecker für H155 & Co

Bei **UKW-Berichte** gibt es zwei PL259-Stecker für die doppelt geschirmten Koaxialkabel H155, H155-PE, H155-FRNC und Hyperflex5. Der unter der Artikelnummer **11843** erhältliche Stecker vom deutschen Hersteller **Telegärtner** kostet 11,61 €, der andere mit der Artikelnummer **11867** ist mit 5,36 € preiswerter, jedoch ebenfalls von guter Qualität. Bei beiden Varianten werden die Innenleiter sowie das Geflecht gecrimpt, wofür sich eine Standard-Crimpzange mit Einsatz für RG58/RG59 eignet.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de



Crimpstecker 11843 von Telegärtner ...



... und die preiswertere Variante 11867



Unun, Stecker und Taste

Der für den Einsatz an einer endgespeisten Antenne konzipierte Übertrager ist unter der Bezeichnung **Mini-1:9-Unun 200W** bei **Bonito** erhältlich. Die Belastbarkeit im Frequenzbereich von 1 MHz bis 30 MHz beträgt 200 W PEP. Das Gehäuse mit der Schutzart IP65 ist aus UV-beständigem Polycarbonat gefertigt und inklusive Anschlüsse für ein Gegengewicht und eine Mastbefestigung sowie wahlweise SO239- oder BNC-Buchse erhältlich.

Die von **Messi & Paoloni** unter der Bezeichnung EVO hergestellten Steckerverbinder sind nun auch für Koaxialkabel mit 5,4 mm Außendurchmesser erhältlich und somit zur Konfektionierung von Hyperflex5, Hyperflex5 Crystal, H155 und HF214 geeignet. Im Gegensatz zu den üblichen PL259-Steckern wird beim **EVO 5,4 mm** durch einen entsprechend gestalteten Mittelstift die Entstehung eines Lötgrates vermieden und somit das Risiko der thermischen Beschädigung des Dielektrikum deutlich reduziert.

Die **Pietro Begali Manufaktur** hat zum 70-jährigen Bestehen ein auf 424 Stück limitiertes Sondermodell der **Stradivarius** entworfen. Alle feststehenden Teile sind komplett aus rostfreiem Stahl AISI-316 gefertigt. Die Paddle-Arme haben ein Hebelverhältnis von 1:1 und bestehen aus einer leichten Aluminiumlegierung, ebenso die gelochten Fingerstücke. Die Kontakte sind mit 14 Karat vergoldet.

Bonito, Dennis Walter, Gerichtsweg 3, 29320 Hermannsburg, Tel. (0 50 52) 60 52; E-Mail: anfragen@bonito.net; www.bonito.net



Alle Schraubverbindungen des **Mini-1:9-Unun 200W** bestehen aus Edelstahl. Die je nach Ausführung vorhandene SO239- oder BNC-Buchse besitzt ein PTFE-Dielektrikum.

Mini-1:9-Unun 200W

Übertrager

- Impedanzverhältnis: 1:9
- Bauform: Unun
- Belastbarkeit: 200 W PEP
- Schutzart: IP65
- Abmessungen (B x H x T): 58 mm x 64 mm x 35 mm
- Masse: 150 g
- Preis: 109 €



Der **EVO 5,4 mm** kann bis 6 GHz eingesetzt werden. Er ist einzeln für 6,90 € und als Zweierpack für 12,90 € erhältlich.

Das auf 424 Stück limitierte Sondermodell der **Begali Stradivarius** kostet 749 €.

Der rauscharme Verstärker **HFM-0144G** für das 2-m-Band besitzt ein Aluminiumgehäuse und SMA-Buchsen.



Neues aus dem Leserservice

Das beim **FA-Leserservice** unter der Bestellnummer **HFM-0144G** erhältliche Verstärkermodul ist für einen Frequenzbereich von 135 MHz bis 175 MHz konzipiert. Die Anschlussimpedanz beträgt 50 Ω , die Verstärkung 26 dB bei 144 MHz und die Ausgangsleistung bei 1 dB Kompression 100 mW (20 dBm). Das Rauschmaß ist mit 0,5 dB angegeben. Die Versorgungsspannung liegt bei 5 V, die Stromaufnahme bei 100 mA. Das Aluminiumgehäuse ist mit SMA-Buchsen versehen. Preis: 35,70 €



Power-Splitter/Combiner HFM-PS-G für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 500 MHz; der Gehäuse- bzw. Platinenaufdruck ist hier nicht ganz korrekt.



Mithilfe des für 18,90 € erhältlichen Power-Splitters/Combiners (Bestellnummer **HFM-PS-G**) lassen sich die Signale zweier 50- Ω -Quellen ohne Fehlanpassung und dadurch auftretende Verluste am dritten Anschluss zusammenfassen. Die Baugruppe ist im Frequenzbereich von 1 MHz bis 500 MHz einsetzbar. Die Einfügedämpfung beträgt 0,4 dB. Die Eingangsleistung beim Betrieb als Power-Splitter darf maximal 2 W (33 dBm) betragen. Als Anschlüsse dienen SMA-Buchsen.

Mit SMA-Steckverbindern versehene, dünne Koaxialkabel eignen sich zur platzsparenden Verbindung von HF-Baugruppen innerhalb eines Gehäuses. Ist der Übergang auf die BNC-Norm gewünscht, lässt sich z. B. der unter der Bestellnummer **SMA-BNC-BU-FL** angebotene 50- Ω -Flansch-Adapter an der Gehäusewand montieren. Er besitzt eine SMA- und eine BNC-Buchse. Die vier Montagelöcher sind jeweils im Abstand von 13 mm zueinander angeordnet. Preis: 4,95 €

Der komplette Jahrgang 2024 der RSGB-Amateurfunkzeitschrift **RadCom** steht unter der Bestellnummer **RC-024** als PDF-Dokument auf CD-ROM für 24,95 € zur Verfügung. Eine leistungsfähige Suchfunktion für die Beiträge und Anzeigen ist vorhanden.

Bezug: **FA-Leserservice**, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateure.de, shop@funkamateure.de



Der **SMA-BNC-Adapter SMA-BNC-BU-FL** besitzt einen Montageflansch.



Der 100. Jahrgang der Zeitschrift **RadCom** ist auf CD-ROM verfügbar.



Hutschienengehäuseset für Raspberry Pi4 und Pi5

Die bei **Zihatec** erhältliche **Raspibox Open V3** ist ein mit Durchbrüchen versehenes Hutschienengehäuse mit 9TE und Zusatzplatine für den Raspberry Pi4 oder den Raspberry Pi5. Die Oberschale ist mit transparenter oder grauer Frontplatte erhältlich. Das Set enthält eine 40-polige Buchsenleiste zum Aufstecken des Mikrocontrollerboards und eine 40-polige Stiftleiste zum Aufstecken eines sogenannten *Hat* sowie zehn frei verwendbare Schraubklemmen im Rastermaß von 5 mm und eine separate Schraubklemme für die Stromversorgung.

Die Platine ist vollständig vorbestückt, sodass kein Löten notwendig ist. Für darüber hinausgehende Erweiterungen ist ein Lochrasterbereich für bedrahtete Bauteile vorhanden. Der integrierte Schaltregler 5 V/4 A ist für die Eingangsspannung von 9 V bis 35 V ausgelegt. Ein Lüfter lässt sich nachrüsten.

Zihatec GmbH, Brandenburger Tor 9b, 14793 Ziesar, Tel.: (03 38 30) 81 99-42, Fax -44, hardmutwendt@zihatec.net, www.zihatec.de

Weltempfänger Tecsun S-2200x

Bei **Bonito** ist der Weltempfänger **S-2200x** von **Tecsun** erhältlich, der ein Gehäuse im markanten Retrodesign besitzt. Die Frequenzbereiche erstrecken sich von 50 kHz bis 29 999 kHz und von 64 MHz bis 108 MHz. Flugfunk ist im Bereich von 118 MHz bis 136 MHz empfangbar. Das Gerät bietet, je nach Sendart (AM, FM, SSB), Filterbreiten von 0,5 kHz bis 9 kHz.

Über den USB-C-Anschluss lassen sich die beiden Akkumulatorzellen laden, wobei der Betrieb auch mit D-Zellen möglich ist. Der mit Stab- und Ferritantenne ausgerüstete S-2200x besitzt weitere Antennenanschlüsse in Form von zwei BNC-Buchsen und einer Klemmleiste. **Bonito**, Dennis Walter, Gerichtsweg 3, 29320 Hermannsburg, Tel. (050 52) 60 52; E-Mail: anfragen@bonito.net; www.bonito.net



Alle für den Einbau eines Raspberry Pi4 oder Pi5 erforderlichen Durchbrüche sind im Hutschienengehäuseset **Raspibox Open V3** bereits vorhanden.

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Tecsun S-2200x

Empfänger

- LW: 50 ... 522 kHz*, 100 ... 519 kHz**
- MW: 522 ... 1620 kHz*, 520 ... 1710 kHz**
- KW: 1621 ... 29 999 kHz*, 1711 ... 29 999 kHz**
- * 9-kHz-Raster
- ** 10-kHz-Raster
- UKW/FM: 64 ... 108 MHz
- Flugfunk: 118 ... 137 MHz
- Abmessungen (B x H x T): 372 mm x 183 mm x 153 mm
- Masse: 2,43 kg
- Preis: 499 €

Der S-2200x von Tecsun ist bei Bonito für 499 € erhältlich.

OpenGPT-X: Geförderte europäische Alternative zu ChatGPT

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

ChatGPT hat sich zu einer beliebten Hilfe beim Verfassen von Texten entwickelt. Doch für Texte in anderen Sprachen als Englisch arbeitet der Chatbot nicht optimal. Außerdem handelt es sich um ein geschlossenes System. Das Projekt OpenGPT-X soll eine Open-Source-Alternative darstellen.

Wer mit ChatGPT oder anderen Sprachmodellen experimentiert, ist womöglich überrascht, wie gut diese auch in Deutsch oder anderen Sprachen funktionieren. Man kann sie sogar als maschinelle Übersetzer nutzen. Doch arbeiten sie nach wie vor in Englisch am besten, da sie darin trainiert wurden und auch intern damit arbeiten. Dies merkt man bei ChatGPT daran, dass das System auch bei deutschen Fragestellungen gern mal auf Englisch antwortet. Auch die Recherche bei der Suchmaschine Bing, die die neueren ChatGPT-Versionen nutzen, erfolgt auf Englisch.

■ ChatGPT nutzt intern Englisch

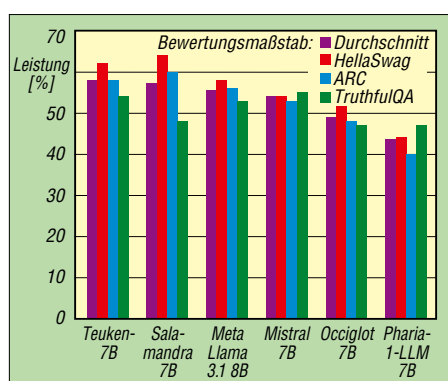
Dies ist zwar ein großer Fortschritt zur Startsituation von ChatGPT, als das System wissenstechnisch auf dem Stand des Jahres 2021 festsaß. Doch führt es durch den Sprachwechsel bei der Suche mitunter zu fehlerhaften Ergebnissen. So übersetzt ChatGPT die Aufgabe einer Mobilfunkverwaltung als Dienstleistung für ein Unternehmen – damit ist die komplette Dienstleistung von der Telefonbeschaffung und -verwaltung über das Managen der passenden Mobilfunktarife bis zur sicheren Konfiguration der Endgeräte gemeint – intern zur englischen Anfrage an Bing kurzerhand mit *Mobile Device Management* (MDM). Dieser englische Begriff beschreibt jedoch nur die letzte Teilaufgabe: die zentrale Kontrolle der Konfiguration von mobilen Endgeräten mittels einer entsprechenden Software.

Fragt man ChatGPT also nach den zehn größten deutschen Anbietern von Mobilfunkverwaltungen als Dienstleistung, bekommt man als Antwort nicht die gewünschten Dienstleister, sondern die zehn größten MDM-Softwareanbieter aufgelistet und entdeckt den Fehler nur, wenn man die englischsprachige Suchanfrage mit dem falschen Suchbegriff bemerkt. Zudem ist ChatGPT ein kommerzielles Projekt, das ausschließlich in der Cloud arbeitet und dessen Datenbasis nicht offen einsehbar ist. Die Vorwürfe vieler Autoren, dass ihre Bücher zum Training des Sprachmodells dienten, ließen sich bis-

lang nicht aus der Welt schaffen. Ebenso riskieren Nutzer von ChatGPT, Firmengeheimnisse offenzulegen.

■ Open Source als Alternative

Deshalb wurde das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderte Konsortialprojekt *OpenGPT-X* mit dem Sprachmodell *Teuken-7B* unter der Leitung der *Fraunhofer-Institute für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS* und für *Integrierte Schaltungen IIS* ins Leben gerufen. Es bietet ein großes, frei und kostenlos ver-



Vergleich der Leistung von Open-Source-Sprachmodellen ähnlicher Größe; gemittelt über 21 europäische Sprachen
Grafik nach www.iais.fraunhofer.de

wendbares Open-Source-KI-Sprachmodell mit europäischer Auslegung als Alternative zu kommerziellen Lösungen.

Angekündigt war dies schon eine Weile, nun steht das KI-Sprachmodell des Forschungsprojekts *OpenGPT-X* unter [1] zum Herunterladen bereit. Der Vorteil: Man kann das System auf eigenen Rechnern ohne Cloud-Verbindung laufen lassen und was auch immer man ihm beibringt, gelangt nicht an die Öffentlichkeit. Der Nachteil: Man muss *OpenGPT-X* tatsächlich erst auf eigener Hardware, die entsprechend leistungsfähig sein muss, installieren und laufen lassen. Ein einfaches Ausprobieren einer fertigen Lösung wie bei ChatGPT ist nicht möglich. Es fallen keine Lizenzkosten, jedoch Installationsaufwand an und die entsprechende Rechen-ausrüstung muss bereitgestellt werden.

■ OpenGPT-X energieeffizienter?

Das *OpenGPT-X*-Team widmete sich neben dem Modelltraining auch Forschungsfragen, z.B. wie man multilinguale KI-Sprachmodelle energie- und kosteneffizient trainieren und betreiben kann. Dazu wurde im Projekt ein mehrsprachiger *Tokenizer* entwickelt. Dessen Aufgabe ist es, Wörter in einzelne Bestandteile zu zerlegen – je weniger Token, desto (energie-)effizienter und schneller generiert ein Sprachmodell die Antwort. Dieser Tokenizer führte zu einer Reduzierung der Trainingskosten etwa im Vergleich zu *Meta Llama3* oder *Mistral*. Dies kommt insbesondere bei europäischen Sprachen mit langen Wörtern wie Deutsch, Finnisch und Ungarisch zum Tragen. Auch im Betrieb von mehrsprachigen KI-Anwendungen können damit Effizienzsteigerungen erreicht werden.

■ OpenGPT-X erst am Anfang

Die Anfang 2022 gestartete Forschung läuft noch bis zum 31.3.2025, sodass weitere Optimierungen und Evaluierungen der Modelle erfolgen können und auch das Training noch nicht abgeschlossen ist. Der jetzige Zustand ist also nicht endgültig. Dies ist bei derartigen Systemen ohnehin nicht der Fall – ChatGPT entwickelt sich ja ebenfalls laufend weiter. Dass erste Tests nicht durchweg begeisternd ausfielen [2], spricht also nicht gegen das neue System.

Technische Hintergrundinformationen und Benchmarks sowie eine Übersicht aller Forschungsergebnisse finden sich auf der Projektwebsite [3]. *Teuken-7B* wurde von Grund auf mit den 24 Amtssprachen der EU trainiert, wobei 50 % der eingespielten Daten nicht englischsprachig waren. Zum Vergleich: Bei *Meta Llama3* des Facebook-Konzerns waren es nur 8 %.

Das Sprachmodell von *OpenGPT-X* umfasst 7 Mrd. Parameter. Forscher können ebenso wie Unternehmen das kommerziell einsetzbare Open-Source-Modell für ihre eigenen KI-Anwendungen nutzen. *Teuken-7B* steht in zwei Varianten zur Verfügung: einer Version für Forschungszwecke und einer auch kommerziell nutzbaren Version unter der Lizenz Apache 2.0. Die Leistungsfähigkeit beider Modelle ist in etwa vergleichbar. Einige der für das *Instruction Tuning* verwendeten Datensätze schließen jedoch eine kommerzielle Nutzung aus und wurden in der Apache-2.0-Version nicht verwendet. dl2mcd@gmx.net

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Download von *OpenGPT-X*: huggingface.co/open-gpt-x
- [2] CSAnet: Test des europäischen Sprachmodells *Teuken-7B*. csanet.de/user-test-des-europaeischen-sprachmodells-teuken-7b
- [3] Projektwebsite: opengpt-x.de/en/models/teuken-7b

Eswatini, 3DA0DL: Rückkehr ins kleine Königreich

FRANK RUTTER – DL7UFR

Vom 25. 10. bis 9. 11. vergangenen Jahres reiste ein deutsches DXpeditionsteam ins südliche Afrika, um unter dem Rufzeichen 3DA0DL den Binnenstaat Eswatini auf Kurzwelle und QO-100 zu aktivieren. Im Nordosten Südafrikas gelegen, war das kleine Königreich bis 2018 unter dem Namen Swasiland bekannt. Das Team nutzte diese Aktivität unter anderem, um mit neuer Technik zu experimentieren.

Nach jeder unserer DXpedition stellen wir uns die Frage: „Where do we go next?“ Die Strapazen unserer DXpedition TX6D nach Tahiti in Französisch-Polynesien (s. FA 1/24, S. 14 ff.) noch in Erinnerung,

heute bearbeitet diesen Bereich die *Eswatini Communications Commission* (ESCCOM). Marvin M. Ngwenya ist dort als *Spectrum Monitoring Officer* beschäftigt und bearbeitet die Anträge. Aufgrund un-



Team 3DA0DL
(v.l.n.r.):
Manfred, DK1BT,
Frank, DL7UFR,
Annette, DL6SAK,
Wolf, DL4WK,
Tom, DL7BO

Fotos:
Team 3DA0DL

sollte es diesmal ein weniger weit entferntes Ziel sein. Nach wochenlanger Prüfung verschiedener Optionen entschieden wir uns für das Königreich von Eswatini, bis 2018 als Swasiland bekannt. Wolfgang, DL4WK, und ich waren im Jahr 2001 schon einmal dort.

■ Vorbereitungen

Die Kontaktaufnahme zur Genehmigungsbehörde verlief völlig unkompliziert. 2001 war die *Swaziland Posts and Telecommunications Corporation* für die Ausgabe von Amateurfunkgenehmigungen zuständig,



Die HB9CV-Antenne für 10 m war zuerst aufgebaut und bis zur Fertigstellung des Spiderbeams im Einsatz.

Spiderbeams
für 20 m, 15 m
und 10 m sowie
für die WARC-
Bänder 30 m,
17 m und 12 m

serer vorangegangenen DXpeditionen hatten wir alle für einen Antrag notwendigen Dokumente beisammen. Das Antragsformular, das wir von der Webseite geladen hatten, war schnell ausgefüllt. Die Antragstellung erfolgt dennoch vollständig digital und das System nennt sich *Spectrum license online application* (webcp). Eine 53-seitige Anleitung erklärt alle Details. An Stellen, die einer Nachfrage bedurften, konnten wir Marvin per E-Mail um Klärung bitten. Die Antworten gingen spätestens am folgenden Tag ein. Die Rechnung für die Genehmigungsgebühren kam ebenfalls per E-Mail. Nach Eingang der Zahlung erhielten wir eine Kopie der Genehmigungsurkunde als PDF-Datei mit der Aufforderung, das Original bei der Ankunft im Land persönlich abzuholen. Parallel zur Beantragung der Amateurfunkgenehmigung suchten wir nach einem Quartier für unsere DXpedition, denn die von 2001 bekannte Unterkunft war komplett ausgebucht. Leider ging es dabei zu-

nächst nicht voran. Große Resorts, die in einschlägigen Buchungsportalen gelistet sind, antworteten allenfalls sporadisch. Fragen bezüglich einer Genehmigung zum Aufbau von Amateurfunkantennen beantwortete man gar nicht, obwohl wir den Anfragen Fotos und einen Link zu unserer Webseite beigefügt hatten. Schließlich stießen wir bei der Suche nach Unterkünften auf die Website der *Eswatini Tourismus Information*. Über deren Kontaktformular äußerten wir unseren Wunsch und wir erhielten unverzüglich



eine Antwort mit zahlreichen Unterlagen und Informationen zum Land. Außerdem bat man um die Zustimmung, unsere Anfrage in einem lokalen Netzwerk der *Lodges* veröffentlichen zu dürfen. Wir stimmten zu und innerhalb kurzer Zeit meldeten sich die Inhaber mehrerer Unterkünfte. Darunter waren einige landschaftlich schön gelegene *Lodges*, weitab von Ort-



Vertikalstrahler für 160 m und links im Hintergrund für 40 m

schaften, Geschäften, Gaststätten. Nach einem intensiven E-Mail-Verkehr fiel unsere Auswahl auf das *Goggas Nest BNB and Restaurant*, ein von Gary und Lettie Emmett geleiteter Familienbetrieb.

Schließlich stellte sich die Frage, wie wir von Berlin bzw. Frankfurt/Main in das Königreich von Eswatini kommen. Alle Wege dorthin führen über den internationalen Flughafen Johannesburg, dem *OR Tambo International Airport*. Nach Johannesburg fliegen zahlreiche Fluggesellschaften, die beliebiges Sperr- und Übergepäck gegen Gebühr mitnehmen. Für den Weiterflug von Johannesburg nach Eswatini erhielten wir jedoch keine Garantie für die Mitnahme des Sperrgepäcks. Erinnerungen an unseren Rückflug von Swasiland nach Johannesburg im Jahr 2001 kamen auf. Damals hatte der Flugkapitän entschieden, auf Grund von geringerer Menge getankten Flugbenzins Gepäck ausladen zu lassen. Erfahren hatten wir dies erst in Johannesburg und ein solches Risiko wollten wir nicht eingehen.

Zwischen Johannesburg und Mbabane in Eswatini fahren täglich mehrere Busse. Das sollte doch für uns kein Problem sein, dachten wir, es sind ja nur 400 km. Unser Sperr- und Übergepäck würde aber auch hier entsprechenden Platz benötigen. Eine E-Mail an Gary Emmett brachte die Lösung und ein örtlicher *Tourguide* bot sich für unseren Transport an. Wir rechneten mit einer Fahrtzeit von etwas mehr als 4 h, die hätten wir für den Flug von Johannesburg und den Transport vom Flughafen in Eswatini zum *Goggas Nest* auch gebraucht. So nahmen wir an.

■ Funkausrüstung

Im September 2024 begannen wir die Planung der Ausrüstung, die zum Einsatz kommen sollte. Neben Bewährtem wollten wir neue Technik einsetzen. Unsere beiden Spiderbeams, einschließlich der Filter und Triplexer, die wir in Tahiti dabei hatten, waren gesetzt. Vertikal- und Loop-Antennen für die unteren Bänder gehörten ebenfalls zur Grundausstattung. Als Transceiver planten wir wieder je zwei Icom IC-7300 und IC-705 mit Endstufen. Diese Technik hatte sich bei den DXpeditionen zuvor bewährt und damit war ein Funkbetrieb von 160 m bis 10 m gesichert. Der Funkbetrieb über den Satelliten QO-100 sollte erstmals hinzukommen. Dafür war von DX Patrol eine *QO-100 Full Duplex Groundstation* nebst Satellitenantenne vorgesehen. Außerdem planten wir Betrieb auf 6 m, wofür eine 6-Element-Yagi-Antenne zum Reisegepäck gehörte.



Die 60-cm-Parabolantenne für QO-100 montierten wir an einem Zaunpfahl.



Unsere QO-100-Station bestand aus einem Umsetzer von DXPatrol, einem Icom IC-705 und einem Notebook. Für Dauerbetrieb kühlte den Umsetzer ein zusätzlicher Lüfter.

Für einen effektiven Funkbetrieb wollten wir jederzeit wissen, wann welche Bänder Verbindungen in die verschiedenen Regionen ermöglichen. Dafür gibt es Ausbreitungsprogramme, war die erste Antwort. Zudem hatten wir aus dem Jahr 2001 unsere Logdateien, mit denen sich Prognosen erstellen ließen. Eine solche Analyse hatten wir bereits im Zusammenhang mit der Vorbereitung unserer Tahiti-DXpedition durchgeführt. Ein grober „Fahrplan“ stand damit bereits. Das reichte uns aber nicht, denn mit vier Funkstationen hat man lediglich vier Bänder im Blick. Die Öffnung eines weiteren Bands bekommt man so möglicherweise nicht rechtzeitig mit.

Der Digimode FT8 sollte Abhilfe schaffen. Dank zahlreicher Selbstbauprojekte sind viele kompakte SDRs im Angebot. Bei unserer Auswahl spielte weniger der Preis eine Rolle, vielmehr waren eine geringe Masse und eine hohe Empfindlichkeit leitende Kriterien. Leichte Notebooks gibt es ebenfalls zur Genüge auf dem Markt. Mit einer solchen Kombination lassen sich Bandöffnungen gut beobachten und sobald die aufgenommenen FT8-Signale stark genug wären, würde sich der Bandwechsel für eine unserer großen Funkstationen lohnen. Sämtliche Akti-



Improvisierter Regenschutz für eine Antennensteckerkupplung

vitäten auf den FT8-Frequenzen würden für die Dauer unserer Aktivität rund um die Uhr aufgezeichnet.

■ Reise nach Afrika

Die Wochen bis zur Abreise vergingen schnell und wir nutzten diese Zeit, um die Technik zusammenzustellen und zu testen. Dabei war wichtig, das alles bezüglich der Masse zu unseren Flugtickets passen musste und sich die Zusatzgebühren in Grenzen hielten.

Zwischenzeitlich richteten wir zahlreiche Fragen an Gary, der innerhalb eines Tages antwortete. Umgekehrt meldete er sich bei uns und erkundigte sich über den Fortschritt der Vorbereitungen. Schließlich erhielten wir von ihm eine E-Mail mit der Bitte um die Bezahlung für die Unterkunft. Auch der gebuchte Tourguide bat kurz vor unserer Anreise um eine Anzahlung für die vereinbarten Leistungen. Rechnungen und Bankauskünfte lagen uns bereits vor. Zu diesem Zeitpunkt erschien die Ausgabe 9/24 des FUNKAMATEUR. In einem Beitrag über die DXpedition 5X3K berichtete Petr, OK1FCJ, was diesem Team bei der Vorausbezahlung ihrer Unterkunft passiert war. Könnte uns ein solcher Betrug ebenfalls drohen? Die Unterkunft und den Transport haben wir schließlich bezahlt und es gab kein Problem.



6-Element-Yagi für das 6-m-Band

Am 24. Oktober 2024 startete Annette, DL6SAK, vom Flughafen Frankfurt/Main, während Manfred, DK1BT, Wolf, DL4WK, Tom, DL7BO, und ich, Frank, DL7UFR, vom Berliner Flughafen in Richtung Johannesburg aufbrachen. Nach einer Zwischenlandung in Istanbul, wo sich das komplette Team traf, ging es gemeinsam weiter. Am folgenden Tag erreichten wir Johannesburg um 10.28 Uhr Ortszeit.

Für Südafrika erhält man ein Touristenvisum bei der Einreise, was einige Zeit in Anspruch nimmt. Unser Gepäck lag vollständig auf dem Gepäckband, während das Sperrgepäck am Sperrgepäckschalter auf die Abholung wartete. Der Zoll ließ uns passieren und nach mehr als 2 h stan-

den wir erleichtert in der Empfangshalle. Unser Tourguide Sifiso wartete mit einem Schild „Welcome Frank Rutter & The Team“ in der Hand. Unser Abenteuer konnte beginnen.

Über gut ausgebaute Autobahnen ging es zunächst bis zur Raststätte *Alzu Petroport Middelburg* mit zahlreichen Restaurants und einer Terrasse mit Blick auf eine Wildtieranlage. Nach bereits fast 24 h Reisezeit war dies ein optimaler Zeitpunkt, etwas Leckeres zu essen. Bis zur Grenze in Ngwenya war es noch einmal so weit, allerdings nun ein großes Stück über Landstraßen.

■ Ankunft in Eswatini

Es war der letzte Freitag im Monat. Viele Bürger Eswatinis, die in Südafrika arbeiten, befanden sich auf der Heimreise und das führte zu einem erhöhten Reiseaufkommen. Den Grenzübertritt werden wir wohl nicht so schnell vergessen: Am süd-



Wolf, DL4WK, freut sich über 6-m-Verbindungen.

afrikanischen Grenzübergang *Oshoek Border Post* musste jeder aus dem Fahrzeug aussteigen und sich den Ausreisestempel für den Reisepass abholen. Anschließend ging es weiter zur Einreise an den Grenzübergang *Ngwenya Border Post*, Eswatini. Bevor man überhaupt zur Grenzkontrolle gelangte, wartete auf uns die Gesundheitskontrolle. Mit unsere Gruppe konnte man dort allerdings offenbar nichts anfangen und die Abfertigung ging entsprechend schnell. Nun wartete noch die Schlange, um den Einreisestempel für Eswatini in den Pass zu bekommen. Anschließend mussten wir mit unserem umfangreichen Gepäck zum Zoll. Der zuständige Beamte nahm die Abfertigung sehr genau, was erneut viel Zeit kostete. Nach insgesamt etwa 4 h Grenzkontrolle konnten wir schließlich zum *Goggas Nest* weiterfahren.

Die Familie Emmett und das Personal der Unterkunft warteten bereits und empfingen uns herzlich. Um 21 Uhr interessierten wir uns zunächst einmal nur für das Abendessen und etwas zu trinken. Zudem war nun genügend Zeit, um ausführlich mit Gary zu sprechen, mit dem ich mich in den zurückliegenden Wochen in-



Annette, DL6SAK, im Pile-up des CQ-WW-SSB-Contests

tensiv per E-Mail ausgetauscht hatte. Unser erster Eindruck war schlicht überwältigend. Inzwischen hatte unser Gepäck den Weg in das Haus gefunden, dass uns die kommenden beiden Wochen beherbergen sollte. Es stand abseits vom Trubel mit Rasenflächen rundherum und wir hatten die Genehmigung, für unsere Aktivität alles Notwendige zu verwenden. Das war weitaus mehr, als wir erwartet hatten. Bereits während des Grenzübertritts war es dunkel geworden, also Stunden, bevor wir das Haus beziehen konnten. An einen Antennenaufbau war daher an diesem Tag nicht zu denken. Uns blieb also vorerst nur die Inspektion der Technik hinsichtlich eventueller Transportschäden und dann schlafen zu gehen.

■ Stationsaufbau

Am ersten Wochenende unseres Aufenthaltes wollten wir am CQ-WW-SSB-Contest teilnehmen. Um möglichst schnell aktiv zu sein, errichteten wir eine HB9CV-Antenne für das 10-m-Band. Der Zeitaufwand dafür ist gering, wogegen der Aufbau und Abgleich eines Spiderbeams viel Zeit in Anspruch nimmt. Also teilten wir uns auf. Parallel bauten wir die Stationen für die Kurzwelle auf, die HB9CV, die Satellitenstation und den Spiderbeam für 20 m, 15 m und 10 m. Leider mussten wir die Arbeiten mehrfach unterbrechen, da heftige Regenfälle, Gewitter und Sturm dies erzwarngen. Am Ende des Tages waren drei Stationen betriebsbereit.

Das Wetter änderte sich nicht zum Positiven, im Gegenteil. Am folgenden Tag gab es noch mehr Regen, Gewitter und Sturm. Selbst unsere Gastgeber waren nun um unsere Antennen besorgt. Sie fragten uns, aus welchem Material die Spiderbeams bestehen und ob wir denn sicher seien, dass diese bei dem Sturm stehen bleiben.

Während an diesem Abend im Restaurant alles gesichert wurde, was „Flugeigenschaften“ hat, konnten wir nur zuschauen, wie das Unwetter über das Land zog. In den Schlechtwetterpausen gelang es

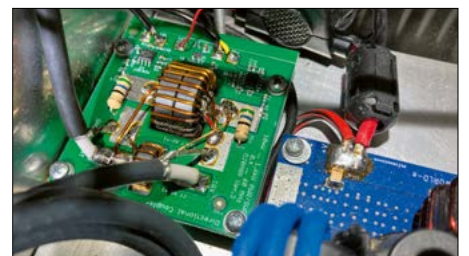
uns trotzdem, den zweiten Spiderbeam für 12 m, 17 m und 30 m aufzubauen. Noch während des Abendessens gab es einen *Blackout*, der die ganze Nacht über andauerte. Leider war unser Haus nicht an die Notstromversorgung angeschlossen. Wir machten das Beste daraus und nutzten die Zeit für Gespräche mit dem Gastgeber.

Während unseres ersten Aufenthaltes 2001 im damaligen Swasiland trafen wir uns mit Andy Cory, 3DA1BD, und Willy Long, 3DA0BD, der Führungsspitze des Radioclubs von Swasiland. Gary ist sehr gut vernetzt im Land und er kannte beide; Andy hat heute das Rufzeichen 3DA0TM. Wegen des Unwetters konnten wir ihn nicht erreichen, sodass Gary den Kontakt herstellte und unsere Einladung übermittelte.

Am frühen Morgen des folgenden Tags war die öffentliche Stromversorgung wiederhergestellt. Wir setzten den Antennenaufbau fort, denn die Strahler für die *Lowbands* und 6 m fehlten noch. Leider hielten die Unwetter den ganzen Tag an. Starkregen, Gewitter und Sturm kannten wir schon, gegen 16 Uhr hagelte es zudem Eisklumpen mit der Größe von Tennisbällen. Einerseits war dies ein faszinierendes Naturschauspiel, andererseits hörte sich dies angesichts des Blechdaches in unserem Haus furchtbar an. War noch eine Steigerung möglich? Tatsächlich, denn im Laufe der Woche blieben zwar Regen und Gewitter aus, allerdings kletterten die Temperaturen nun auf nahezu 40 °C im Schatten.

■ Funkbetrieb

Die Wetterlage hatte also den Aufbau der Antennen erheblich verzögert und für die Teilnahme am Contest standen nur wenige Stunden zur Verfügung. Für die Bänder von 160 m bis 6 m sowie für QO-100 jeweils eine Station und die zugehörigen Antennen aufzubauen, erforderte bei diesen Bedingungen viel Zeit. Mit fünf DXpeditionären waren wir selbstverständlich nicht in der Lage, jede Station permanent zu besetzen und in den klassischen Sendarten Telegrafie und SSB über



Die Wicklung des SWV-Messwandlers war abgebrannt, was sich schnell reparieren ließ.



Manfred, DK1BT, an der dritten Station im Telegrafie-Pile-up



Frank, DL7UFR, überträgt in einer betriebschwachen Zeit das Log auf den Webserver und aktualisiert die Nachrichten.

14 Tage rund um die Uhr zu betreiben. Was bleibt also, wenn man physisch einfach nicht mehr in der Lage ist, einen CW-Pile-up abzuarbeiten?

Computer können dann einen Teil der Arbeit übernehmen. Digimodes wie FT4 und FT8 ermöglichen es heute einem Operator, gleichzeitig mehrere Stationen zu bedienen. Diese digitalen Sendarten haben die Bänder bzw. die entsprechenden Frequenzen belebt und es vergeht praktisch keine Zeit, zu der nicht ein Signal auf den FT8-Kanälen präsent ist. Mithilfe des PSK-Reporters lässt sich zudem prüfen, wo auf der Erde das eigene Signal aufgenommen wird. Es ist also ein lohnenswerter Luxus, auf jedem Band eine sendebereite Station zu betreiben.

Im Bandplan für FT8 steckt jedoch für DXpeditionen auch ein Nachteil. Einerseits lassen sich so Bandöffnungen gut beurteilen und der Funkbetrieb mit mehreren Streams ist auf den Standardfrequenzen aus gutem Grund unerwünscht. Andererseits erfolgt die Abwicklung einer Funkverbindung in FT8 weitgehend automatisch durch die Software. Pile-ups auf einer DXpeditions-Frequenz mit mehreren Streams hielten oft nicht lange an, wogegen der Wechsel auf den im Bandplan vorgegebenen FT8-Kanal mit nur einem Stream sofort neue Pile-ups erzeugte. Da stellt sich schon die Frage, ob tatsächlich alle anrufenden Stationen mit einem Funkamateurl besetzt sind.

Unsere QO-100-Station bestand aus einem 60-cm-Spiegel, einem *Full-Duplex-Groundstation*-Umsetzer von DXPatrol und einem IC-705. Der Umsetzer bewährte sich für Telegrafie und SSB. Für FT8 und FT4 war das Gerät zunächst wegen thermischer Probleme für den Dauerbetrieb nicht nutzbar. Daher modifizierten wir vor Ort den Umsetzer; ein offenes Gerät und ein Zusatzlüfter behoben den Mangel vorerst.

■ Ergebnisse

Wie bei jeder unserer DXpeditionen zuvor haben wir uns im Land umgesehen. Dafür hatten wir mit Sifiso Samkeliso Mnisi den perfekten Tourguide gefunden. Er hatte uns bereits von Johannesburg zur Unterkunft gebracht und übernahm gerne diesen zusätzlichen Auftrag. Bei unserer Rundreise kamen wir auch durch Mbabane, die im Hochland Eswatinis gelegene Hauptstadt des Königreichs. Für mich war es erfreulich, wie positiv sich die Stadt mit ihren 95 000 Bewohnern seit unserem Besuch vor 23 Jahren entwickelt hat.

Zurück im *Goggas Nest* nahmen wir umgehend den Funkbetrieb wieder auf. Wann immer die Signale laut genug waren, funkten wir in Telegrafie und SSB. Im Sprachgebrauch der großen DXpeditionen hat-



Aufführung traditioneller Sibhaca-Tänze in einem Kulturdorf

ten wir drei Telegrafie-, einen SSB- und einen FT8-Spezialisten im Team. Da galt es, jede Bandöffnung zu nutzen. Dafür stand auf jedem Band eine komplette Sta-

tion zur Verfügung: Neben den Icom-Transceivern nutzten wir die erwähnten kleinen SDRs, die u. a. zur Bandbeobachtung rund um die Uhr auf den FT8-Kanälen liefen.

Während unsere 50-MHz-Station in den ersten Tagen kaum Signale auf dem 6-m-Band aufzeichnete, änderte sich dies in der zweiten Woche. Mit den ersten lesbaren Stationen wechselten wir auf die Icom-Transceiver mit angeschlossener Endstufe. Dabei kamen zahlreiche Verbindungen auf 6 m ins Log von 3DA0DL. Auf den *Lowbands* konnten wir leider nur wenige Verbindungen loggen. Funkkontakte nach Europa waren während unseres Sonnenuntergangs möglich, Richtung Nordamerika öffnete sich bei Sonnenaufgang ein Fenster von maximal 15 min.

In den knapp zwei Wochen unser Aktivität gelangen unter 3DA0DL 49 192 Funkverbindungen. Das tägliche Sichern der Logdaten einschließlich der Protokoll-



Zu unserer Rundfahrt gehörte ein Besuch im Mantenga Nature Reserve and Cultural Village.

dateien erfolgte automatisiert per Skript. Dafür hatten wir im Netzwerk einen SMB-Server bereitgestellt. Ein Raspberry Pi Zero hatte dafür genügend Speicher und Rechenleistung. Unsere Funkanlagen waren rund um die Uhr im Einsatz und somit anders belastet als man es zu Hause erreichen kann. Die gesammelten Erfahrungen fließen künftig in die Optimierung unserer Technik ein.

Am 9. 11. startete gegen 10 Uhr die Rückfahrt nach Johannesburg. An der Grenze ging es diesmal vergleichsweise schnell mit der Ausreise aus Eswatini und der Einreise nach Südafrika voran. Die Abfertigung am Flughafen in Johannesburg lief ohne Verzögerungen. Am 10. 11. erreichten wir wie geplant Berlin und Frankfurt/Main. Und erneut stellt sich uns die Frage: „Where do we go next?“ Vielen Dank an alle, die mit uns gefunkt haben. Vielen Dank auch an Sigi, DL7DF, der uns von zu Hause aus viele Hinweise für den Betrieb gegeben hat.

QSO-Statistik von 3DA0DL nach Bändern und Sendarten

Band	CW	SSB	FT4	FT8	total
160 m	0	0	0	1	1
80 m	0	0	0	205	205
60 m	0	0	0	66	66
40 m	43	0	0	1300	1343
30 m	527	0	114	4029	4670
20 m	714	294	1	6815	7824
17 m	630	190	36	5464	6320
15 m	1562	694	1066	5303	8625
12 m	1808	367	1368	5362	8905
10 m	2285	599	1252	5589	9725
6 m	0	0	0	413	413
QO-100	149	144	281	521	1095
gesamt	7718	2288	4118	35 068	49 192

Consumer Electronics Show 2025: Viva Las Vegas

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Vom 7. bis zum 11. Januar dieses Jahres fand in den USA die Consumer Electronics Show 2025 statt. In Las Vegas, wo man gewöhnlicherweise nur den Schein der Reklametafeln des Spielerparadieses wahrnehmen kann, leuchteten diesmal einige neue Displays und Fernsehgeräte – auf einer der weltweit größten Fachmessen für Unterhaltungselektronik.

Die jährlich kurz nach Neujahr in Las Vegas abgehaltene Consumer Electronics Show (CES) ist mittlerweile die wichtigste Messe für Consumer-Produkte, also Geräte für den privaten Gebrauch. Die alle zwei Jahre in München stattfindende Electronica widmet sich dagegen Baue-

irgendwann nicht mehr genug Platz und man zog in klassische Messehallen um. In den USA und insbesondere in Las Vegas sind Hotels jedoch wesentlich größer als in Deutschland, sodass auch eine so große Messe in deren Konferenzräumen und Foyers unterzubringen ist.



Staubsauger-roboter Roborock Saros Z70 mit Greifarm
Werkfotos

lementen und Modulen sowie Messgeräten für Entwickler und Fertiger. Und die Computermesse CeBIT in Hannover ist Geschichte, denn sie fand 2018 zum letzten Mal statt.

Mit der CES vergleichbar ist am ehesten noch die IFA in Berlin. Bei dieser soll nur noch das Kürzel verwendet werden, nicht mehr die frühere Bezeichnung *Internationale Funkausstellung*. Der Grund dürfte sein, dass seit einigen Jahren dort nicht nur überwiegend Rundfunk- und Fernsehgeräte, früher „braune Ware“ genannt, ausgestellt werden, sondern verstärkt auch die „weiße Ware“ des Elektrofachhandels und der Haushaltselektronik: Kühlschränke, Waschmaschinen, Staubsauger & Co.

Die CES wird ihrer Bezeichnung hingegen immer noch gerecht. Neben Unterhaltungs- und Haushaltselektronik findet sich hier jedoch auch Computertechnik, wenn auch verbraucherorientiert, also eher Gaming- als Bürocomputer und Autos, die mittlerweile ja voller Elektronik stecken und elektrisch fahren.

Die CES ist eine sogenannte *Hotelmesse*. In Deutschland begann so einst die Audiomesse *High End*, doch boten die Hotels mit wachsender Zahl von Ausstellern hier

Lenovo ThinkBook Plus Gen 6 Rollable mit ausfahrendem Bildschirm



■ Staubsaugerroboter

Staubsaugerroboter waren anfangs eher eine Spielerei. Sie waren in kurzer Zeit gefüllt, mussten umständlich geleert werden und verteilten den Schmutz eher, statt ihn einzusammeln. Letzteres führte speziell bei den Hinterlassenschaften von Hunden meist zu einer stinkenden Katastrophe. Außerdem fuhren sie sich regelmäßig in Ecken und unter Betten fest.

iRobot rüstete deshalb eine „Haufenerkennung“ nach und der chinesische Hersteller

Roborock entwickelte Staubsaugerroboter, die sich in einer Docking Station automatisch in einen konventionellen Staubsaugerbeutel entleeren. Letzteren muss man dann nur alle paar Wochen austauschen und in die Mülltonne werfen. Alle möglichen Radar- und Kamerasysteme dienen dazu, Hindernisse zu erkennen. Die Geräte sollen ihre zu säubernde Umgebung erlernen, sodass sie nach einer Weile nicht mehr ständig ans Sofa stoßen, solange die Bewohner es nicht umstellen.

Auf der CES präsentierte Roborock nun das Modell *Saros Z70*, das mit einem Greifarm herumliegende Socken einsammelt, in einen Wäschekorb wirft und dann ungestört weiter saugt oder kehrt. Die Zielgruppe sind wohl faule Junggesellen. Auch Kinderspielzeug könnte eingesammelt und Eltern so vom „Lego-unterm-großen-Zeh-Schmerz“ befreit werden.

Allerdings ist ungeklärt, wie so ein Roboter Socken von Hundekot unterscheiden und in entsprechend unterschiedliche Körbe legen kann, geschweige denn, wie

er den Greifarm nach einem Fehlgriff in den Hundehaufen wieder reinigt. Und der Roboter, der den Müll hinausbringt, und zwar nach Papier, Glas, Plastik und Bio getrennt, fehlt noch immer.

Weil ein Staubsaugerroboter nur den Fußboden reinigen kann, aber weder Betten noch Sofas, wird im Haushalt meist noch ein normaler Staubsauger benötigt, heutzutage meist ein leichtes, akkubetriebenes Modell. Anker zeigte auf der CES hierzu mit dem *eufy E20* ein Gerät, das sich vom Staubsaugerroboter zum Boden- oder Handstaubsauger umbauen lässt.

■ 12K-HDMI und 8:9-Notebook

Displays, Monitore und Fernsehgeräte sind auf der CES wichtige Themen. Panasonic präsentiert dabei OLED-Fernseher mit bis zu vier Display-Schichten, die eine höhere Helligkeit und ein breiteres Farbspektrum erreichen, allerdings gekühlt werden müssen und vermutlich ebenso noch mit gegenüber LCD eingeschränkter Lebens-



OLED-Fernsehgerät Panasonic 65Z95B



Die software-definierte Plattform **BMW Panoramic iDrive** neben dem Steuer soll den Fahrer unterstützen.

dauer zu kämpfen haben. Die Preise beginnen bei 3500 € für ein ab Mitte 2025 lieferbares 55-Zoll-Modell.

Der neue Übertragungsstandard HDMI 2.2 soll 4K (3840 × 2160 Pixel) mit bis zu 240 Hz Bildrate und bis zu 12K (12288 × 6480 Pixel) mit bis zu 60 Hz Bildrate ermöglichen. Allerdings sind hierzu neue Kabel notwendig, die dann unter 4 m Länge bleiben müssen, um die Datenrate von 96 Gbit/s zu schaffen.

Nachdem LG schon 2019 einen Fernseher mit ausrollbarem Display auf der CES präsentierte, der allerdings aus Kostengründen nie wirklich in größeren Stückzahlen verkauft wurde und deshalb dieses Jahr wieder „eingerollt“ wurde, zeigte Lenovo auf der diesjährigen Messe mit dem *ThinkBook Plus Gen 6 Rollable* nun ein Notebook mit einem „OLED-Rolldisplay“. Dieses soll sich allerdings nach oben entfalten und so ein Hochformat von 8:9 erreichen.

Ob man damit nach all den Breitbildvarianten endlich wieder zu einem produktiveren und auch zum Lesen besseren Bildschirmformat wechseln will oder sich nur dem Hochformat der Smartphones anpasst, ist offen. Zumindest die optische und akustische Begleitung beim Ausrollen des Displays, die wohl nur dazu dient, dass dies in der Bahn auch wirklich jeder mitbekommt, lässt sich abschalten.

■ Zahnreinigung in 20 s

Zähneputzen ist für viele Menschen lästig und an die 2 min, die man dafür aufbringen sollte, halten sich die wenigsten. Statt einen Zahn nach dem anderen zu putzen, will die sogenannte *Ganzgebiss-*



Die **Y-Brush** verspricht, das Zähneputzen zu beschleunigen.

Zahnbürste Y-Brush alle Beißer in 20 s auf einmal putzen. Dazu schiebt man eine entsprechend geformte Putzvorrichtung in den Mund. Ob sich das allerdings angenehmer anfühlt als ein Zahnabdruck beim Zahnarzt, ist die Frage. Es dürfte wesentlich mehr Zahnpasta erforderlich sein und die schon beim normalen Zähneputzen problematischen Stellen wie die Zahnzwischenräume werden hier wohl auch nicht besser gereinigt.

Der **E-Van Li Xing Mega** soll in 10 min von 10 % auf 80 % nachladen.



Zumindest die Entwicklung einer entsprechenden Zahnbürste hat sich *Y-Brush* dadurch erleichtert, dass dieser gebissförmige Putzaufsatz nun auf eine allerdings nicht billige Schallzahnbürste *Philips Sonicare* anstelle der normalen Putzaufsätze gesteckt werden kann.

■ Technik im Auto

Auch wenn das Design mit riesigen Kühlergrills zuletzt das genaue Gegenteil suggerierte, hat sich der Autohersteller *BMW*, der ja einst mit dem *i3* führend in Sachen Elektromobilität war, inzwischen wieder dem Elektrothema verschrieben: der *Neuen Klasse* sowie dem *Panoramic iDrive*. Bei Ersterer soll es sich um eine *Software Defined Vehicle*-Plattform handeln. Vermutlich bedeutet dies, viele Funktionen per Update nachkaufen zu können. Leider geht es nicht mehr wie einst beim *i3* um E-Kleinwagen, sondern um weitere dicke E-SUVs.

Das Zweite ist eine über die gesamte Breite der Windschutzscheibe eingeblendete Anzeige (*Head-up Display*) mit Navigations- und Fahrhinweisen zusätzlich zum Infotainment-Display, welches eine vernünftige Größe besitzt und nicht wie bei

Tesla & Co üblich in eine kinotaugliche Dimension ausartet.

Andere Hersteller sehen dies anders. *Dolby* bringt aktuell einerseits *Dolby Atmos* in mehr Autos, sodass einen im neuen *Cadillac OPTIQ* aus 19 AKG-Lautsprechern nun auch Töne von oben beglücken. Dieser Wagen schaut dabei nicht wie ein klassischer Heckflossen-Cadillac aus, sondern wieder einmal wie ein nicht windschnittiger SUV mit großem Kühlergrill, obwohl auch er elektrisch fährt. Und er bietet ein 33-Zoll-Display (84 cm) mit 9K Auflösung und über 1 Mrd. Farben. Das klingt nach Kino – nur im eigenen Auto und ohne Gemeinschaftserlebnis mit großer Leinwand. Und auch hier ist Dolby aktiv: *Dolby Vision* soll HDR-Bildtechnik ins Auto bringen, mit „mehr Farben, echten Schwarztönen, helleren Farben und unglaublichen Details aus Ihren Lieblingsfilmen, Streaming-Serien,

Spielen und Live-Sportinhalten“, so die Pressemeldung hierzu. Als erstes Auto mit diesem Kinosystem wurde der *E-Van Li Xing Mega* auf der CES gezeigt, der angeblich nur 10 min für eine Ladung von 10 % auf 80 % benötigt, eine entsprechend leistungsfähige Ladestation vorausgesetzt.

In einem Van mag die Filmguckerei zumindest sinnvoll sein, sofern die Kino-Funktionen im Fahrbetrieb gesperrt sind. Die Funktion, für die Dolby älteren Lesern noch bekannt sein dürfte (Stichwort: Rauschunterdrückung), findet dagegen keinen Weg ins moderne Auto. Sie war ja für die heute nicht mehr verwendeten Kassettenlaufwerke bestimmt und fand sich nie im Automobil wieder, das seinerzeit viel zu laut war für eine sinnvolle Nutzung dieser Funktion.

Beide Dolby-Systeme – *Dolby Atmos* für den vielkanaligen Klang und *Dolby Vision* für das Bild mit hohem Kontrastumfang – finden sich übrigens auch in den bereits erwähnten neuen Panasonic-Fernsehgeräten.

Die nächste CES in Las Vegas findet im nächsten Jahr vom 6. bis 9. Januar statt.

dl2mcd@gmx.net

Geheimnis gelüftet – Empfangstechnik von SAQ Grimeton

Dr. JÜRGEN URBIG – DL4JWU

Vor der Entdeckung, dass sich auch Frequenzen im KW-Bereich zur drahtlosen Nachrichtenübertragung eignen, wurden Funkverbindungen über die Längstwelle abgewickelt. Die letzte, noch voll funktionsfähige Sendeanlage aus dieser Zeit befindet sich im schwedischen Grimeton. Dieser Beitrag gibt einen Einblick in die damalige Empfangstechnik des heutigen UNESCO-Weltkulturerbes.

In den 20er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts begann durch die *Radio Corporation of America* (RCA) der Aufbau eines weltumspannenden drahtlosen Kommunikationsnetzes auf Längstwelle. Die Zentrale (*Radio Central*) befand sich in New Brunswick, New Jersey, die Empfangsstation in Riverhead auf Long Island, New York.

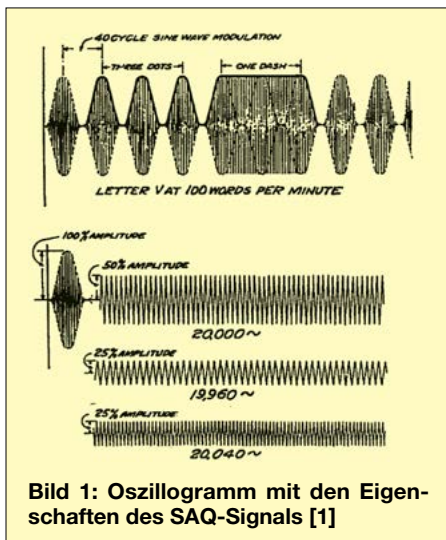


Bild 1: Oszillogramm mit den Eigenschaften des SAQ-Signals [1]

Als Sender dienten die vom schwedischen Ingenieur *Ernst F. W. Alexanderson* konstruierten Maschinensender (*Alternatoren*) mit einer Leistung von 200 kW. Gearbeitet wurde im Frequenzbereich von 15 kHz bis 30 kHz und ausschließlich in Morsetelegrafie. Gegenstationen befanden sich unter anderem in Polen, USA, Großbritannien und Hawaii. Eine für Südamerika geplante Station wurde jedoch nicht mehr gebaut, da das ganze System durch die Entwicklung der Röhrensender und

die zunehmende Nutzung der Kurzwelle relativ schnell an Bedeutung verlor. Die weltweit letzte Anlage ihrer Art steht in *Grimeton*, nahe der an der schwedischen Westküste gelegenen Stadt *Varberg*, und feierte im vergangenen Jahr den 100. Jahrestag ihrer feierlichen Einweihung. Sie ist voll betriebsfähig und seit 2004 als UNESCO-Weltkulturerbe anerkannt [2]. Unter dem Rufzeichen SAQ sendet sie mindestens zweimal jährlich eine Botschaft in Morsetelegrafie aus, deren Empfang von mehreren hundert Hörern rund um die Erde bestätigt wird. Weitere Informationen zu diesem Weltkulturerbe sind unter [3] und zum Förderverein GVV (*Grimeton Veteranradio Vänner*) unter [4] zu finden. Seit 2013 bin ich Mitglied dieses Vereins. Die zugehörige Empfangsstation SAK befand sich in Kungsbacka, etwa 45 km nördlich von Grimeton entfernt. Das Gebäude ist heute ein Wohnhaus. Eine dort angebrachte und am 18.10.2024 erneuerte Tafel weist auf den ursprünglichen Verwendungszweck hin.

Die 1923 in Betrieb genommene gleichartige Station mit den Rufzeichen AXO und AXL in Babice, Polen, wurde Ende September 1939 unzerstört durch die deutsche Wehrmacht besetzt und am 16. Januar 1945 gesprengt, siehe [5] und [6]. Die damals verwendete Sendetechnik basierte auf zwei Prinzipien [7]:

- Sender für gedämpfte Schwingungen (*Funkensender*) und
- Sender für ungedämpfte Schwingungen (*Lichtbogensender*, *Maschinensender*, *Röhrensender*).

Die Telegrammübermittlung fand anschließend in Morsetelegrafie statt. Die

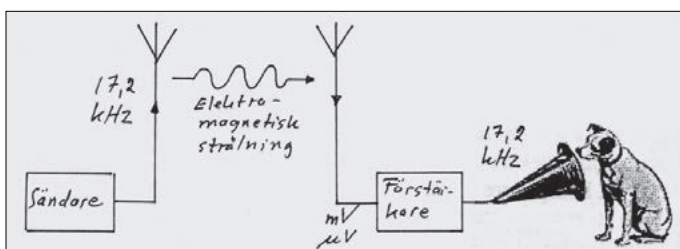


Bild 2:
Es könnte alles so
einfach sein [8].

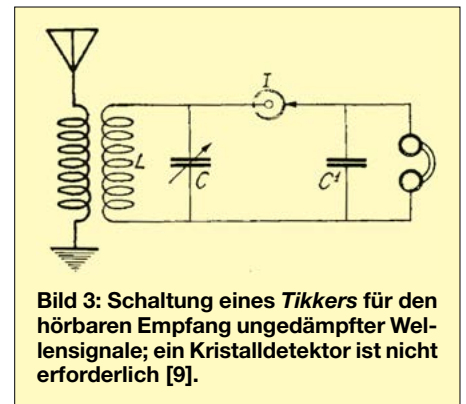


Bild 3: Schaltung eines Tickers für den hörbaren Empfang ungedämpfter Wellensignale; ein Kristalldetektor ist nicht erforderlich [9].

Tastung erfolgte aus der Zentrale in Göteborg, meist mittels Lochstreifengeber und mit einer maximalen Geschwindigkeit von 100 WpM (etwa 500 BpM). Heute wird eine klassische Handtaste im Sendersaal verwendet. Bild 1 zeigt die Eigenschaften des SAQ-Signals im Oszillogramm [1]. Während die Funktionsweise der Maschinensender in der Literatur bereits ausführlich beschrieben wurde, fehlten bislang genauere Informationen über die verwendete Empfangstechnik. Diese Lücke möchte ich mit diesem Beitrag schließen.

Empfangstechnik der 1920er-Jahre

Beim Empfang unterschied man zwischen Hör- und Schreibempfang mit Streifen- oder Lichtschreiber.

Funkensender erzeugen beim Empfänger einen mehr oder weniger deutlich hörbaren Ton, sodass die Signale mit dem menschlichen Ohr wahrnehmbar sind. Klangbeispiele finden sich unter [10] (Simulation des letzten Funkspruchs der *Titanic*) und [11].

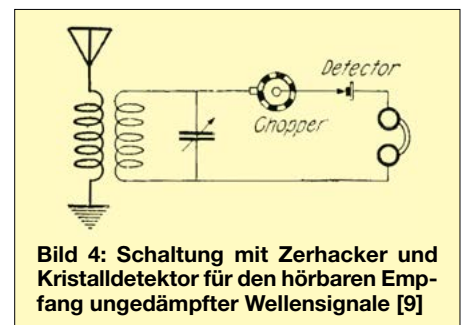


Bild 4: Schaltung mit Zerkhacker und Kristalldetektor für den hörbaren Empfang ungedämpfter Wellensignale [9]

Bei den ungedämpften Wellen eines Maschinensenders ist dies jedoch nicht mehr möglich, da unser Hörbereich je nach Alter bei 10 kHz bis 15 kHz endet. In einem normalen AM-Demodulator entstehen beim Empfang von Morsezeichen nur Knackgeräusche am Anfang und Ende jedes Zeichens. Um hörbare Signale zu erhalten, bediente man sich daher folgender Methoden:

Tikkerempfang

Bei dem 1908 vom dänischen Physiker und Ingenieur Valdemar Poulsen erfunden

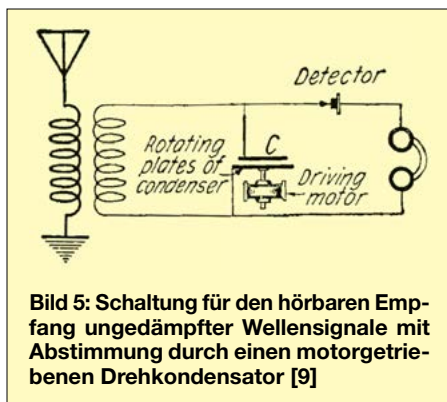


Bild 5: Schaltung für den hörbaren Empfang ungedämpfter Wellensignale mit Abstimmung durch einen motorgetriebenen Drehkondensator [9]

denen *Tikker* wurde das empfangene HF-Signal mit einem vibrierenden Unterbrecher auf mechanischem Wege zerhackt, d.h. einige 100-mal pro Sekunde unterbrochen. Dabei entstand kein musikalischer Ton, sondern ein schnarrendes Geräusch, das nur schwer von atmosphärischen Störungen zu unterscheiden war. Andere Varianten sorgten durch periodische Veränderung der Kapazität des Schwingkreis-kondensators für eine niederfrequente Amplitudenmodulation [12] und [9], Bild 3 bis 5.

Schwebungsempfang

In [12] erwähnt der deutsche Ingenieur Eugen Nesper als mechanische Lösung das *Goldschmidtsche Tonrad*, siehe [13].

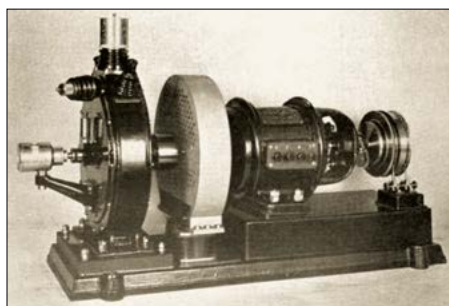


Bild 6: Goldschmidtsches Tonrad mit Zentrifugal-Drehzahlregelung, Wirbelstrombremse und Spezialmotor für 4000 U/min [13]

Ein mit konstanter Drehzahl rotierendes Zahnrad öffnet und schließt einen federnd gelagerten Bürstenkontakt, Bild 6. In [12] findet man folgendes Beispiel: Ein Rad mit 800 Zähnen bei 3750 U/min erzeugt eine Schaltfrequenz (Synchron-drehzahl) von 50 kHz. Beträgt die Signalfrequenz ebenfalls 50 kHz, entsteht ein pulsierender Strom gleicher Frequenz, also kein hörbares Signal. Wählt man jedoch eine Drehzahl von 3675 U/min, so

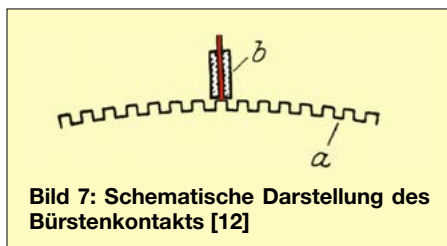
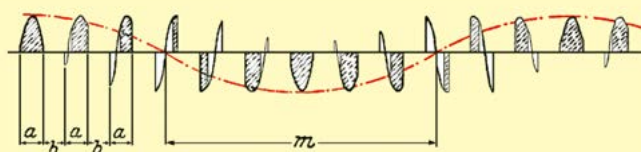


Bild 7: Schematische Darstellung des Bürstenkontakts [12]

entspricht dies einer Schaltfrequenz von 49 kHz. Die Differenz von 1 kHz ist somit für unser Ohr hörbar. Wir haben es also mit einer Art von mechanischem Direktmischer zu tun. Eine vereinfachte Darstellung von Zahnrad und Bürstenkontakt zeigt Bild 7. Die Schwingungsentstehung am Tonrad ist in Bild 8 zu sehen, [12]. Während der Zeit (a) ist der Kontakt geschlossen, ansonsten (b) geöffnet, m bezeichnet hier die halbe Periodendauer. Der während der Schließdauer durchgelassene, vorzeichenbehaftete Mittelwert ist schraffiert dargestellt.

Bild 8: Schwingungsvorgang beim Goldschmidtschen Tonrad; die Unterbrechungszahl ist annähernd gleich der Periodenzahl [12].



Nachteile dieser Methode sind:

- die große und schwere Apparatur,
- die erforderliche Regelvorrichtung für die Drehzahl und
- der hohe mechanische Verschleiß am Schleifkontakt.

Alexandersons Synchrondetektor

Außer diesem Begriff waren bisher keine weiteren Angaben bekannt. In der mir vorliegenden Literatur fand sich bei [14] nur: *then rectified by means of a special two-element vacuum tube which is part of what is called a „synchronous detector“* und bei [15] *balancerad detektor med heterodyn timer*.

Offensichtlich gab es eine Standardkonstruktion des Empfängers. In [6] und [14] finden sich: *RCA standard long wave receiving sets* und folgende Daten:

- Empfangsbereich 10 kHz bis 50 kHz
 - mehrere Empfänger an einer Antenne (spezieller Antennenkoppler)
 - Stromversorgung: Bleiakumulatoren parallel zum Generator als Puffer und Filterelement für Heiz- und Anodenspannung
 - bei Generatorausfall bis zu 18 h Notbetrieb möglich
 - alle Verstärkerstufen einzeln zu- bzw. abschaltbar
- Außerdem ist dort eine Baustufenfolge beschrieben:

- Antennenkoppler mit Leitungsnachbildung
- Kopplungsröhre mit HF-Filter
- Primärkreis, Kopplung und Sekundärkreis
- drei HF-Verstärkerstufen (Transformator-kopplung mit Spartransformator)
- Synchron-Detektor

- zwei NF-Verstärkerstufen (Transformator-kopplung)
 - Kontrollhörer
 - Kabelverbindung zum Telegrafenamts
- Alle mir bis dahin zugänglichen Teile der Empfängerschaltung endeten am Ausgang der dritten HF-Verstärkerstufe und ließen somit die Frage nach dem Demodulator offen [15]. An dieser Stelle geht mein spezieller Dank an Fredrik Wiklund, den Vorsitzenden des GVV. Von ihm erhielt ich im Dezember 2022 eine E-Mail mit einem Beitrag über die Empfangsstation in Kungsbacka [16].

Bild 9 zeigt den Kopfteil eines Faksimiles. Es enthält das Empfängerschaltbild mit dem Synchrondetektor sowie Informationen zur Empfangsantenne. Bei der oben erwähnten Spezialvakuumröhre mit zwei Elementen handelt es sich um die vom US-amerikanischen Physiker und Ingenieur Albert W. Hull [17] erfundene Urform des Magnetrons. Der Beitrag verweist auf weitere Literatur, u. a. auf eine Veröffentlichung von Hull [18]. Das weiterentwickelte Magnetron findet sich heutzutage z.B. in Radargeräten und in der Haushaltsmikrowelle.



Bild 9: Diese Publikation war der entscheidende Hinweis zur Funktion des Empfängers [16].

Hull selbst schreibt übersetzt dazu in [18]: *Abschließend etwas zu möglichen Anwendungen: Das Magnetron ist so neu, dass Anwendungen noch zu finden sind ... Die einzige praktische Anwendung ist bisher der Synchrondetektor für Telegrafiesignale in den Empfangsstationen des transozeanischen Netzes der RCA. In diesem arbeitet das Magnetron als einfache*



Bild 10: Elektronenbahnen im Magnetron bei steigendem Magnetfeld [16]

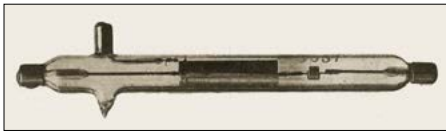
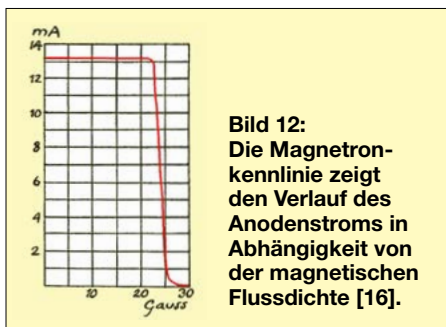


Bild 11: Magnetron in Alexandersons Synchrodetektor [16]

Schaltröhre, die durch ein lokal erzeugtes Magnetfeld mit einer dicht bei der Empfangsfrequenz liegenden Frequenz öffnet und schließt, zuerst die positive und dann die negative Halbwelle des Signals durchlässt und so einen hörbaren Ton erzeugt. In einer Fußnote vermerkt er: Dieser Synchrodetektor wird irgendwann von seinem Erfinder, Mr. E. F. W. Alexanderson beschrieben werden.

Der Detektor wurde von Alexanderson unter dem Begriff *Signalling System* zum Patent angemeldet [19]. Der Begriff *Synchrodetektor* kommt in der gesamten Patentschrift jedoch nicht vor.

Bild 10 zeigt die Bauform des verwendeten Magnetrons. Die aus den Angaben zum Bild geschätzte Länge beträgt etwa 15,5 cm und der Außendurchmesser ungefähr 1,2 cm. Zu erkennen ist eine Röhrendiode mit zylindersymmetrischer Struktur. Der zur Vermeidung von Wirbelströmen längs geschlitzte Anodenzylinder und der mittig gelegene Heizfaden (Direktheizung) bestehen aus Wolfram. Das steuernde Magnetfeld wird mittels einer außen auf das Glasröhrchen gewickelten Spule erzeugt. Es kann im Zylinderinneren aufgrund der langen Spule als homogen betrachtet werden („lange“ Spule) und ist leicht berechenbar. Bild 10 illustriert die Funktion.



Ohne angelegtes Magnetfeld (A) wandern die von der geheizten Kathode emittierten Elektronen durch die Kraftwirkung des elektrischen Feldes geradlinig zur Anode (*radialsymmetrisches Strömungsfeld*). Es fließt ein durch Geometrie und Anodenspannung bestimmter Strom wie bei einer Röhrendiode. Wird nun ein Magnetfeld angelegt, so wirkt dessen Kraft parallel zur Zylinderachse (*Lorentzkraft*) und zwingt die Elektronen auf eine Kreisbahn, deren Durchmesser sich mit steigendem Mag-

netfeld verringert (B, C). Unterschreitet nun dieser Durchmesser den Abstand zwischen Kathode und Anode, so geht der Anodenstrom gegen null und die Röhre sperrt (D). Die Kreisbahn der Elektronen lässt sich mit einem Fadenstrahlrohr [20] anschaulich darstellen.

Der kritische Wert des Magnetfelds (*cut off*) hängt nur vom Anodendurchmesser r_A sowie der Anodenspannung U_A ab und kann durch die zugeschnittene Größen-gleichung $B = 67,2 (U_A)^{0,5} \cdot 1/r_A$ er-

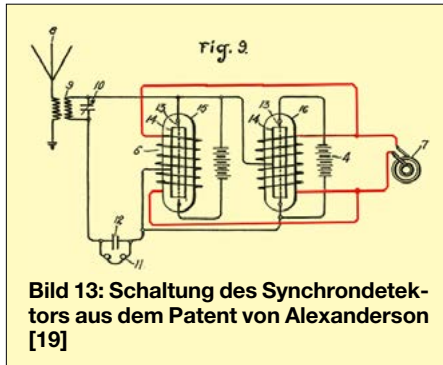
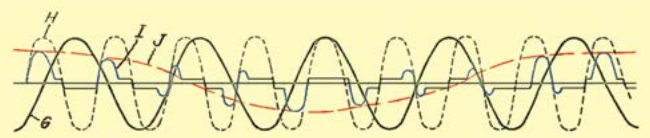


Bild 14: Signaldiagramme zum Synchro-Detektor in Bild 13 [19]



mittelt werden. Es gilt: U_A in Volt, r_A in Zentimeter (Dicke der Kathode vernachlässigbar) und B in Gauss (1 G = 0,1 mT). Bild 12 zeigt die Abhängigkeit des Anodenstroms in Milliampere vom Magnetfeld für eine 11,5 cm lange Anode mit 4 cm Durchmesser und einer 0,1 mm dicken Kathode. Die Anodenspannung betrug ungefähr 200 V.

In seinem Patent [19] gibt Alexanderson drei Varianten des Detektors an; Bild 13

zeigt die im Empfänger verwendete. Dabei stellt das mit 7 bezeichnete Schaltzeichen den Lokalszillator für das steuernde Magnetfeld dar.

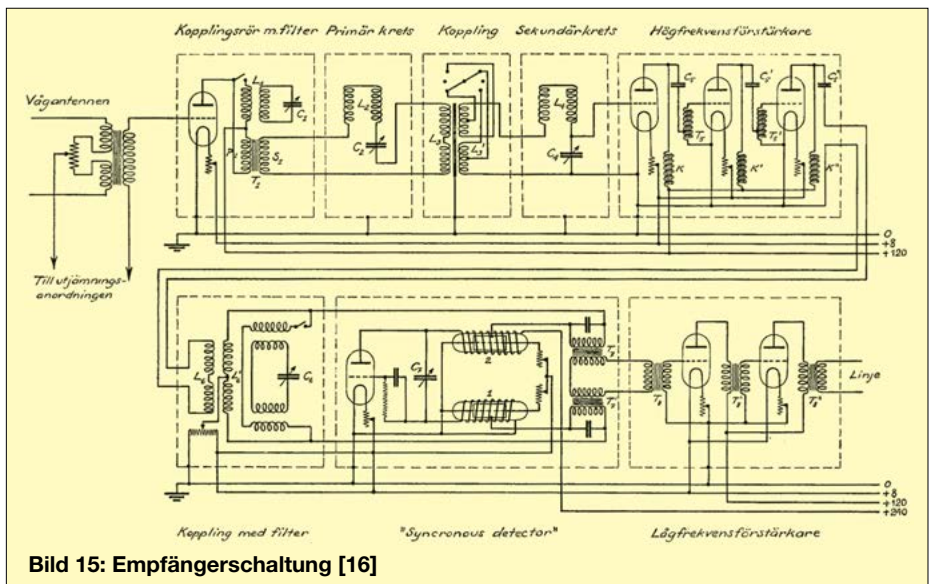
Bild 14 zeigt die Signalverläufe am Detektor. Hier bedeuten:

- Kurve G: Verlauf des steuernden Magnetfeldes
 - Kurve H: Frequenz des empfangenen Signals
 - Kurve I: Strom durch den Detektor (eine Halbwelle je Magnetron)
 - Kurve J: resultierende hörbare Frequenz
- Die Funktion ähnelt der des *Goldschmidt-schen Tonrads*. Weil die Röhre innerhalb einer vollständigen Periodendauer des steuernden Magnetfeldes zweimal sperrt, muss dessen Frequenz nur in der Nähe der halben Empfangsfrequenz liegen. Bild 15 zeigt die vollständige Empfängerschaltung [16].

Antennenanlage

Als Empfangsantenne wurde eine spezielle Bauform verwendet: die nach ihrem

Erfinder, dem US-amerikanischen Elektrotechniker Harold Henry Beverage, benannte *Beverage-Antenne* (auch *wave antenna*). In [21] wird das Prinzip ausführlich beschrieben. Es handelt sich um eine bei Kungsbacka in 7,5 m Höhe montierte und 13 km lange Drahtantenne. In der ursprünglichen Form ist sie an dem vom Empfänger entfernten Ende über einen Abschlusswiderstand geerdet. Ihre Funktion beruht darauf, dass die einfallende



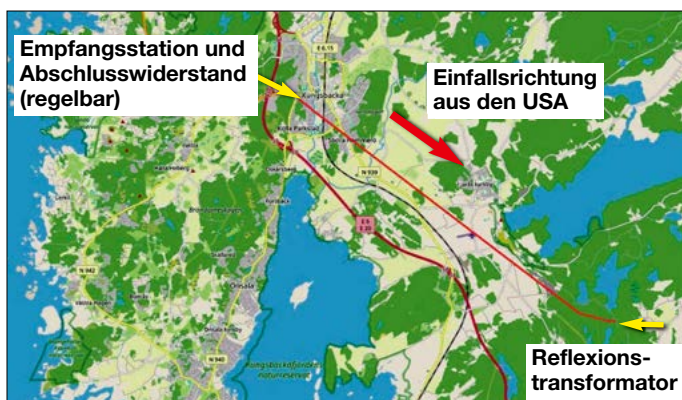
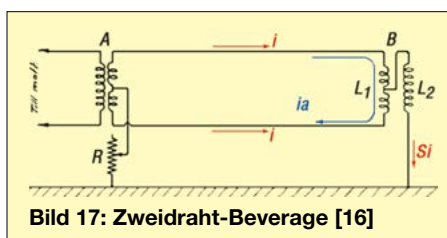


Bild 16:
Verlauf der
Empfangsantenne
in Kungsbacka

Karte:
OpenStreetMap

senkrecht polarisierte Wellenfront in Ausbreitungsrichtung eine Neigung von etwa 10° und in dieser somit eine horizontale Komponente aufweist. Diese ruft im Draht eine laufende Stromwelle hervor, deren Amplitude im Verlauf der Antenne an-



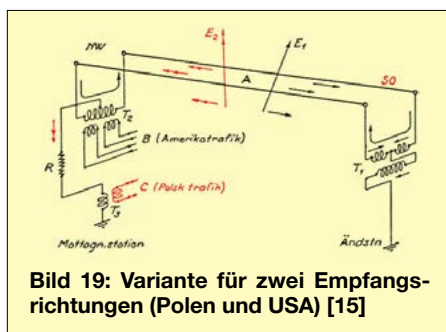
steigt. Man kann dies mit dem wachsenden Haufen an einer Schneeschippe vergleichen. Der Beitrag in [22] veranschaulicht die Wirkungsweise der Antenne in einer Animation und verweist auf insgesamt zehn diesbezügliche Patente von Beverage. Bild 16 zeigt den Verlauf der Antenne im Gelände bei Kungsbacka.

Zur Optimierung der Empfangsbedingungen sollte der Abschlusswiderstand einstellbar sein. Hierdurch ist es möglich, das Richtdiagramm den jeweiligen Bedingungen anzupassen und Störsignale auszublenden.

Damals hatte man es in diesem Wellenbereich hauptsächlich mit atmosphärischen Störungen speziell aus Gewittertätigkeit zu

tun. Deshalb kam eine besondere Zweidrahtvariante zur Anwendung. Bei dieser befindet sich am entfernten Ende ein spezieller Reflexionstransformator.

Der einstellbare Abschlusswiderstand liegt am empfangsseitigen Ende der Antenne und kann somit einfach für die jeweilige Empfangssituation optimiert werden. Bild 17 zeigt die Wirkungsweise.



Der Welleneinfall von links verursacht in beiden Antennendrähten die Ströme i (rot). Da sie gegensinnig über die beiden Teilwicklungen von L_1 fließen, kompensieren sich ihre Magnetfelder. Die Summe beider, also $2i$, fließt über L_2 zur Erde ab und induziert dabei in L_1 eine Spannung, die den Strom i_a hervorruft, der über den bei A befindlichen HF-Transformator zum Empfänger gelangt. Die beiden Antennendrähte bestehen aus gezogenem Hart-

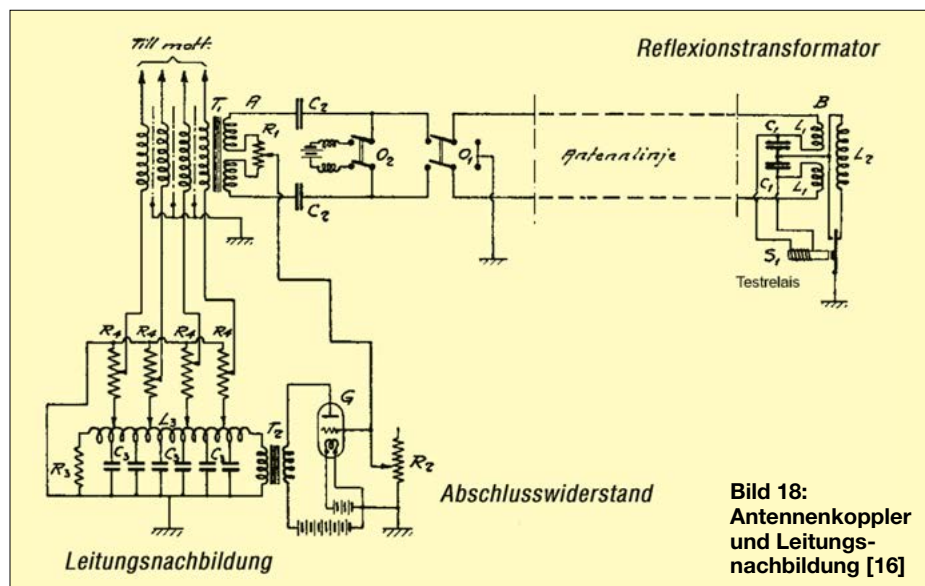


Bild 18:
Antennenkoppler
und Leitungsnachbildung [16]

kupfer mit je 3 mm Durchmesser und haben einen Abstand von 1,3 m.

In Grimeton verwendete man darüber hinaus eine spezielle Schaltung, Bild 19, die es gestattete, die Empfangsantenne sowohl nach den USA als auch nach Polen gerichtet zu verwenden [15].

Bild 18 zeigt die Koppelschaltung zwischen der Antenne und bis zu vier Empfängern. Man erkennt links den Reflexionstransformator und rechts eine einstellbare Leitungsnachbildung. Sie dient u. a. zur Optimierung des Richtdiagramms und der Unterdrückung von atmosphärischen Störsignalen. Der HF-Transformator links oben enthält für jeden Empfänger eine eigene Sekundärwicklung. Mit dem Umschalter O1 wird die Antenne bei Nichtgebrauch geerdet. O2 steuert ein Testrelais. Die gesamte Anordnung ist in [16] und [21] ausführlich beschrieben.

dl4jwu@darcd.de

Literatur

- [1] Alexanderson, E. F. W.: Transoceanic Radio Communication Transactions of the AIEE. New York. 2. Oct 1919 S. 1969–1285
- [2] Roleder, G., DL6AKC: 100 Jahre SAQ – der Weg vom Längstwellensender zum Kulturerbe. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 938–941
- [3] <https://grimeton.org>
- [4] <https://alexander.n.se>
- [5] <https://trcn.pl>
- [6] Lush, W. G.; Johnston, F. E.; Finch, J. L. (RCA): Transoceanic Radiostation Warsaw Poland Presented before The Institute of Radio Engineers. New York, Jan. 1925
- [7] Günther, H.; Fuchs, F.: Der praktische Radio-Amateur. Franchk'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1924
- [8] Sikö, A., SM6RUN: Levande långvåg Ett fysikprojekt i telekommunikation – Bygg en mottagare för SAQ i Grimeton Högsolan i Halmstad i samarbete med Världsärvet. Grimeton 2008
- [9] Frank, L.: Detection – An explanation of how signals are made audible by rectification. Radio News for September 1923, S. 263
- [10] www.youtube.com/watch?v=snkwsU98QIQ
- [11] www.hammondmuseumofradio.org/spark.html
- [12] Nesper, E.: Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telefonie. Springer Verlag, Berlin 1921
- [13] Mayer, E. E.: The Goldschmidt System of Radio Telegraphy. Meeting of the American Institute of Electrical Engineers, 13. March 1913, S. 69–108
- [14] Taussig C.: The book of radio. S. 325–327, Appleton & Company, New York, London 1922
- [15] Mottagarstationerna i Kungsbacka och Riverhead. Alexanders Arsmöte, 25. Mars 2015
- [16] Lemoine, S.: Om anläggningen av Kungsbacka radiostation Tekniska meddelanden från kungl. Telegrafstyrelsen. 12.7.1924, Nr. 3–4, S. 17–32
- [17] Hull, A. W.: Electric Discharge Device. US Patent 1.523.776 Appl. 29. 1. 1920
- [18] Hull, A. W.: The Magnetron Journal of the AIEE Vol. XL. Sept. 1920, Nr. 9, S. 715–723
- [19] Alexanderson, E. F. W.: Signalling System US Patent 1.549.757 Appl. 15.9.1919.
- [20] www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern/versuche/fadenstrahlrohr
- [21] Beverage, H.; Rice, C. W.; Kellogg, E. W.: The Wave Antenna – A New Type of Highly Directive Antenna. Presented at the midwinter convention of the AIEE. New York, Feb. 1923, S. 215–266
- [22] https://en.wikipedia.org/wiki/Beverage_antenna

Objektdesign für den 3-D-Druck mit der Software FreeCAD

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Die individuelle Herstellung von Bauteilen mittels des 3-D-Drucks ist heutzutage auch im Amateurfunk in zunehmendem Maß gefragt. Dieser Beitrag beschreibt anhand eines einfachen Klingehäuses, wie sich mit der kostenlos erhältlichen CAD-Software FreeCAD dreidimensionale Modelle erstellen und die Daten für den 3-D-Druck aufbereiten lassen.

Der Begriff CAD steht für *Computer-Aided Design*. Diese Technologie ist seit Jahrzehnten unverzichtbarer Bestandteil in industriellen Fertigungsprozessen, der Architektur, der Elektronik und anderen Bereichen. Spätestens seit leistungsfähige 3-D-Drucker relativ preiswert erhältlich sind, dürfte sich auch mancher Funk-

reich meist ausreichend, da sie hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit den „großen“ Programmen teilweise schon recht nahekommen. Hierzu gehört beispielsweise die Open-Source-Software FreeCAD [2], welche für Linux, macOS und Windows im Download erhältlich ist und im Folgenden beschrieben wird.

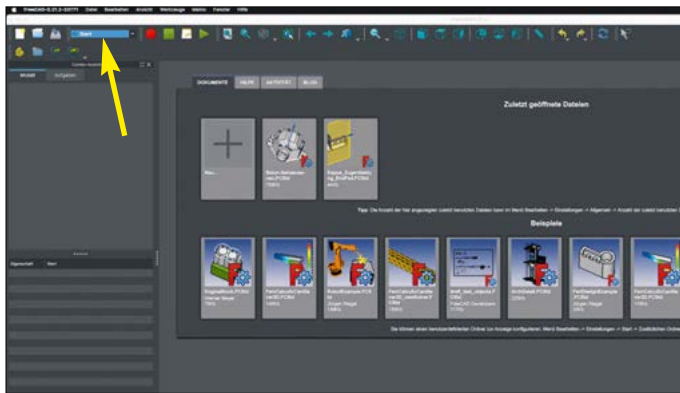


Bild 1: Oberfläche von FreeCAD nach dem Programmstart. Eine Historie zeigt die letzten bearbeiteten Projekte. Der Pfeil verweist auf das Drop-down-Feld zur Auswahl der Arbeitsbereiche. Screenshots: DC8FG

amateur mit der digitalen Konstruktionszeichnung zwecks Herstellung eigener Bauteile befassen. Für viele Anwendungen sind auf Plattformen wie *Thingiverse* [1] fertige Modelle verfügbar, die nur noch für die Ausgabe auf dem 3-D-Drucker aufzubereiten sind. Wo man nicht fündig wird, muss das benötigte Teil selbst entwickelt werden.

■ Erforderliche Arbeitsschritte

Die Herstellung eines Bauteils im 3-D-Druck erfolgt in drei Arbeitsschritten.

Elektronisch erstellte Zeichnung

Die Konstruktionszeichnung muss elektronisch erstellt werden, da die resultierende Datei die Grundlage zur Generierung der Steuerungsdaten für den 3-D-Drucker darstellt. Bei der Auswahl eines CAD-Programms ist darauf zu achten, dass es die Erstellung von 3-D-Modellen und mindestens den Datenexport in das STL-Format unterstützt.

Die Angebotsspanne reicht von hochpreisiger Software für professionelle Anwendungen bis hin zu kostenlos erhältlichen Produkten. Diese sind für den Hobbybe-

Aufbereitung der Druckdaten

Nach der Erstellung des 3-D-Modells im CAD-Programm erfolgt die Datenübergabe an eine sogenannte *Slicer*-Software wie beispielsweise *UltiMaker Cura* [3]. Hierzu dient eine Datei im STL-Format. Diese beschreibt die Oberflächengeometrie des 3-D-Modells mittels einer Vielzahl miteinander verknüpfter Dreiecke, woraus sich die Bezeichnung *Standard Triangle Language* ableitet. STL ist heutzutage

Standard für den Datenaustausch zwischen der CAD-Software und 3-D-Druckern, wird aber auch beim *CNC-Fräsen* verwendet. Die *Slicer*-Software wandelt diese Informationen in für den 3-D-Drucker lesbare Steuerungsdaten um, denn dieser ist grundsätzlich nichts anderes als ein in den Ebenen X, Y und Z von Schrittmotoren präzise gesteuerter Druckkopf. Hinzu kommen weitere Daten wie Drucktemperatur, Bewegungsgeschwindigkeiten u. v. m., die der 3-D-Drucker zur Erfüllung seiner Aufgabe benötigt.

3-D-Druck

Die vom *Slicer* generierten Druckdaten werden an den 3-D-Drucker übergeben. Dies erfolgt je nach Modell mittels einer Speicherkarte bzw. einer USB- oder Netzwerkverbindung. Geräte wie beispielsweise der von mir verwendete *Crealiti Ender 3 Pro* sind mittlerweile für weniger als 200 € erhältlich. Mit diesem Modell stelle ich seit Jahren Prototypen, aber auch Bauteile für den praktischen Einsatz wie Stecker-, Kleingeräte- und Balun-Gehäuse [4] sowie Montagematerial für Antennen [5] und Antennenmasten her.

■ Softwarepaket FreeCAD

FreeCAD ist ein sogenannter parametrischer 3-D-Modellierer, was bedeutet, dass ein Objekt auf Parametern, Abhängigkeiten und Beziehungen basiert. So lassen sich beispielsweise die Angaben zu Länge, Breite und Höhe eines Rechteckes auch in einer Tabelle definieren und diese Daten mit den entsprechenden Bestandteilen des 3-D-Modells verknüpfen. Durch Änderung der Tabellenwerte können dann beliebige Variationen eines Grundmodells erstellt werden; das ständige Neuzeichnen entfällt.

Wer bereits Kenntnisse im Umgang mit anderer CAD-Software besitzt, wird anfangs möglicherweise über unbekannte Arbeitsabläufe erstaunt sein. Nach kurzer Einarbeitungszeit hat man sich jedoch daran schnell gewöhnt und arbeitet flüssig mit dem Programm. Bei der Einarbeitung in FreeCAD bieten neben dem online verfügbaren Handbuch [6] auch diverse Werke aus dem Buchhandel wertvolle Hilfe.

■ Konstruktionszeichnung

Nachfolgend beschreibe ich eine Möglichkeit, wie sich ein Klingehäuser erstellen lässt. Aus Platzgründen kann ich jedoch nicht auf jeden Konstruktions-schritt detailliert eingehen.

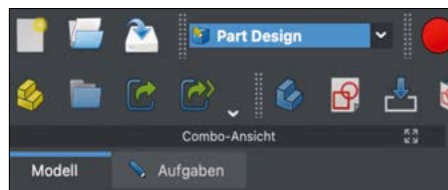


Bild 2: Auswahl des Arbeitsbereiches *Part Design*



Bild 3: Zeichenwerkzeuge in FreeCAD ...



Bild 4: ... und Werkzeugpalette *Beschränkungen* des *Sketchers*

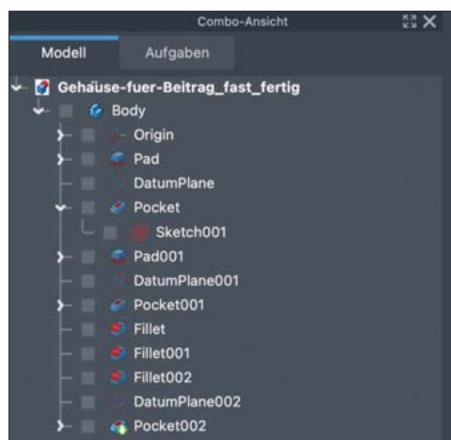


Bild 5: Combo-Ansicht mit den Tabs **Modell** und **Aufgaben**

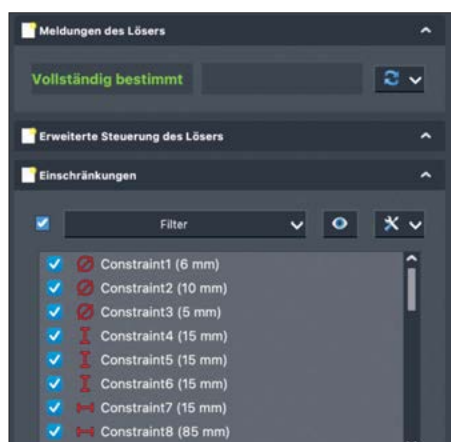


Bild 6: Beispiel für Meldungen des **Löses** zu einem Zeichnungsobjekt

Nach dem Start meldet sich FreeCAD mit dem Startbildschirm, Bild 1. Klickt man in das Drop-down-Feld der Menüleiste am oberen Bildschirmrand, stehen verschiedene sogenannte *Arbeitsbereiche* zur Auswahl, Pfeil in Bild 1. Ich habe mir angewöhnt, grundsätzlich mit *Part Design* zu beginnen, Bild 2.

Nach der Auswahl eines *Arbeitsbereiches* werden die zugehörigen *Werkzeugkästen* angezeigt; Bilder 3 und 4. Bewegt man den Mauszeiger auf deren Icons, erscheint eine Kurzinformation zu dem jeweiligen Werkzeug (*Tooltip*).

Zweckmäßigerweise beginnt man die Konstruktion mit einer zweidimensionalen Skizze. Über *Datei* → *Neu* oder Auswahl des entsprechenden *Icons* oben links in der *Menüleiste* wird ein neues Zeichnungsdokument angelegt. Durch einen anschließenden Klick auf das Icon *Skizze erstellen* (altern.: *Skizze* → *Skizze erstellen* in der *Menüleiste*) ruft man den sogenannten *Sketcher* auf.

Als Erstes ist eine *Basis-* bzw. *Konstruktionsebene* auszuwählen; dies ist für gewöhnlich die *XY-Ebene*. Bei den folgenden Schritten ist immer auch die Anzeige unter den Tabs *Modell* und *Aufgaben* in

der *Combo-Ansicht* am linken Bildschirmrand im Blick zu behalten, Bild 5.

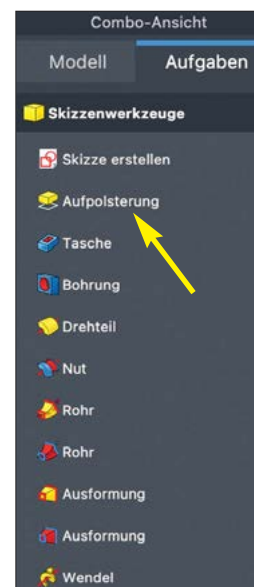
Das Gehäuse soll die Maße 100 mm × 50 mm × 50 mm (B × H × T) haben. Nach Auswahl des Werkzeugs *Rechteck erstellen* klickt man auf den *Zeichnungs-Nullpunkt* im Raster und zieht ein Rechteck auf, dessen Abmessungen ungefähr dem Zielwert entsprechen.

Und hier wird eine Besonderheit von FreeCAD deutlich: Während andere CAD-Programme teils eine präzise Platzierung der Zeichnungselemente erfordern, ist dies bei FreeCAD nicht immer erforderlich. Es genügt vorerst, die Eckpunkte annähernd genau zu bestimmen. FreeCAD arbeitet mit sogenannten *Einschränkungen* (*Constraints*), was bedeutet, dass erst durch das Bestimmen dieser Einschränkungen ein Zeichnungsobjekt endgültig definiert ist. Auf diesen Umstand weist jetzt die Meldung *Unterbestimmt: 2 Freiheitsgrade* im sogenannten *Löser* in der *Combo-Ansicht* hin. FreeCAD benötigt also Informationen zur Länge und Breite des Zeichnungsobjekts.

Um die Breite von 100 mm zuzuweisen, klickt man auf eine der beiden horizontalen Linien des Rechteckes, drückt anschließend die Taste *L* (oder wählt das Symbol *Horizontalen Abstand festlegen* im Werkzeugkasten *Skizzen-Beschränkungen*) und gibt im Dialogfenster den Wert 100 ein. Hierauf wird die korrekte Länge zugewiesen und die Meldung im Löser weist auf nur noch einen unterbestimmten Freiheitsgrad hin. Um einer der vertikalen Linien die Länge von 50 mm zuzuweisen, ist analog zu verfahren, jedoch anstatt der Taste *L* die Taste *I* zu drücken. Das Rechteck ist damit vollständig bestimmt, Bild 6.

Der nächste Schritt besteht darin, den dreidimensionalen Grundkörper des Gehäuses zu erstellen. Hierzu klickt man auf *Schließen* und anschließend auf den Tab *Aufgaben* in der *Combo-Ansicht*. Aus

Bild 7: **Aufgabenbereich** mit verschiedenen **Möglichkeiten zur Bearbeitung des 3-D-Modells**, wie z. B. der **Aufpolsterung**



den angezeigten *Skizzenwerkzeugen* ist *Aufpolsterung* auszuwählen, worauf der Körper seine dreidimensionale Form erhält, Bild 7.

Im Dialogfeld gibt man unter *Länge* den Wert 50 mm ein und bestätigt durch einen Klick auf die Schaltfläche *OK*.

Nun muss der Innenraum des Quaders so ausgeräumt werden, dass sich allseitig eine Wandstärke von 3 mm ergibt. Dazu klickt man zuerst auf die *Oberseite* des 3-D-Modells, die dadurch grün dargestellt wird. Anschließend legt man durch Auswahl des Icons *Bezugsebene erstellen* eine Bezugsebene an, welche durch Anklicken aktiviert und daraufhin grün dargestellt wird.

Jetzt ist das Icon *Skizze erstellen* anzuklicken. In der Skizzenansicht legt man auf der soeben erstellen Bezugsebene ein Rechteck an, welches allseitig einen Innenabstand von 3 mm zum Rand des Grundkörpers hat. Der *Löser* weist auf vier zu lösende Einschränkungen hin.

Daher klickt man auf den roten Punkt der unteren linken Ecke des soeben erstellten Rechtecks und anschließend auf die

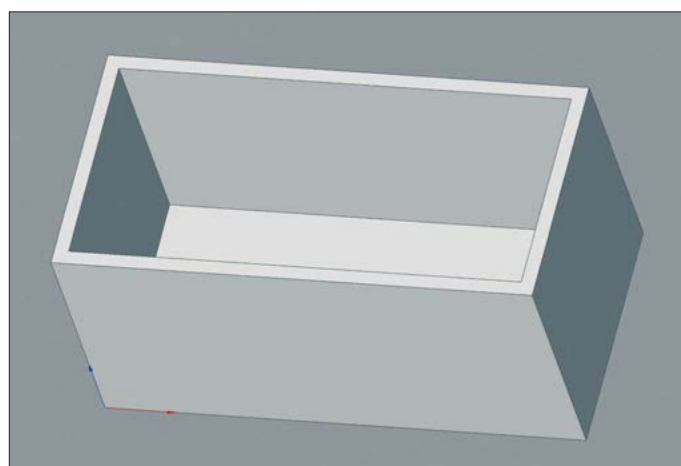


Bild 8: Gehäuse nach dem **Ausräumen des nicht erforderlichen Materials**

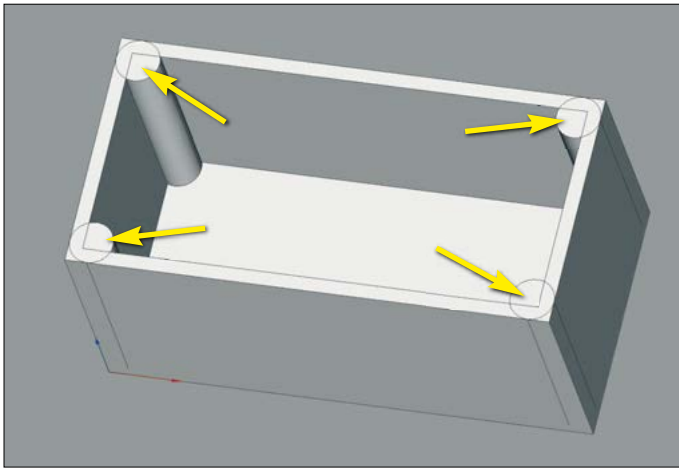


Bild 9:
Die Pforten für
die Aufnahme
der Gewindehülsen
sind angelegt.

y-Achse. Nach Drücken der Taste *L* wird der Abstand von 3 mm zugewiesen. Nun muss noch der vertikale Abstand zur x-Achse bestimmt werden, was erneut durch Anklicken des linken unteren Eckpunktes und diesmal der x-Achse erfolgt. Nach Drücken der Taste *I* weist man wieder 3 mm zu.

Jetzt ist noch die Länge je einer vertikalen und einer horizontalen Linie wie zuvor beschrieben zuzuweisen, dann ist auch das innere Rechteck vollständig bestimmt. Diese beträgt $50\text{ mm} - 6\text{ mm} = 44\text{ mm}$ für die Vertikale und $100\text{ mm} - 6\text{ mm} = 94\text{ mm}$ für die Horizontale.

Nun klickt man auf *Schließen* und anschließend auf den Tab *Aufgaben* in der *Combo-Ansicht*. Aus den Skizzenwerkzeugen ist *Tasche* (bzw. *Vertiefung*) auszuwählen. Um die Dicke der Bodenplatte von 3 mm zu erreichen, gibt man im Feld *Länge* den Wert $50\text{ mm} - 3\text{ mm} = 47\text{ mm}$ ein und bestätigt mit *OK*. Die Bezugsebene lässt sich ausblenden, indem man diese anklickt und anschließend einmal die *Leertaste* betätigt. Erneutes Betätigen der Leertaste schaltet die Bezugsebene wieder ein. Mit gedrückt gehaltener *Shift-Taste* und *rechter Maustaste* lässt sich das Modell beliebig drehen und betrachten, Bild 8.

Befestigungspunkte für den Deckel

Um den Deckel auf das Gehäuse schrauben zu können, sind entsprechende Pforten zu konstruieren, in die später Gewindeeinsätze eingeschmolzen werden. Ich verwende dazu Produkte von www.ruthex.de. Für einen M3-Einsatz ist eine Bohrung von 4,6 mm Durchmesser erforderlich. Hierzu klickt man in der 3-D-Ansicht auf den Boden des Gehäuses und erstellt anschließend eine neue Skizze. Im nächsten Schritt wird eine *Hilfsgeometrie* angelegt, um die Pforten exakt ausrichten zu können. Dies geschieht durch Klick auf das Icon *Hilfsgeometrie*

umschalten (alternativ *Taste G* gefolgt von *N*), wobei die Werkzeuge daraufhin blau dargestellt werden.

Nach der Auswahl von *Rechteck erstellen* legt man dieses über die Umriss des Grundkörpers an und weist anschließend wieder eine vertikale und horizontale Beschränkung (50 mm bzw. 100 mm) zu. Anschließend ist mit *Taste G* gefolgt von *N* die Hilfsgeometrie wieder abzuschalten.

In der linken unteren Ecke wird nun ein Kreis mit einem Radius von ungefähr 5 mm angelegt. Dann klickt man zuerst den Kreis und anschließend den linken vertikalen Rand der Hilfsgeometrie an. Nach Betätigen der Taste *T* (*Tangential festlegen*) rückt der Kreis an den linken Rand. Analog ist mit der horizontalen Kante der Hilfsgeometrie zu verfahren. Abschließend klickt man erneut auf den Kreis und gibt nach Betätigung der Taste *R* (*Bogen oder Kreis festlegen*) einen Radius von 4,5 mm ein. Diese Schritte sind für die restlichen Pforten zu wiederholen.

Tipp: Um das Neuzeichnen dieser Kreise und die Zuweisung der Radien einzusparen, lassen sich mithilfe des Werkzeugs *Klonen* drei identische Kopien des soeben angelegten Kreises anfertigen. Die-

se sind dann nur noch über die Funktion *Tangential festlegen* wie oben beschrieben jeweils in den entsprechenden Ecken zu platzieren.

Nach dem Klick auf die Schaltfläche *Schließen* wechselt man in der *Combo-Ansicht* auf den Tab *Aufgaben*, wählt das Werkzeug *Aufpolsterung* und gibt im Feld *Länge* den Wert 47 mm vor. Nach Betätigung mit der Schaltfläche *OK* befinden sich die vier Pforten in den Ecken des Gehäuseunterteils, Bild 9.

Bohrungen anfertigen

Im letzten Schritt müssen noch die Bohrungen für die Gewindeeinsätze hergestellt werden. Hierzu klickt man in der 3-D-Ansicht auf die obere Fläche eines der Pforten sowie definiert und aktiviert eine neue Bezugsebene. Danach legt man eine neue Skizze an. In dieser sind vier Kreise mit einem Radius von 2,3 mm zu zeichnen. Deren Mittelpunkt muss sich jeweils 4,5 mm vom horizontalen und vertikalen Rand befinden. Tipp: Auch hierbei ist das Anlegen einer Hilfsgeometrie hilfreich.

Nach dem Anklicken eines jeden Kreismittelpunktes und der vertikalen bzw. horizontalen Achse der Hilfsgeometrie kommt das Werkzeug *Abstand festlegen* zum Einsatz (Tastenfolge: *K* und *D*). Abschließend wird durch Aktivieren des Tabs *Aufgaben* in der *Combo-Ansicht* und Auswahl des Werkzeugs *Tasche* die eigentliche Bohrung angelegt. Um etwas Druckmaterial einzusparen, kann man hier eine Länge von 47 mm zuweisen. Damit ist das Gehäuseunterteil fertig.

Sofern gewünscht, lassen sich durch Anklicken die Gehäusekanten bestimmen, welche mit einer *Fase* (Werkzeug *Fase*) oder einer *Abrundung* (Werkzeug *Verrundung*) versehen werden sollen. Den Gehäusedeckel legt man mit den bekannten Funktionen in einem eigenen Dokument an.

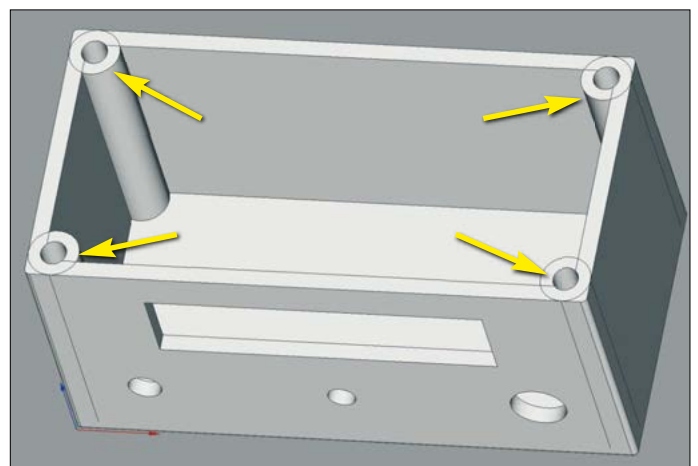


Bild 10:
Fertiges Gehäuse
mit den Bohrungen
für Gewindehülsen
(Pfeile) und den
Durchbrüchen für
Display und Bedienelemente auf der
späteren Frontseite

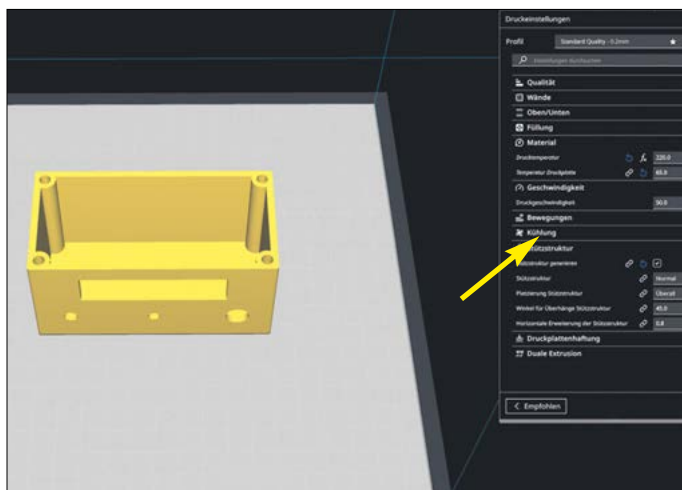


Bild 11: Slicer-Programm **Ultimaker Cura** mit importierten **STL-Daten**. Im rechten Menüfenster werden alle für den 3-D-Druck erforderlichen Parameter (Pfeil) festgelegt.

Um die spätere manuelle Bearbeitung des Gehäuses für die Montage von Potenziometern, Schaltern, Displays und dergleichen einzusparen, sollten nun noch die entsprechenden Öffnungen vorgesehen werden. Die dazu erforderlichen Arbeitsschritte lassen sich aus den bisher beschriebenen ableiten. Es ist nur darauf zu achten, dass auf die jeweils zu bearbeitende Fläche immer eine Bezugsebene gelegt wird, Bild 10.

■ Druckvorbereitung

Wie eingangs erwähnt, muss das in FreeCAD erstellte 3-D-Modell noch zwei weitere Prozesse durchlaufen. Zunächst ist eine Datei im **STL**-Format zu erzeugen. Hierzu klickt man in der 3-D-Ansicht un-

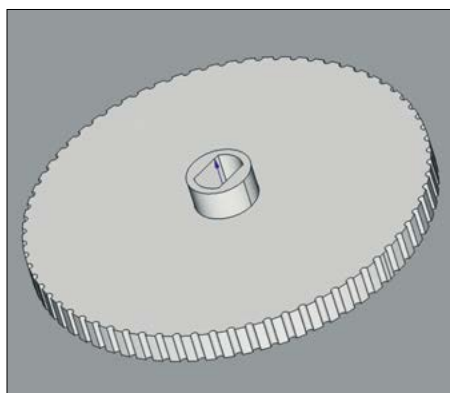


Bild 12: Rändelrad für die Bedienung des Drehkondensators in einem Dip-Meter

ter dem Tab *Aufgaben* das Modell doppelt an, um es vollständig zu markieren. Unter *Datei* → *Exportieren* wählt man als Zielformat **STL Mesh** aus.

Nun ist die so erzeugte Datei in einem **Slicer-Programm** zu öffnen, Bild 11. Hier müssen abhängig vom als *Filament* bezeichneten Druckmaterial und dem verwendeten 3-D-Drucker die entsprechenden Konfigurationen durchgeführt werden. Danach startet man den Übersetzungsprozess durch Klick auf die Schaltfläche

Slice, wodurch eine Datei im **G-Code**-Format (*Geometric Code*) erzeugt wird. Dateien dieses Typs sind reine Textdateien und enthalten Steuerbefehle für den 3-D-Drucker, u. a. für die Bewegung des Druckkopfes und des Druckbettes, die Steuerung der Lüfter oder der Temperatur von Druckbett und Druckdüse. Sie besitzen die Dateinamenserweiterung **gc** oder **gcode**.

Diese Datei übermittelt man an den 3-D-Drucker. Die Druckdauer kann mehrere Stunden betragen. Sie wird im Wesentlichen durch die beim Slicen vorgegebenen Parameter bestimmt. Hierbei sind u. a. die Spezifikationen des Filamentherstellers und die Möglichkeiten des 3-D-Druckers genau zu beachten.

■ Abschließende Hinweise

Die Konstruktion von Teilen nahezu aller Art mithilfe von CAD und die anschließende Fertigung im 3-D-Druck findet auch



Bild 13: VFO-Knopf mit Fingermulde

in der Bastelwerkstatt des Funkamateurs zunehmende Verbreitung, Bilder 12 bis 14. Die Ausgabe eines Teils kann je nach Anforderung mit den verschiedensten Materialien erfolgen. Für die Erstellung

von Prototypen reicht in der Regel ein günstiges Druckermodell und einfaches PLA-Filament. Wer mehrfarbige 3-D-Objekte drucken und Werkstoffe wie ABS, PETG, Nylon oder gar metallische Materialien verwenden möchte, benötigt einen entsprechend leistungsfähigen 3-D-Drucker.

Bei der Auswahl eines geeigneten Modells sollte man auf die Beratung eines Fachhändlers sowie die Erfahrung der großen 3-D-Druck-Community zurückgreifen. Für den 3-D-Druck allgemein liefern auch [7], [8] und [9] zahlreiche Hinweise. Wer den Kaufpreis eines semiprofessionellen 3-D-Druckers scheut, aber dennoch auf einen hochwertigen Druck seines Mo-

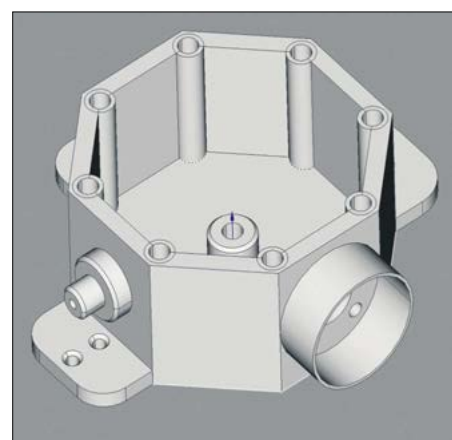


Bild 14: Balun-Gehäuse für eine endgespeiste Antenne mit integrierter Zugentlastung des Antennendrahtes und Schutz der SO-239-Antennenbuchse gegen Feuchtigkeit

dells Wert legt, kann einen der mittlerweile zahlreichen Online-Dienstleister mit der Fertigung beauftragen. Nach dem Hochladen der STL-Datei erfährt man vor Auftragserteilung auch gleich, mit welchen Kosten zu rechnen ist.

dc8fg@darcd.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Ultimaker: Thingiverse. www.thingiverse.com
- [2] Riegel, J.; Mayer, W.; van Havre, Y.; Hahnebach, B.: FreeCAD. www.freecad.org
- [3] UltiMaker B.V.: UltiMaker Cura. <https://ultimaker.com>
- [4] Sommer, F. G., DC8FG: Geschützter Aufbau des Speisepunktes von Drahtantennen. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 974–975
- [5] Sommer, F. G., DC8FG: Witterungsgeschützter Aufbau von Verlängerungsspulen. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 2, S. 125
- [6] FreeCAD: Online-Handbuch. <https://wiki.freecad.org/Manual:Introduction/de>
- [7] Bischof, J., DM6RAC: 3-D-Druck in der Hobbypraxis – Erfahrungen und Tipps. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 3, S. 229–231; H. 4, S. 326–327
- [8] Bischof, J., DM6RAC: 3-D-Druck im DLP-Verfahren – Tipps für die Hobbywerkstatt. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 3, S. 396–397
- [9] Kraaz, U., DL5KU: 3-D-Drucker als Hilfsmittel für Selbstbau und Reparatur. FUNKAMATEUR 71 (2022) H. 8, S. 616–618

Loggen auf dem Mac mit RUMlog Next Generation

HEIKO BENKENSTEIN – DC2HB

Im Jahr 2024 lag der Marktanteil des Betriebssystems macOS in Deutschland bei etwa 14 %, der von Windows dagegen bei circa 78 % [1]. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass Amateurfunksoftware zu einem großen Teil für Windows-Systeme programmiert wird. Begibt man sich als Mac-Nutzer auf die Suche nach einem leistungsstarken und vielseitigen Logbuchprogramm, stößt man schnell auf RUMlogNG von Thomas Lindner, DL2RUM, welches ausschließlich für macOS erhältlich ist.

Einen Vorläufer dieses Logbuchprogramms gab es schon Mitte der 1990er-Jahre für den Commodore Amiga. Mit dem Umstieg des Entwicklers auf das Mac-Betriebssystem erschien es im Jahr 2000 erstmals unter dem Namen *RUMlog*. Nach etlichen Updates und neuen Versionen lautet der Name seit 2015 *RUMlogNG* – Next Generation.

■ Technische Anforderungen und Installation

In seiner aktuellen Version 5.19.1 belegt das Programm etwa 70 MB Speicherplatz und benötigt macOS 10.13 oder höher. Auf meinem iMac mit 8 GB RAM läuft das Programm völlig problemlos. Es steht nicht nur im App-Store [2] kostenlos zum Herunterladen bereit, sondern ebenso auf der Website des Entwicklers [3], auf der auch noch ältere Versionen verfügbar sind.

Die Installation erfolgt direkt aus dem App-Store heraus. Beim Download von <https://dl2rum.de> ist lediglich die ZIP-

Datei zu entpacken und das Programm in den Programmordner zu kopieren.

■ Erster Start

Nach dem ersten Start von *RUMlogNG* ist zunächst unter *Logbuch* → *Neu ...* ein Logbuch anzulegen. Das ist wichtig, weil etliche der nachfolgenden Einstellungen in dieser Datei gespeichert werden. Für unterschiedliche Rufzeichen oder Funkaktivitäten kann man auch mehrere Logbücher erstellen, die dann über das Menü wählbar sind. Bereits getätigte Funkkontakte lassen sich als ADIF- oder ADX-Dateien importieren.

Unter *RUMlogNG* → *Einstellungen ...* → *Allgemein* sind jetzt noch Rufzeichen, Name und Locator einzugeben und das Loggen kann beginnen.

■ Logbuchfunktion

Die Eingabe der Daten für eine Funkverbindung ist selbsterklärend. Um ein QSO speichern zu können, sind lediglich die

Felder für Rufzeichen, Frequenz und Sendart auszufüllen. Die Zeitangabe bezieht das Programm vom Rechner, standardmäßig in UTC. Zusätzlich stehen weitere Eingabefelder zur Verfügung, darunter auch vier vom Nutzer definierbare, ① in Bild 1. Sobald ein Rufzeichen eingegeben wurde, ist erkennbar, ob man dieses oder das entsprechende DXCC-Gebiet schon einmal gearbeitet hat.

Wenn Zugangsdaten, z. B. von *QRZ.com*, hinterlegt sind und der Funkpartner dort ebenfalls gelistet ist, werden bei bestehender Internetverbindung Name, Standort, Locator und weitere Informationen ins Logfenster übernommen, Bild 1. Gespeicherte QSOs erscheinen dann in der Liste im unteren Bereich des Fensters, ③ in Bild 1, je nach Einstellung auch farbig markiert. Generell kann man durch einen Rechtsklick auf den Kopf solcher Listen weitere Spalten mit zusätzlichen Daten hinzufügen oder verbergen.

Das nachträgliche Bearbeiten gestaltet sich genauso einfach – ein Doppelklick auf das gewünschte QSO und ein Editorfenster öffnet sich. Hier ist, neben allen anderen Angaben, z. B. manuell der QSL-Status änderbar. Über der Liste befinden sich zwei Felder mit geografischen Angaben zum Funkpartner, dessen DXCC-Gebiet und bereits getätigten Verbindungen, ② in Bild 1. Logbucheinträge lassen sich einzeln oder gesamt für andere Anwendungen oder für spezielle Funkaktivitäten, wie z. B. das SOTA-Diplomprogramm, als ADIF- bzw. ADX-Dateien exportieren.

Für die Filterung und zum Durchsuchen der gespeicherten Funkkontakte steht die

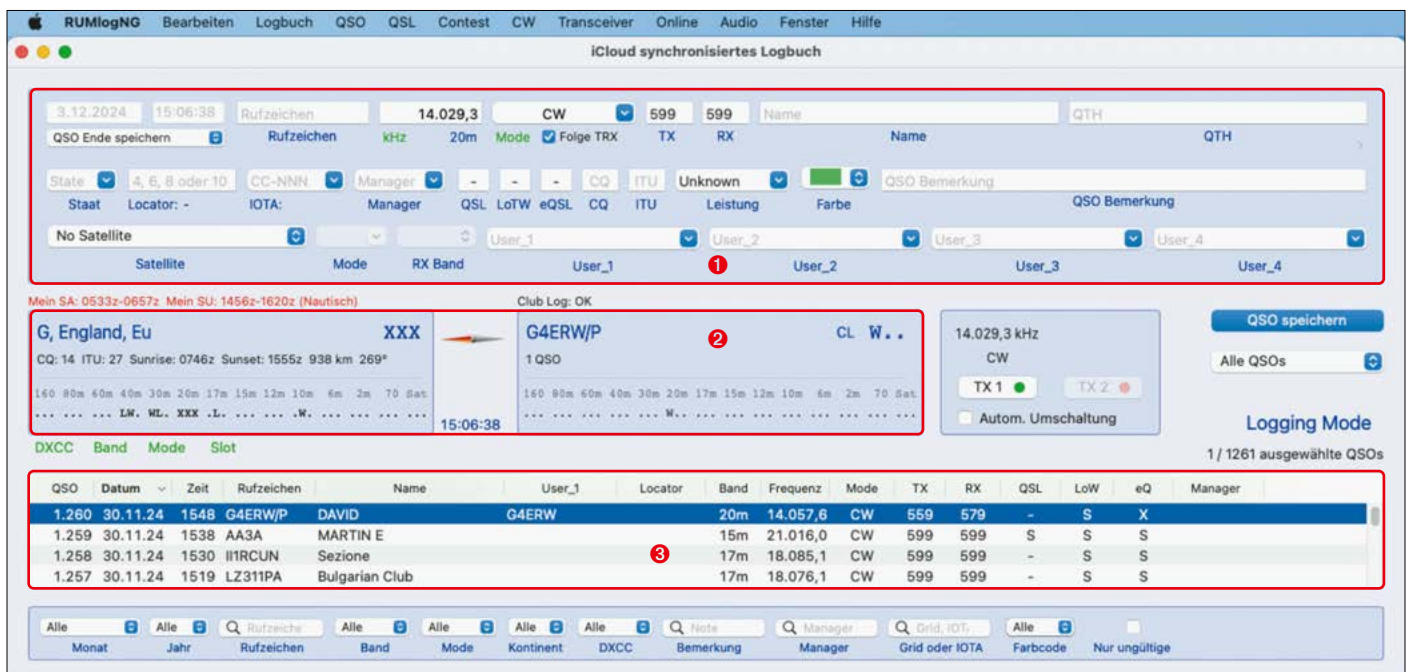
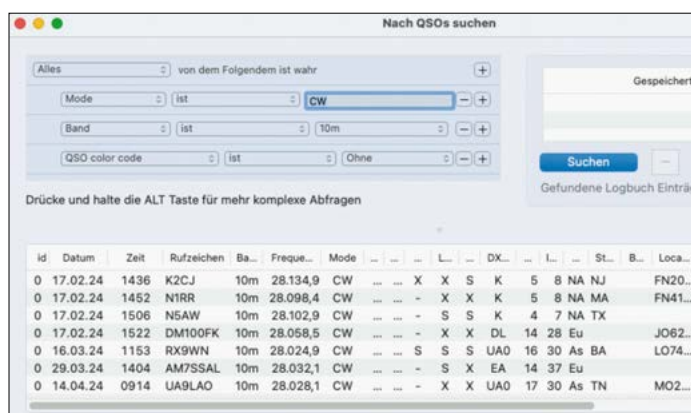


Bild 1: Hauptfenster von RUMlogNG zum Dokumentieren und Verwalten getätigter Funkverbindungen; Erläuterung der Bereiche siehe Text



Leiste am unteren Rand des Hauptfensters zur Verfügung. Für eine tiefergehende Suche nach diversen Kriterien ist ein separates Fenster vorgesehen, Bild 2. Die Suchergebnisse können dort im CSV-Format exportiert werden.

Wer einen Club-Log-Zugang besitzt, kann seine Zugangsdaten angeben und ein Häkchen bei *Echtzeit-Synchronisierung* setzen, dann erfolgt das Hochladen neuer Verbindungen automatisch.

■ Transceiver-Steuerung

Wesentlich komfortabler als die manuelle Eingabe ist die Nutzung der CAT-Schnittstelle des Transceivers zur automatischen Synchronisation der Frequenz und der Sendart. Dabei kann man sowohl die Daten vom Transceiver übernehmen als auch durch eine Frequenzeingabe ins Rufzeichenfeld diesen umschalten. Unterstützung finden u. a. Geräte von Icom, Kenwood, Yaesu, Elecraft, Ten-Tec und der Serie Flex-6xxx.

In den Einstellungen lassen sich zwei Transceiver – auch für Transverterbetrieb – konfigurieren, zwischen denen man dann im Hauptfenster wechseln kann. Bild 3 zeigt als Beispiel die Einstellung für einen Icom IC-7300. Vom jeweils aktiven Gerät sind die Sprach- und CW-Speicher sowie der CW-Keyer nutzbar, wobei von Letzterem die Geschwindigkeit in 2-WpM-Schritten änderbar ist.

RUMlogNG ermöglicht aber auch die Steuerung vieler Funktionen derjenigen Funkgeräte, die im Menü *Typ* mit der Endung *-Ctrl* versehen sind, siehe Bilder 4 und 5. Zur Steuerung von Antennenrotoren ist die kostenlose Zusatzapplikation *Rotor* [4], ebenfalls von DL2RUM, erforderlich. MicroHAM-Geräte und die Software *Fldigi* sind gleichermaßen nutzbar.

■ DX-Cluster-Integration

DX-Cluster sind ein wichtiges Arbeitsmittel vieler Funkamateure und lassen sich auch in RUMlogNG integrieren. Dazu gibt man bei *Einstellungen* → *DX*

Bild 3:
Angaben für
die Transceiver-
Steuerung

Cluster dessen Internetadresse, die Portnummer sowie gegebenenfalls den Nutzernamen samt Passwort ein, Bild 6, und kann sich dann im Terminalfenster mit dem DX-Cluster verbinden.

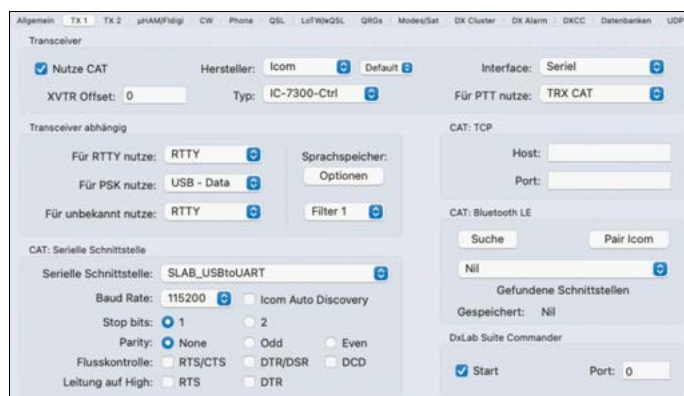
Eintreffende Meldungen erscheinen im Fenster *DX-Spots*, Bild 7. Wenn die Transceiver-Steuerung eingerichtet ist, übernimmt das Logfenster bei Doppelklick auf eine Meldung Rufzeichen, Frequenz, Sendart sowie weitere Informationen und schaltet das Funkgerät entsprechend um.

■ Contestbetrieb

Für den Contestbetrieb ist ein eigenes Menü vorgesehen, welches auch für DXpeditionsbetrieb nutzbar ist. Beim Anlegen eines neuen Contests steht eine Vielzahl nationaler und internationaler Wettbewerbe zur Auswahl, für die bereits Informationen über die auszutauschenden Daten, aber auch zur Berechnung von

Bild 2:
Suchfenster mit
umfangreichen
Kriterien

Punkten und Multiplikatoren entsprechend der jeweiligen Regularien hinterlegt sind. Diese Liste wird bei Programm-Updates häufig aktualisiert.



Im Contestfenster in Bild 8 sind dann nur noch das empfangene Rufzeichen und z. B. die empfangene Seriennummer einzugeben. Eventuell benötigte Informationen wie ITU- oder CQ-Zone werden anhand dieses Rufzeichens automatisch eingefügt. Das Rapportfeld ist mit Standardwerten gefüllt, aber editierbar. Die zu sendende Nummer zählt nach jeder geloggtten Verbindung aufwärts.

Im Contest ist nur Echtzeit-Loggen möglich, also keine nachträgliche Eingabe.

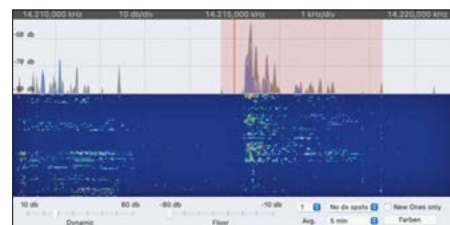


Bild 5: Spektrum- und Wasserfallanzeige
des IC-7300 in RUMlogNG

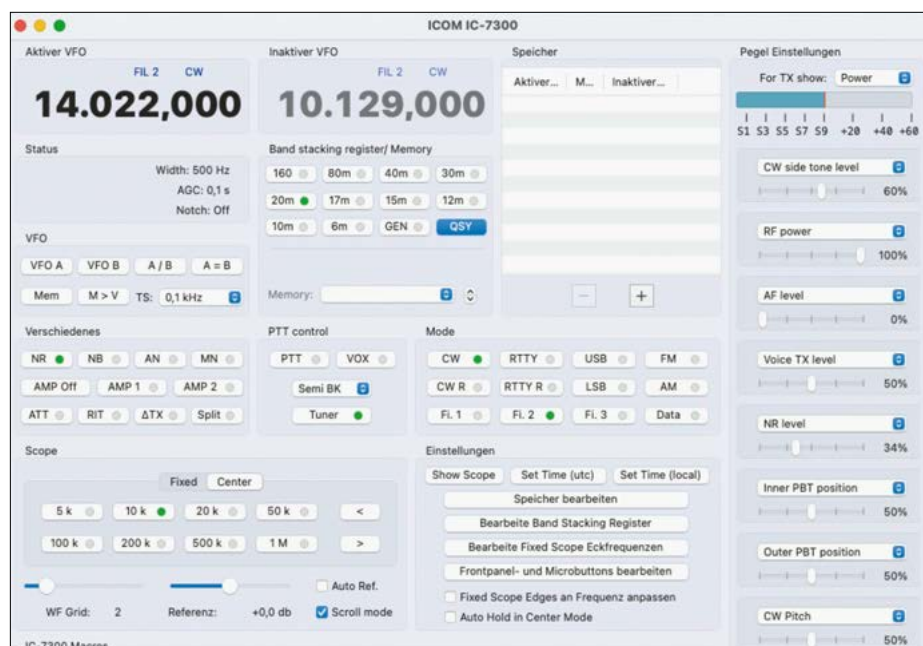


Bild 4: Steuerung des Icom IC-7300 über RUMlogNG

Screenshots: DC2HB

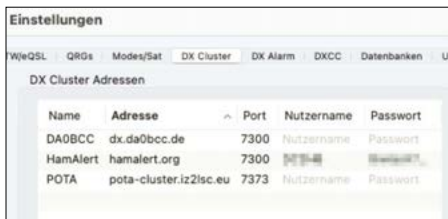


Bild 6: Eingegebene DX-Cluster-Adressen

Der Betrieb läuft ausschließlich über den als *TX 1* eingerichteten Transceiver. Bereits bei der Rufzeicheneingabe werden Duplikate erkannt und rot angezeigt. Die Berechnung von Punkten und Multiplikatoren erfolgt automatisch. Zudem kann man sich Contest-Statistiken nach

DX de	DX Call	Frequenz	Mode	DXCC	Entity	cq	IOTA	Bemerkung	Vor	Entfernung	Hdg.	LP
DL8LAS	DJ2PH	14.060,1	CW	DL	Federal Republ...	14		37dB 14wpm	19 min	288 km	236 °	56 *
DL1HWS-3	IU6QEM	14.012,5	CW	I	Italy	15		17dB 14wpm	26 min	1.183 km	184 °	4 *
DF2CK	DK7AK	3.566,0	CW	DL	Federal Republ...	14		28dB 11wpm	29 min	288 km	236 °	56 *
DF2CK	PH5V	14.014,4	CW	PA	Netherlands	14		12dB 14wpm	30 min	583 km	272 °	92 *
DL8LAS	IISSEI	14.073,0	Data	I	Italy	15		21dB 12wpm	33 min	1.183 km	184 °	4 *
DL1HWS	DK7AK	7.037,5	Data	DL	Federal Republ...	14		19dB 11wpm	34 min	288 km	236 °	56 *
DL5RCN	2M0IOQ	21.057,2	CW	GM	Scotland	14		12dB 13wpm	37 min	1.211 km	295 °	115 *
DF7GB	AM4IUW	21.055,0	CW	EA	Spain	14		13dB 13wpm	45 min	1.876 km	231 °	51 *

Bild 7: DX-Cluster-Meldungen, hier von DA0BCC

tieren sowie auch gleich zu *Club Log* und ins *LoTW* hochladen.

■ QSL-Management

RUMlogNG gestattet die Bestätigung von Funkverbindungen via LoTW und eQSL, sofern ein Account vorhanden ist, aber

möglich. Bei Letzterem erfordert das jedoch einen kostenpflichtigen *XML-Subscriber*-Zugang.

Für den Versand von Papier-QSL-Karten sind bei *Einstellungen* → *QSL* Musteraufkleber anzulegen, Bild 9. Diese lassen sich anschließend per Menübefehl mit den Daten neuer QSOs versehen und ausdrucken. Genauso ist die Vorgehensweise beim Druck von Adresstiketten. Empfangene QSL-Karten können manuell oder per Liste den Funkverbindungen zugeordnet werden. Zusätzlich gibt es einen Menüpunkt zum Abrufen von Club-Log-OQRS-Anforderungen.

■ Weitere Funktionen

RUMlogNG verfügt über viele weitere Funktionen und bietet eine Fülle von Informationsfenstern, die nur schwerlich auf einen Bildschirm passen dürften.

Bandmap

Das Bandmap-Fenster stellt für das aktuell gewählte Amateurfunkband eingehende DX-Cluster-Meldungen grafisch dar. Bei einem Klick auf die Frequenzskala oder ein Rufzeichen schaltet der Transceiver auf die entsprechende Frequenz und die dazugehörige Sendart um.

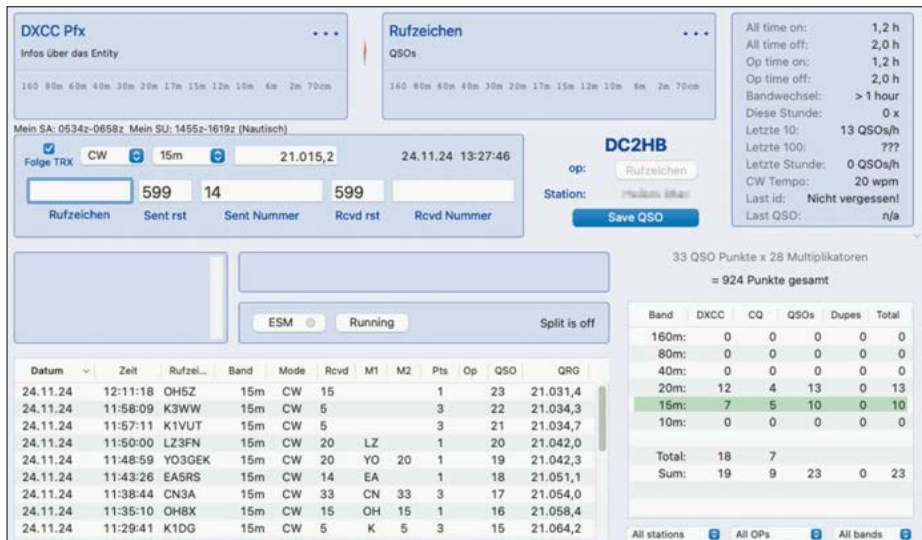


Bild 8: Contestfenster mit automatischer Berechnung von Punkten und Multiplikatoren

DXCC-Gebieten, Kontinenten und Stationen ansehen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, unabhängig vom Transceiver CW-, RTTY- und Sprachmakros für Conteste zu erstellen. Diese sind dann mit den Funktionstasten F1 bis F8 abrufbar.

Auch in das Contestlog können QSO-Daten im ADIF- oder ADX-Format importiert werden. Die gesamten Logdaten lassen sich dann als ADIF, ADX oder im meist verlangten Cabrillo-Format exportieren.

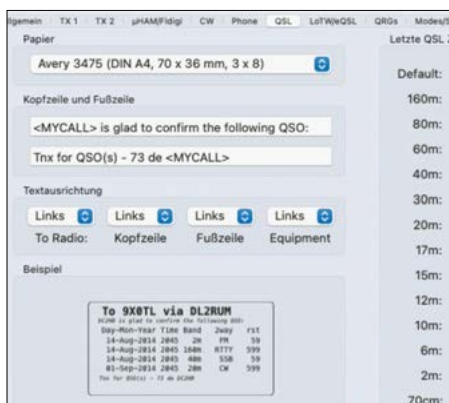


Bild 9: Musteretiketten für QSL-Karten

auch mittels Papier-QSL-Karten. Für die Nutzung der ersten beiden Möglichkeiten sind die entsprechenden Zugangsdaten bei *Einstellungen* → *LoTW/eQSL* anzugeben, ebenso wie der Pfad zum Zertifizierungsprogramm *TQSL*, das zum Senden von LoTW-Bestätigungen erforderlich ist. Da die Nutzerdaten der Amateurfunk-Netzwerke einer ständigen Veränderung unterliegen, erscheint in regelmäßigen Abständen die Aufforderung, diese zu aktualisieren, was sich per Menübefehl erledigen lässt.

Der Versand erfolgt, indem man ein oder mehrere QSOs auswählt und über das QSL-Menü hochlädt. Das Abrufen funktioniert ebenfalls über dieses Menü. Die Funkverbindungen werden je nach QSL-Status mit *W* (worked), *S* (submitted) oder *X* (exchange) gekennzeichnet. Diese Einträge können aber auch, wie eingangs bereits beschrieben, manuell vorgenommen werden.

Mit dem kleinen Zusatztool *QSO Upload Utility* [5] ist dagegen ein automatischer Echtzeit-Upload zu den bereits genannten Netzwerken, aber z. B. auch zu *QRZ.com*

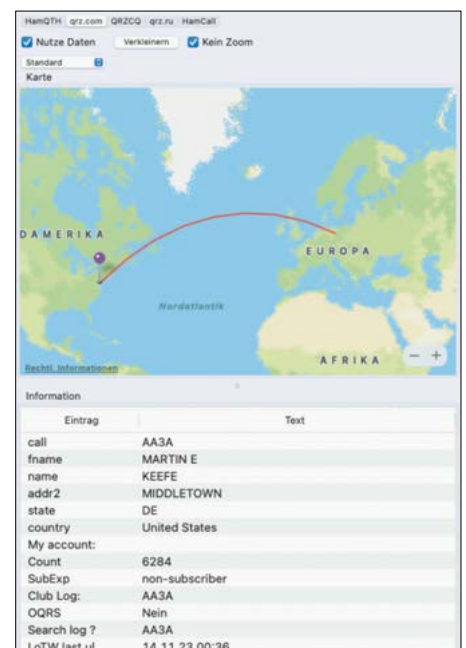


Bild 10: Standortanzeige und Informationen zum Funkpartner



Bild 11:
Einstellung in
RUMlogNG für
die Nutzung von
WSJT-X ...

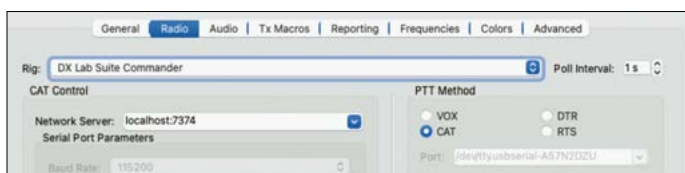


Bild 12:
... und entspre-
chende Angaben
in WSJT-X bei
Settings → Radio

Audioaufzeichnungen

Unter diesem Menüpunkt lassen sich Audioaufzeichnungen von Funkverbindungen, aber auch für Sprachspeicher erstellen und wiedergeben.

Diplomauswertung

Das Programm unterstützt die Auswertung der gespeicherten Funkverbindungen hinsichtlich unterschiedlicher Diplomprogramme wie DXCC, IOTA und WAS. Es schafft eine Übersicht über bereits bestätigte und noch benötigte Gebiete, CQ- sowie ITU-Zonen, US-Staaten, US-Countys, deutsche DOKs, italienische, spanische und japanische Provinzen usw.

Karten und Solardaten

Zur grafischen Darstellung der Funkaktivitäten sind diverse Karten mit verschiedenen Ansichtstypen sowie eine Präfix- und eine Greylinekarte und eine Liste der aktuell in der Dämmerungszone befindlichen Gebiete enthalten.

Wenn man ein Rufzeichen in das Logfenster eingibt oder ein QSO aus der Liste anklickt, zeigt das Fenster *Log Station Info* in Bild 10 jeweils den Standort des Funkpartners in einer Karte sowie weitere Angaben zu dessen Station.

Integriert ist auch die von *Hamqsl.com* bekannte Darstellung solar-terrestrischer Daten, ein Sonnenaktivitätsmonitor sowie ein Tool zur Berechnung von Sonnenauf- und -untergangszeiten [6].

■ WSJT-X-Implementierung

Für das Loggen von mit WSJT-X getätigten FT8/FT4-Verbindungen eignet sich RUMlogNG gleichfalls. Dazu sind beide Programme per UDP miteinander zu verbinden. Die dafür nötigen Einstellungen sind in den Bildern 11 und 12 zu sehen. Sobald in WSJT-X ein Rufzeichen angeklickt wird, übernimmt das Logfenster von RUMlogNG die Daten des Funkpartners und die Kartendarstellung springt auf dessen Standort. Wenn man das beendete QSO in WSJT-X mit OK

bestätigt, loggt RUMlogNG die Verbindung und die Meldung in Bild 13 erscheint.



Bild 13: Mit einer solchen Meldung quittiert RUMlogNG das Loggen einer in WSJT-X getätigten Verbindung.

■ Unterwegs loggen

Für mobile Funkaktivitäten ist die kostenpflichtige App *RUMlogNG2Go* für iPhone und iPad erhältlich [7]. Mit ihr ist es möglich, das Logbuch auch unterwegs zu führen und auf Wunsch über die iCloud mit der Desktop-Version, für die dann allerdings mindestens macOS 10.15 erforderlich ist, zu synchronisieren.

Die App hat einen reduzierten Funktionsumfang, denn sie ist eigentlich nur zum Loggen gedacht. Einen Contestmodus gibt es nicht und das QSL-Management beschränkt sich auf das Hochladen von Bestätigungen zu Club Log und eQSL sowie auf deren Download vom LoTW und von eQSL.

Während auf dem iPhone eine einfache Transceiver-Steuerung des Icom IC-705



Bild 14: Logbuch auf einem iPhone

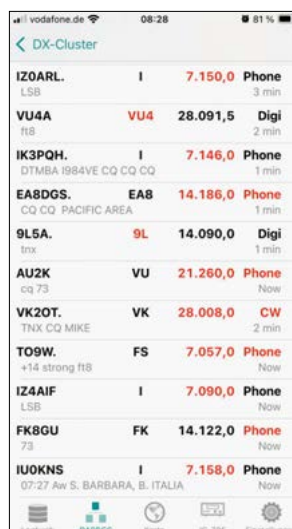


Bild 15: DX-Cluster-Meldungen in RUMlogNG2Go

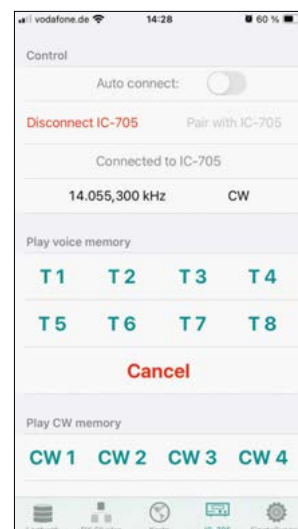


Bild 16: Bluetooth-Synchronisation mit einem IC-705

via Bluetooth wie in Bild 16 möglich ist, stehen auf dem iPad weitere Funkgeräte von Icom, Elecraft, Kenwood und Yaesu für die Verbindung per Bluetooth oder WLAN zur Wahl.

■ Fazit

RUMlogNG ist ein leistungsstarkes und obendrein kostenloses Logbuchprogramm für Funkamateure, die macOS-Geräte nutzen. Mit seiner breiten Palette an Funktionen, der, wenn man es erst einmal eingerichtet hat, intuitiven Bedienung und der Möglichkeit zur Integration anderer Tools bietet es eine Komplettlösung für viele Amateurfunkaktivitäten.

Wer bei der Verwendung des Programms Unterstützung benötigt, findet diese im Online-Handbuch von DL2RUM [8]. Abschließend sei an dieser Stelle noch auf die äußerst hilfreichen Youtube-Videos von Michael Reichardt, DL2YMR, verwiesen [9].

dc2hb@posteo.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Statista: Marktanteile der führenden Betriebssysteme in Deutschland von Januar 2009 bis November 2024. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158102>
- [2] Mac App Store: RUMlogNG. <https://apps.apple.com/de/app/rumlogng/id964454561>
- [3] Lindner, T., DL2RUM: RUMsoft, software for HAM radio on the Mac. <https://dl2rum.de/forum/app.php/downloads>
- [4] Mac App Store: Rotor. <https://apps.apple.com/de/app/rotor/id1559024873>
- [5] Lindner, T., DL2RUM: Navigation im Amateurfunk. FUNKAMATEUR 59 (2010) H. 3, S. 256–259
- [6] Mac App Store: QSO Upload Utility. <https://apps.apple.com/de/app/qso-upload-utility/id1372573292>
- [7] Mac App Store: RUMlogNG2Go. <https://apps.apple.com/de/app/rumlogng2go/id1005575164>
- [8] Lindner, T., DL2RUM: RUMlogNG-Manual. <https://dl2rum.de/RUMlogNG/docs/de>
- [9] Reichardt, M., DL2YMR: Amateurfunk Logbuch Software RumlogNG für macOS. www.youtube.com/playlist?list=PL2YMR/search?query=rumlog

Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinflüssen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Ist der Einsatz elektronischer Geräte oder Baugruppen im Freien vorgesehen, so ist der witterungsgeschützten Unterbringung entsprechende Aufmerksamkeit zu schenken. Die in diesem Beitrag aufgeführten Schutzmaßnahmen gelten auch für den Betrieb in Innenräumen mit hoher Luftfeuchtigkeit. Sie dienen dazu, die störungsfreie Funktion über eine möglichst lange Zeit zu gewährleisten.

Beim Aufbau von Geräten, die im Freien montiert werden sollen, kann eindringende Feuchtigkeit Funktionstörungen oder Ausfälle hervorrufen. Neben Regen und einer hohen Luftfeuchte ist auch u. a. durch Bauarbeiten verursachter Feinstaub nicht selten die Ursache technischer Probleme. Auch wenn das betreffende Gerät ohnehin mit Wasser in Berührung kommt, wie beispielsweise bei Regensensoren [1] oder Wassermeldern, muss sein Gehäuse selbstverständlich ebenfalls entsprechend abgedichtet werden.

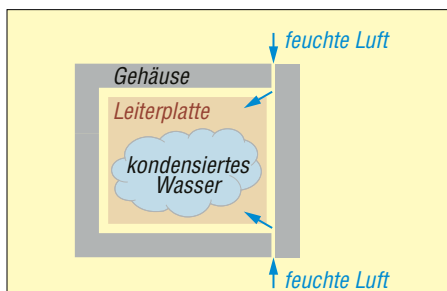


Bild 1: Durch Öffnungen in undichten Gehäusen gelangt Luft. Sinkt die Temperatur, bilden sich Wassertropfen.

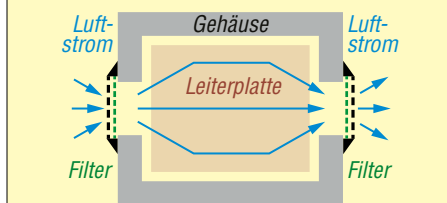


Bild 2: Besitzt das Gehäuse zwei gegenüberliegende Öffnungen mit Filtern, kann Luft hindurchströmen.

Um Aussagen zum sicheren Einsatz elektronischer Geräte treffen zu können, wurden internationale Normen festgelegt. Die bekannteste dürfte die Zuordnung zu einer Schutzart sein. Aus dem sogenannten *IP-Code* gehen die Umgebungsbedingungen hervor, für die das Gerät konzipiert wurde. Den Buchstaben *IP* folgen mindestens zwei Ziffern. Die erste kennzeichnet den Schutz gegen Fremdkörper und Berührung, die zweite den Schutz gegen Wasser. Eine eventuell noch folgende dritte

und vierte Ziffer dient der Kennzeichnung ergänzender Schutzmaßnahmen. Deren Angabe ist jedoch nicht in allen Fällen notwendig. Ist bei einem Gerät die Angabe für die erste oder zweite Stelle nicht relevant, wird die entsprechende Ziffer durch *X* ersetzt.

Beim Selbstbau elektronischer Geräte sind Hobbyelektroniker nicht gezwungen, sich an die Vorschriften zu halten. Es ist jedoch von Vorteil, die möglichen Auswirkungen zu kennen, um geeignete Schutzmaßnahmen treffen zu können [2].

■ Belüftung von Gehäusen

Nicht nur im Außenbereich kann Wasser zu Problemen führen. Es gibt eine Vielzahl von Gehäusen für Innenräume, die zum Einbau von Baugruppen einsetzbar sind. In Gehäuse mit unzureichender Dichtung kann Umgebungsluft gelangen, wie in Bild 1 dargestellt. Das Gleiche tritt bei der Bedienung eines tragbaren Geräts mit feuchten oder nassen Händen auf. In beiden Fällen kann feuchte Luft oder Wasser in das Gehäuse gelangen.

Selbst der nicht abgedichtete Deckel eines Batteriefachs kann ein Einfallstor sein. Da besonders batteriebetriebene Geräte eine geringe Stromaufnahme besitzen, wird das Gerät aufgrund der geringen Verlustwärme innen nicht ausreichend aufgewärmt und kann sich im ungünstigsten Fall bei sehr starken Temperaturschwankungen gegenüber der Außenluft sogar abkühlen. Die im Gehäuse vorhandene Luftfeuchte kann dann an der Leiterplatte kondensieren.

Sollen Geräte unter den eingangs genannten Bedingungen betrieben werden, ist es vorteilhaft, die Leiterplatten nach der Bestückung mit Schutzlack einzusprühen. Zu beachten ist jedoch, dass besonders bei HF-Messtechnik das kondensierte Wasser einen kapazitiven Einfluss auf die Schaltung hat und deren Funktion beeinflussen kann.

Ein verbreitetes Verfahren zum Schutz von Geräten in Innenräumen ist in Bild 2

dargestellt. Im Gehäuse sind auf gegenüberliegenden Seiten Öffnungen angebracht. Die sich dann ergebende Luftströmung gleicht die Temperaturen an, so dass sich kein Kondensat bildet. Zur Vermeidung des Eindringens von Feinstaub oder Insekten sind auf beiden Seiten zusätzliche Filter anzubauen. Die im einschlägigen Elektrotechnikhandel erhältlichen Ausführungen sind relativ dicht. Sie werden mit speziellen Abdeckkappen befestigt, Bild 3.

Besonders für den Einsatz in der Sensortechnik eignet sich die Filterfolie PM21ML, Bild 5. Diese ist nur für Luft und andere Gase durchlässig. Wasser oder Feinstaub können diese Folie nicht durchdringen. Bei Verwendung einer solchen Folie für Gehäuseöffnungen lassen sich auch Sensorsysteme zur Gas- und Temperaturmessung zuverlässig im Außenbereich montieren, da sie Regenwasser wirkungsvoll fernhält.



Bild 3: Zum luftdurchlässigen Abdichten von Gehäuseöffnungen gibt es spezielle Filter nebst Abdeckkappen.

Beim Einsatz in Innenräumen mit höherer Luftfeuchte reicht eine Konvektionsluftströmung wie in Bild 2 nicht immer aus. Hier hilft ein eingebauter Lüfter. Dabei muss es nicht immer ein herkömmlicher Lüfter mit Motorantrieb sein. Alternativ ist z. B. auch der Piezolüfter UPF-76Q-220 verwendbar, der in Bild 6 dargestellt ist. Dessen Ansteuerung erfolgt mit einer 50-Hz-Wechselspannung. Liegt diese an, bewegt sich die angebaute Scheibe wie eine Schwimfflosse hin und her.

Gegenüber dem Einsatz von Motoren erzeugt ein solcher Piezolüfter keine starken Magnetfelder, was gerade bei empfindlichen elektronischen Schaltungen von Vorteil ist. Nachteilig ist, dass für einen starken Luftzug eine Wechselspannung bis maximal 230 V erforderlich sein kann, was der für Hobbyelektroniker empfohlenen Schutzklasse III (Schutzkleinspannung) widerspricht. Bei einem Versuchs-

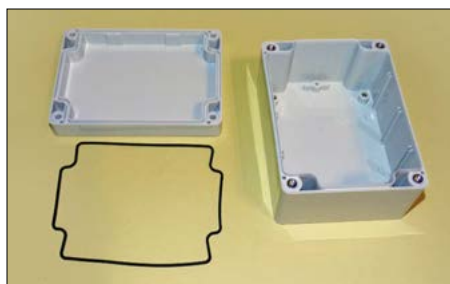


Bild 4: Beim Kunststoffgehäuse Hammond 1554VA2GY lässt sich eine Neopren-Dichtung in die Nut des Deckels drücken.

aufbau sollte man im ersten Schritt anhand der maximal erforderlichen Bewegung des Piezolüfters die notwendige Spannung wählen. Diese fällt oft erfreulich niedrig aus und lässt sich mithilfe eines Spannungswandlers aus der vorhandenen, meist niedrigen Versorgungsspannung erzeugen, sodass keine zusätzliche Spannungszuführung erforderlich ist. Spannungswandler und das metallische Piezokeramikeil (links Bild 6) müssen abgeschirmt werden, um die eigentliche Anwendungsbaugruppe vor deren elektromagnetischen Wellen zu schützen. Die am Lüfter rechts sitzende, sich stark bewegende Scheibe ist hingegen nicht leitfähig.

■ Gehäusedichtung

Für universelle Anwendungen bieten einschlägige Hersteller heutzutage eine Vielzahl von Gehäusen aus Aluminium und Kunststoffen, wie z. B. Polycarbonat, in unterschiedlichen Größen auch für den Einsatz im Außenbereich an. Im Deckel befindet sich in der Regel eine Dichtung aus Chloropren-Kautschuk. Dieser wird auch als *Neopren* bezeichnet, ein 1930 erfundenes und in den Folgejahrzehnten weiterentwickeltes Isoliermaterial. Die heutzutage verwendeten Varianten sind in gewissen Grenzen wärmebeständig. In Bild 4 ist der Gehäusotyp 1554VA2GY des Herstellers *Hammond* zu sehen. Die schwarze Neopren-Dichtung ist vor dem Schließen des Deckels in die umlaufende Nut einzudrücken.

Doch der Hobbyelektroniker steht oft vor dem Problem, dass es kein Gehäuse gibt, das ihm gefällt und trotzdem bezahlbar erscheint. Dann hilft im einfachsten Fall die bereits erwähnte Beschichtung der vollständig bestückten Leiterplatte mit speziellem Schutzlack. Dabei ist jedoch zu beachten, Schraubanschlüsse und Steckkontakte freizulassen. Es gibt unterschiedliche Arten von Schutzlack, zwei davon sind in Bild 7 als Beispiele dargestellt. Der *Schutzlack 70* ist schnelltrocknend und hochisolierend. Bei dem rechts abgebildeten *Schutzlack SK10* ist trotz Beschichtung das Entlöten und Löten später noch möglich. Diese Eigenschaft

ist besonders günstig, da wohl bei kaum einer Leiterplatte Reparaturen auszuschließen sind.

Unabhängig von der Art des Schutzlacks ist zu beachten, dass sich dessen Eigenschaften im Laufe der Jahre ändern. Vor allem dann, wenn über längere Zeit hohe Spannungen zwischen Leiterzügen auftreten, sinkt der diesbezügliche Isolationswiderstand. Der Lack isoliert dann zwar immer noch gegen Feuchtigkeit, doch der dann selbst bei trockener Oberfläche fließende Leckstrom kann vor allem im HF-Bereich Einfluss auf die Funktion der Schaltung haben. Die Untersuchungsergebnisse dazu, inklusive aufschlussreicher Messkurven, wurden auf [3] zusammengefasst.

Es ist daher ratsam, den Isolationswiderstand in größeren Zeitabschnitten zu messen und die betreffende Platine bei sich abzeichnenden Funktionsbeeinträchtigungen zu erneuern. Für solch eine Messung im Mega- und Gigaohmbereich eignen sich sogenannte *Isolierschutzmessgeräte*, die meist mit einer hohen Prüfspannung arbeiten.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Schutzlacke bleibt nicht stehen. Man sollte daher auch nach neuen Produkten mit verbesserten Eigenschaften Ausschau halten.



Bild 5: Filterfolien verhindern das Eindringen von Wasser, hier der Typ PM21ML.

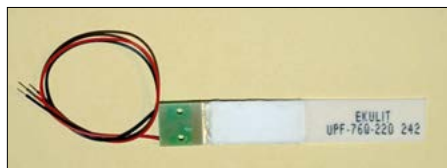


Bild 6: Der Piezolüfter UPF-76Q-220 verstärkt bei korrekter Positionierung die Luftströmung durchs Gehäuse.

■ Baugruppen vergießen

Selbst bei anfangs dicht schließenden Gehäusen kann die Gummidichtung im Lauf der Jahre an Elastizität verlieren und die Dichtwirkung nachlassen. Das passiert vor allem, wenn die Gehäuse regelmäßig, z. B. zum Austausch von Batterien, geöffnet werden müssen.

Bei einigen Anwendungen kann es daher empfehlenswert sein, die elektronische Baugruppe vollständig zu vergießen. Wer Silikon als Vergussmasse nutzen möchte, sollte die korrekte Sorte auswählen. Bei

relativ vielen entsteht während des Aushärtvorgangs Essigsäure. Diese lässt sich leicht am Geruch erkennen und führt, wie jede andere Säure, zur Zerstörung der Anschlussdrähte der Bauelemente. Daher sollte man zum Vergießen nur solche Silikonarten nutzen, bei denen kein Essig, sondern nur reines Wasser während des Härtingsprozesses entsteht.

Ein Nachteil von Silikon besteht darin, dass es von Schimmelpilzen befallen werden kann. Diese zersetzen besonders in schlecht oder gar nicht belüfteten Räumen



Bild 7: Beispiele für Schutzlack zum Isolieren von Leiterplatten
Fotos: Sander

bzw. Gehäusen die Silikondichtung. Ich kann deshalb nur raten, zumindest bei der Abdichtung elektronischer Baugruppen oder von Gehäusen auf Silikon möglichst zu verzichten.

Der Verguss von elektronischen Baugruppen mit Epoxidharz ist die bessere Lösung. Bei der Auswahl eines Harzes ist genau auf die Angaben im Datenblatt zu achten. Der Grund ist, dass es Sorten gibt, die sich beim Härtingsprozess stark erwärmen, und dabei unter Umständen die Schmelztemperatur des verwendeten Lötzinns überschritten wird.

Ich nutze meistens die Epoxidharze MC 002568 oder ER2001. Zwar dauert der Härtingsprozess je nach Dicke der Schicht bis zu 24 h oder länger, jedoch werden durch die niedrige Temperatur Zerstörungen ausgeschlossen. Dadurch lassen sich elektronische Baugruppen selbst gegenüber widrigen Witterungsbedingungen schützen. Allerdings sollte man bedenken, dass sich mit Harz vergossene Baugruppen nicht mehr reparieren lassen. Man muss diese komplett wechseln.

k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [1] Sander, K.: Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren. FUNKAMATEUR 64 (2025), H. 2, S. 120–123
- [2] Schönwälder, G., DL1DBL: Tipps gegen Feuchtigkeit und Korrosion in Schaltschränken. FUNKAMATEUR 63 (2024) H. 7, S. 530–531
- [3] Gottwald, P.: Verhalten von Schutzlacken im Hochvoltbereich. www.all-electronics.de/elektronik-fer-tigung/verhalten-von-schutzlacken-im-hochvoltbereich-685.html

Ladungspumpe für eine verlustarme Spannungsversorgung

MICHAEL FRANKE

Wenn aus einer hohen Versorgungsspannung eine stabile niedrigere Betriebsspannung erzeugt werden soll, kommen meist Schalt- oder Linearregler zum Einsatz. Letztere erzeugen zwar keine HF-Störungen, aber oft eine erhebliche Verlustleistung, was den Wirkungsgrad der Spannungsversorgung deutlich mindert und besonders bei Batteriebetrieb unerwünscht ist. Dem lässt sich zumindest bei niedrigem Laststrom wirksam begegnen, wenn man zur Reduzierung der Rohspannung eine Ladungspumpe einsetzt, wie im Folgenden beschrieben.

Der Trend zu sparsamen Stromversorgungen führt schon seit Jahrzehnten zur Ablösung von Eisenkerntransformatoren mit Graetzbrücke, Siebkondensator und Linearregler durch Netzteile mit geschalteten Spannungswandlern. Weit verbreitet sind Abwärtswandler (Stepdown- oder Buck-Konverter), die mit einer Speicher-

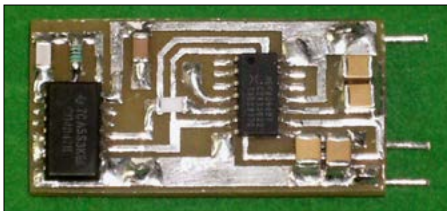


Bild 1: Oberseite der Ladungspumpe auf einer 35,5 mm x 17,5 mm großen Leiterplatte
Foto: Franke

induktivität und hart schaltenden Leistungstransistoren arbeiten. Unliebsames Nebenprodukt dieser kompakten energieeffizienten Spannungsregelungen sind direkt abgestrahlte oder über Leitungen weitergegebene hochfrequente Störsignale.

Eine interessante Alternative stellt [1] vor. Hier wird das Prinzip der Kondensator-Ladungspumpe genutzt, um 12 V Eingangsspannung fast verlustlos in eine Zwischenkreisspannung von 6 V umzusetzen, die mehrere Ampere liefern kann. Daraus lassen sich dann über nachgeschaltete Linearspannungsregler Baugruppen mit z. B. 3,3 V oder 2,5 V Betriebsspannung versorgen, was insgesamt einen höheren Wirkungsgrad ergibt.

■ Ladungspumpe

Diese Lösung regte mich zum Aufbau einer Minimalvariante an. Deren Grundprinzip zeigt Bild 3. Alternierend werden S1 und S2 oder S3 und S4 geschlossen. Zunächst liegen bei geschlossenem S1 und S2 die von der Kapazität her gleich großen Kondensatoren C1 und C2 in Reihe, wodurch sie sich jeweils auf die Hälfte

der Eingangsspannung aufladen. Sind anschließend S1 und S2 offen sowie S3 und S4 geschlossen, so werden C1 und C2 parallelgeschaltet.

Die Anordnung wirkt wie ein 2:1-Gleichspannungstransformator. Aus der Eingangsspannungsseite wird nur halb so viel Strom entnommen, wie am Ausgang in die angeschlossene Last fließt. Wenn Laststrom, Kapazität der Kondensatoren und Umschaltfrequenz eine solche Relation aufweisen, dass sich die Kondensatorspannungen stets nur wenig ändern, dann kann der Wirkungsgrad fast an 100 % heranreichen.

Das Muster in Bild 1 benötigt nur acht Bauelemente. S1 bis S4 werden durch den Vierfach-CMOS-Schalter 4066 bereitgestellt, Bild 4. Die alternierende Ansteuerung erfolgt durch den Rechteckgenerator mit IC1, C1 und R1. Für IC1 ist die Ausführung mit dem Präfix *CD* zu bevorzugen, denn die Version *HEF* hat eine deutlich höhere Ruhestromaufnahme.

Die Schaltfrequenz ist mit etwa 225 Hz absichtlich sehr niedrig bemessen, um möglichst wenig HF-Störungen zu erzeugen und auch, um die Stromaufnahme von IC1 minimal zu halten.

■ Optimierungen

Ich empfehle Nachbauwilligen, die Schaltung zunächst mit bedrahteten Bauelementen auf dem Steckbrett zu realisieren. Dann lassen sich verschiedene Parameter versuchsweise variieren, um eine bestmögliche Anpassung an die zu versorgende Baugruppe zu erzielen. Einige Hinweise hierfür:

- Die Amplitude der Ausgangswelligkeit ist ungefähr proportional zum Laststrom.
- Eine Erhöhung der Frequenz (hierfür die Werte für C1 oder R1 verkleinern) um den Faktor k verringert die Ausgangswelligkeit um den Faktor k^2 .
- Größere Werte für C3, C4 verringern ebenfalls die Welligkeit. Entsprechende

Bauelemente sind aber teurer, größer und z.T. schwieriger beschaffbar. Im Muster sind jeweils zwei Exemplare $47 \mu\text{F}/16 \text{ V}$ parallelgeschaltet. Das Platinenlayout ist für die SMD-Größen 0805, 1206 und 1210 passend. Statt ungepolter MLCC-Kondensatoren sind auch Elektrolytkondensatoren verwendbar.

- Wird für IC2 die niederohmigere HC-Version eingesetzt, dann ist die Ausgangsspannung belastbarer. Achtung: Die zulässige Betriebsspannung des HC4066 variiert je nach Hersteller zwischen 7 V und 12 V. Ein Blick ins Datenblatt ist angeraten. Doch auch mit einem 12-V-Typ ist der direkte Betrieb aus einem 12-V-Bleigel-Akkumulator keinesfalls zulässig, denn dessen Spannung kann je nach Lademethode mehr als 14 V erreichen. In diesem Fall ist für IC2 nur die Standard-CMOS-Ausführung verwendbar.

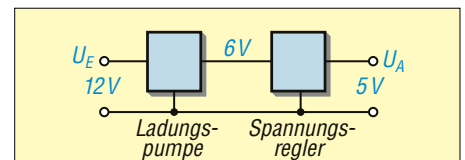


Bild 2: Prinzip der zweistufigen Spannungsversorgung

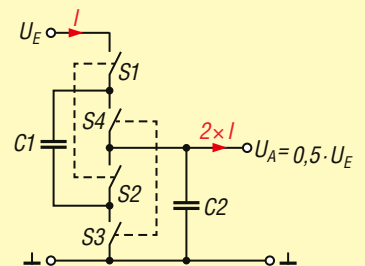


Bild 3: Nutzung einer Ladungspumpe zur Spannungshalbierung und Stromverdopplung

■ Prototyp und Ergebnisse

An den zwei aufgebauten Prototypen ließen sich ohne angeschlossene Last folgende Ruhestromwerte messen: $0,4 \mu\text{A}$ bei $U_E = 3 \text{ V}$; $1,6 \mu\text{A}$ bei 5 V ; $9,3 \mu\text{A}$ bei 8 V ; $33 \mu\text{A}$ bei 12 V ; $77 \mu\text{A}$ bei 16 V . Ab $U_E \approx 17,2 \text{ V}$ stieg der Wert auf mehrere Milliampere.

Die Ausgangs-Leerlaufspannung war stets genau halb so groß wie die Eingangsspannung, fiel bei Belastung aber infolge der Widerstände der CMOS-Schalter in IC2 ab. Mit einer Last von $1 \text{ k}\Omega$ betrug sie statt 6 V noch $5,4 \text{ V}$.

Das versuchsweise Erhöhen nur eines Kapazitätswertes (C3 oder C4) änderte nichts an der Ausgangsspannung, der Ruhestromaufnahme oder dem Wirkungsgrad der Schaltung. Man kann also auch beliebig

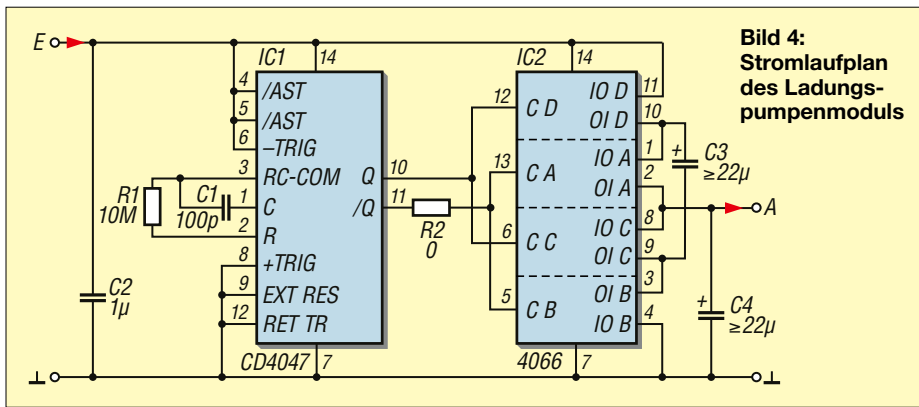


Bild 4:
Stromlaufplan
des Ladungs-
pumpenmoduls

Kondensatoren parallel zu C4 schalten, z.B. in Gestalt des Eingangskondensators der zu versorgenden Baugruppe. Dies ist in diesem Fall der Low-drop-Spannungsregler.

■ Zweistufige Spannungsversorgung

Die Schaltung in Bild 4 ist prädestiniert zum Betrieb stromsparsamer Operationsverstärker-, Logik- oder Mikrocontrollerschaltungen aus einem 12-V-Akkumulator. Für die häufig gewünschte Stabilisierung auf 5 V kommt, um den Vorteil der Stromverdopplung nicht gleich wieder aufzuzehren, nur ein Low-drop-Spannungsregler wie z.B. der LP2950CZ5.0 (Eigenstromaufnahme 0,1 mA) oder auch der LM2936Z5.0 (Eigenstromaufnahme $7\mu A + 0,02 \cdot I_{\text{Last}}$) in Betracht.

Sind Schaltungsdimensionierung, angeschlossene Last und Spannungsregler gut aufeinander abgestimmt, dann lässt sich die Betriebsdauer des speisenden Akkumulators oder einer Batterie mit der vorgestellten Lösung fast verdoppeln. Diese verursacht, anders als ein Abwärtswandler, praktisch keine hochfrequenten Störungen, was beim Betrieb empfindlicher Mess- oder Empfangselektronik günstig ist.

Die Bauelemente sind bei Reichelt Elektronik (www.reichelt.de) und Mouser Electronics (www.mouser.de) erhältlich. Für IC1 nutzte ich, wie in Bild 1 erkennbar, die bei letztgenanntem Händler gerade verfügbare Version CD4047PDSO-G mit einem etwas breiterem Gehäuse. Die herkömmliche schmale Version hat das Suffix G14 statt G. Das Platinenlayout

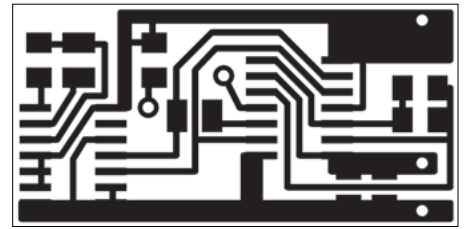


Bild 5: Layout der Ladungspumpe, Originalabmessungen 35 mm x 17,5 mm ...

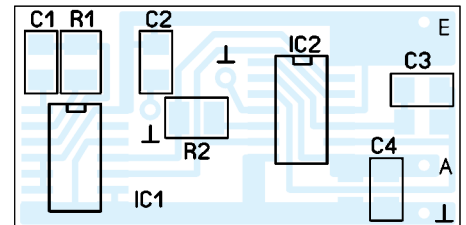


Bild 6: ... und zugehöriger Bestückungsplan; die Masseverbindungen nahe R2 sind Brücken zur durchgehenden Kupferfläche auf der Unterseite.

erlaubt das Einlöten beider Gehäusegrößen.

Als Ergänzung zum Beitrag sind im Download-Bereich auf www.funkamateur.de neben dem Platinenlayout auch ausführliche Messergebnisse, u. a. Lastkennlinien und Oszilloskopbilder, zu finden.

emmmf@posteo.de

Literatur

- [1] Dostal, F.: Es muss nicht immer eine Buck-Technologie sein. Elektronik-Praxis (2024) H. 12, S. 15; www.elektronikpraxis.de → Suche

Anschluss von Zweidrahtleitungen

Die bei verschiedenen Elektronikhändlern erhältlichen Adapter BNC-zu-Polklemmen eignen sich nicht nur, um mit 4-mm-Büchelsteckern (Bananensteckern) versehene Messleitungen an ein mit BNC-Steckverbinder versehenes Gerät anzuschließen. In die nach dem Lösen der Schraubhülsen zugänglichen Querlöcher lässt sich auch direkt eine 450-Ω-Zweidrahtleitung CQ553 (Wireman) einstecken und befestigen, Bild 3. Die Löcher liegen 19 mm auseinander, die Adern haben einen Abstand von 20 mm. Für den Anschluss der schmalen 300-Ω-Zweidrahtleitung CQ562 sind ebenfalls

Adapter verfügbar, Bilder 1 und 2. Deren Befestigungslöcher liegen jedoch nur 5 mm auseinander, die Adern haben aber einen Abstand von etwa 8 mm. Daher ist der Mittelsteg ausreichend weit zu entfernen, um die Adern in die Befestigungen zwingen zu können.

Die u. a. bei www.reichelt.de erhältlichen Adapter sind baugleich jeweils mit BNC-Buchse oder -Stecker erhältlich. Dadurch lässt sich die Zweidrahtleitung wahlweise direkt an einen Antennenkoppler mit Buchse anschließen oder an das mit Steckern versehene Koaxialkabel einer Mantelwellensperre. Wer ein anderes Steckver-



Bild 3: Leitungen lassen sich beim GE 860 (li.) und K 126 mithilfe von 4-mm-Steckern anschließen oder direkt in den Querlöchern festklemmen. Fotos: DK3RED



Bild 1:
Beim Adapter
Delock 65526 (li.) und
Delock 65525 gibt es auf
die Adern drückende
Kontakte, ...

Bild 2:
... beim Delock 65416 (li.)
und Delock 65323
Schraubkontakte.



bindersystem verwendet, setzt einfach einen dafür geeigneten Adapter ein.

Kleiner Tipp: Die Adern der Zweidrahtleitungen bestehen aus dünnen Einzeldrähten. Um beim Einschieben kein Drähtchen auszulassen, hat es sich bewährt, die verdrehten Drähte zusammenzulöten oder Aderendhülsen zu verwenden. Letztere haben den Vorteil, dass der Kunststoffkragen den Übergang zur Isolierung schützt.

Ingo Meyer, DK3RED
elektronik@funkamateur.de

Funkferschalter mit LoRa-Technik und Rückmeldekanal

CLAUS-UWE HASS – DL8LAB

Die LoRa-Technologie ist für die Realisierung kostengünstiger Funkanwendungen geeignet, bei denen es auf Störsicherheit und Reichweite bei gleichzeitig geringem Energiebedarf ankommt. Wie sich eine Funk-Fernschaltung für netzspannungsbetriebene Verbraucher mit Rückmeldung des Schaltzustandes preisgünstig aufbauen lässt, zeigt dieser Beitrag.

Seit geraumer Zeit erfreut sich die LoRa-Technologie (*Long Range*) auch bei uns Funkamateuren großer Beliebtheit. So sind beispielsweise zahlreiche *APRS-Tracker* und *iGates* [1] im 2-m- und 70-cm-Band aktiv. Geht es um die Überbrückung gro-

den Sender zurückmeldet. Eine Erweiterung durch zusätzliche Sendemodule ist problemlos möglich. Der Schaltzustand am Empfänger wird durch zwei Leuchtdioden angezeigt (Grün = *ein*, Blau = *aus*). Leuchtet keine der LEDs, wurde

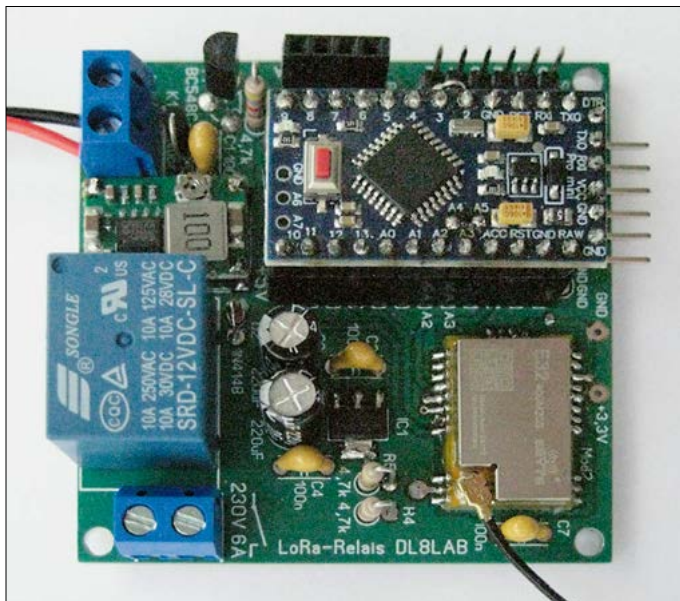


Bild 1:
Fertig bestücktes
Empfangsmodul

Fotos: DL8LAB

ßen Entfernungen bei gleichzeitig geringem Energiebedarf, greift man auf das *LoRaWAN* (*Long Range Wide Area Network*) zurück, beispielsweise zur Übertragung von Messdaten. Daher beschloss ich, mich mit dieser interessanten Technologie näher zu beschäftigen. Auf github.com lassen sich viele Projekte finden, welche einen Einstieg in die Thematik ermöglichen. Außerdem steht mit der *Arduino IDE* [2] (*Integrated development environment*) dem experimentierfreudigen Anwender eine kostenlose Entwicklungsumgebung zur Verfügung, mit der sich diese Projekte auch ohne größere Erfahrung in C++ leicht ändern oder eigene Programme schreiben lassen.

■ Projektbeschreibung

Nachfolgend zeige ich, wie sich mit wenigen preisgünstigen Komponenten eine Funkferschaltung realisieren lässt, die den Schaltzustand des Empfängers an

noch kein Schaltsignal empfangen und das Relais befindet sich in abgefallenem Zustand. Dieser liegt auch nach dem (ersten) Einschalten des Empfangsmoduls vor.

Besteht eine sichere Funkverbindung, ist der Status aller LEDs auf dem Sende- und dem Empfangsmodul stets gleich. Wurde das Quittungssignal des Empfangsmoduls vom Sendemodul nicht empfangen, leuchten auch an Letzterem beide LEDs nicht. Auf einem optional anschließbaren OLED-Display lassen sich weitere Informationen ausgeben.

■ Funktionsbeschreibung

Zentrales Element beider Leiterplatten ist das 433-MHz-LoRa-Modul *E32-400M20S* von *EBYTE*. Es besitzt eine SPI-Schnittstelle und ist auch in der 868-MHz-Variante *E32-900M20S* erhältlich. Die kleinformatigen SMD-Module werden in China gefertigt und sind bei den bekannten

Online-Händlern, aber auch bei *Ebyte* für wenige Euro zu beziehen.

Die Steuerung des LoRa-Moduls erfolgt durch einen *Arduino Pro Mini* [3]. Ich habe die 3,3-V-Ausführung mit 8-MHz-Takt gewählt, da das LoRa-Modul nur für maximal 3,3 V an seinen SPI-Anschlüssen ausgelegt ist. Die Spannungsversorgung erfolgt über einen Abwärtsregler, der beispielsweise bei www.reichelt.de unter der Artikelnummer *DEBO DCDC DOWN 4* erhältlich ist. Diesem ist ein 3,3-V-Festspannungsregler nachgeschaltet.

Das Leiterplattenlayout der Sende- und Empfangsmodule ist identisch und die Firmware für beide verwendbar. Der einzige Unterschied besteht darin, dass beim Sendemodul der Ein/Aus-Taster S1 an der Stiftleiste anzuschließen und auf dem Empfangsmodul das Relais K1 einzulöten ist. Die beiden LEDs sind ebenfalls an einer Stiftleiste angeschlossen, was die Gehäuseauswahl erleichtert.

Auf der Unterseite der Module sind einige Pads als Lötbrücken vorgesehen. Mit der Brücke *M* lässt sich festlegen, ob der letzte Schaltzustand, z.B. nach einem Stromausfall, wiederhergestellt werden oder das Relais im Ruhezustand verbleiben soll. Durch die Lötbrücken 1, 2, 4 und 8 lassen sich in binärer Logik bis zu 16 unterschiedliche Codierungen für ein Sender-/Empfängerpaar einstellen. Vor dem Einlöten der Brücken ist die Spannungsversorgung abzutrennen. Beim Neustart wird die daraus resultierende Programmierung übernommen.

Die Diode D1 schützt den Spannungswandler vor den Folgen einer Verpolung. Soll die vorgesehene Betriebsspannung weniger als 12 V betragen, lässt sich ein Relais mit 5-V-Spulenspannung einsetzen. Dazu ist auf der Unterseite des Empfangsmoduls an den Lötflächen in der Nähe des Relais die Verbindung zwischen 12 V und der Relaisspule aufzutrennen und stattdessen eine Verbindung zwischen 5 V und der Spule herzustellen.

Das vorgesehene Relais schaltet je nach Ausführung 6 A bis 10 A bei 230 V. Es ist preisgünstig und leicht zu beschaffen.

■ Optionales OLED-Display

Die von mir entwickelte Leiterplatte mit den Abmessungen 60 mm × 60 mm erlaubt es, zwecks Ausgabe alphanumerischer Informationen, zusätzlich ein OLED-Display mit I²C-Schnittstelle [4] aufzustecken. Dieses ist für die Schaltungsfunktion zwar nicht erforderlich, kann jedoch bei der Inbetriebnahme hilfreich sein, da es von der Firmware auto-

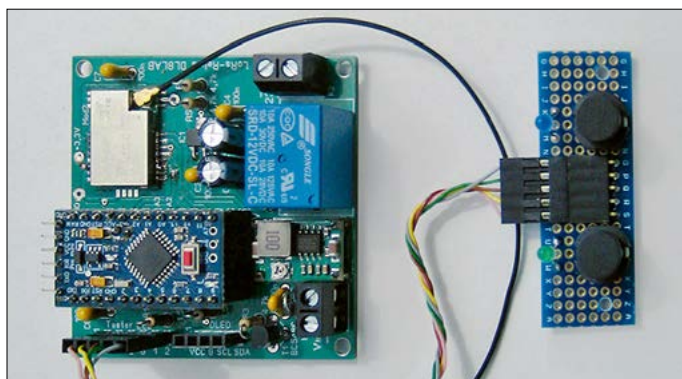


Bild 2:
Versuchsaufbau
des Sendemoduls
mit abgesetztem
Tastenfeld

matisch erkannt wird und Informationen zu den ablaufenden Programmroutinen ausgibt.

Bitte beachten Sie, dass es diese Displays mit unterschiedlichen Anschlussbelegungen gibt. Meine Leiterplatten sind für Displays mit der Stiftreihenfolge VCC, GND, SCL, SDA ausgelegt, diese ist auch über der Buchsenleiste aufgedruckt. Auf der Unterseite der Leiterplatte lässt sich diese bei Bedarf mittels Lötbrücken umstellen. Dazu sind die vorhandenen Leiterbahnzüge aufzutrennen. Auf dem OLED-Display wird neben den Status-, Send- und Linkmeldungen auch der programmierte Hardware-Code (dezimal 0 bis 15) und bei gesetzter Brücke für die Zu-

standsspeicherung unten rechts ein M angezeigt, Bild 4.

■ Aufbauhinweise

Um mir das Auflöten der SMD-Bauteile zu erleichtern, fixierte ich die Leiterplatte mithilfe kleiner Schrauben auf einem Holzbrett. Das ergibt einen sicheren Halt und beim Löten eine Auflagefläche für die Hände.

Zuerst wird das LoRa-Modul auf die vorgesehene Position gesetzt und an einem Kontakt mit einer geringen Menge Löt-zinn fixiert. Vor dem Verlöten der restlichen Kontakte ist sicherzustellen, dass sich diese genau auf den Löt-pads befinden. Sollte eine Korrektur notwendig sein,

muss die erste Lötstelle wieder erwärmt und dabei eine Feinjustierung vorgenommen werden. Diese Arbeit erfordert Fingerspitzengefühl. Eventuell entstandene Lötbrücken zwischen den Pads lassen sich mit etwas Flussmittel und Entlötlitze beseitigen. Sofern erforderlich, sollte anschließend wieder etwas Löt-zinn zugegeben werden, um eine sichere Kontakt-gabe zu erzielen.

Bevor die bedrahteten Bauteile an die Reihe kommen, ist das Abwärtswandler-Modul mit etwas Abstand zur Leiterplattenoberfläche aufzulöten. Hierzu eignen sich beispielsweise Abschnitte von den Anschlussdrähten der Widerstände. Den auf dem Modul befindlichen Widerstandstrimmer dreht man im Uhrzeigersinn auf Endanschlag, wodurch sich die kleinste Ausgangsspannung ergibt.

Jetzt können die diskreten Bauteile eingelötet werden. Den Abschluss bilden die Anschlussklemmen, die Buchsenleisten für den *Arduino Pro Mini* und das optionale OLED-Display sowie die Stiftleiste für die Taster und Leuchtdioden.

Ich empfehle, den *Arduino Pro Mini* nicht direkt einzulöten, sondern Buchsenleisten auf der Leiterplatte und Stiftleisten zu verwenden, um eine möglicherweise er-

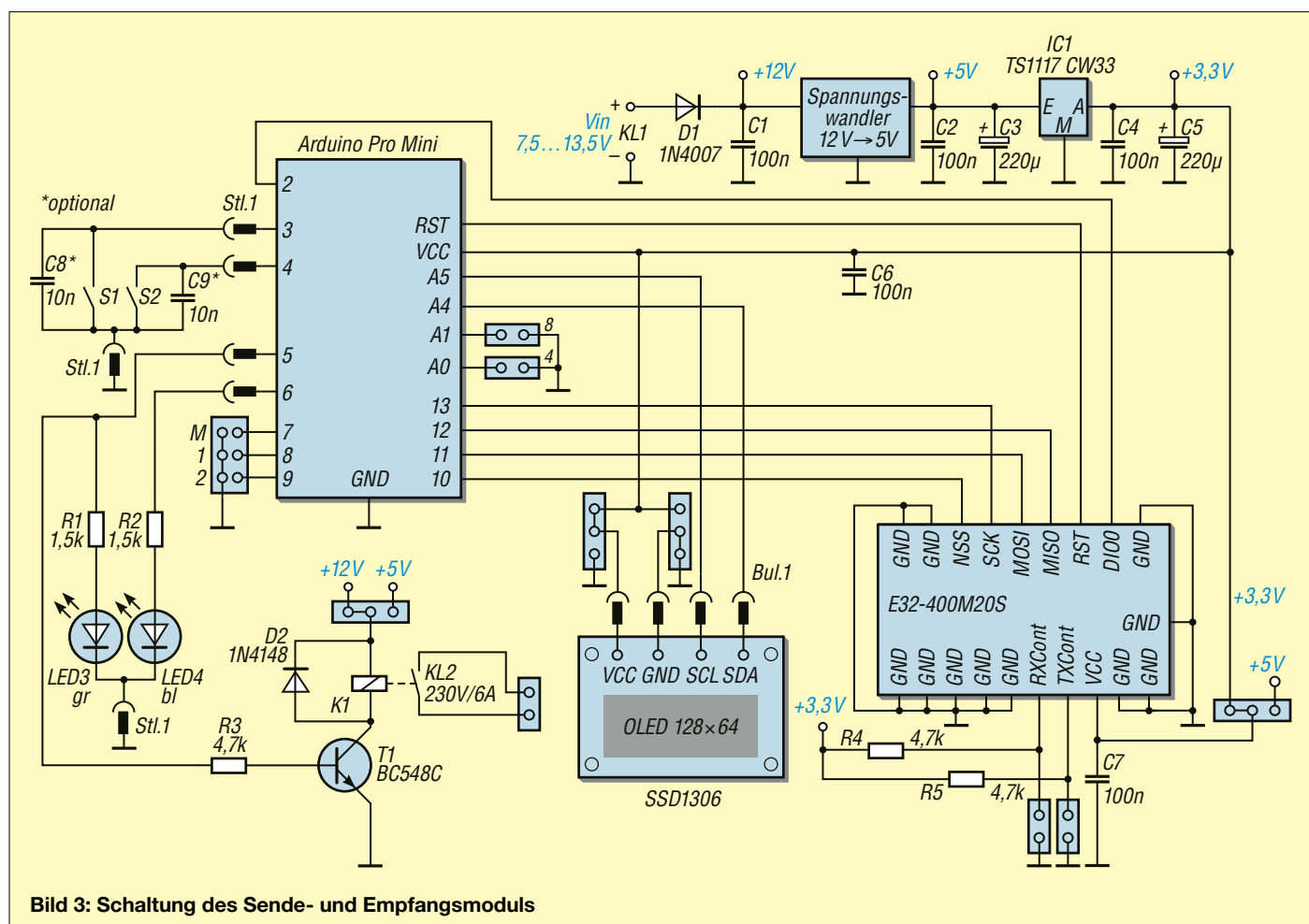


Bild 3: Schaltung des Send- und Empfangsmoduls



Bild 4: Anzeige des Schaltzustands, des mit den Lötbrücken gesetzten Hardware-Codes und der gesetzten Brücke M

forderliche Fehlersuche und -beseitigung leichter durchführen zu können. Selbstverständlich sind beim Anschluss von 230-V-Wechselspannung an die Arbeitskontakte des Relais die entsprechenden VDE-Sicherheitsvorschriften zu beachten!

■ Inbetriebnahme

Nach der obligatorischen Sichtkontrolle der Lötstellen und der Prüfung auf richtige Einbaulage aller Bauteile sind, soweit bereits gesteckt, der *Arduino Pro Mini* und das OLED-Display zu entfernen. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung ist die Stromaufnahme zu ermitteln; diese darf 30 mA nicht übersteigen. Anschließend wird die Ausgangsspannung des Abwärtswandlers an dem mit +5V gekennzeichneten Messpunkt kontrolliert und falls erforderlich mit dem Widerstands-trimmer auf einen Wert zwischen 5 V und 5,5 V eingestellt. Jetzt müssen 3,3 V am Ausgang von IC1 und am Lötauge VCC anliegen. Ist alles in Ordnung, können der *Arduino Pro Mini* und das OLED-Display auf die entsprechenden Buchsenleisten der Platine gesteckt werden – vorher bitte die Versorgungsspannung abschalten.

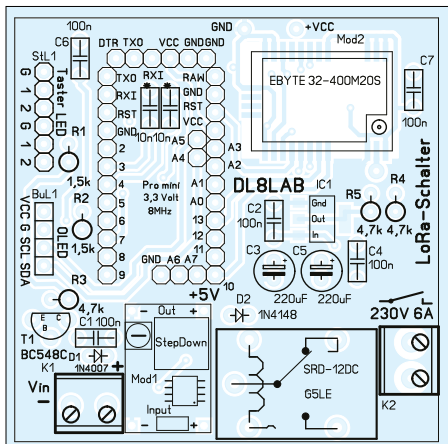


Bild 5: Bestückungsseite des Sende- und des Empfangsmoduls. Originalabmessungen 60 mm x 60 mm

Der *Arduino Pro Mini* kann zum Programmieren auf der Leiterplatte gesteckt verbleiben; die gewinkelte Stiftleiste ist gut zugänglich. Dabei ist darauf zu achten, dass die maximal zulässige Spannung von 3,3 V an der Schnittstelle nicht überschritten wird. Ich habe gute Erfahrungen mit einem zwischen 3,3 V und 5 V umschaltbaren FT232RL-Modul mit FTDI-Schaltkreis gemacht.

In der Arduino-IDE wird als Board *Arduino Pro oder Pro Mini* gewählt. Zusätzlich ist unter *Werkzeuge* unbedingt *Processor: Atmega328P (3,3V, 8MHz)* auszuwählen.

Sofern noch nicht geschehen, ist nun eine geeignete Antenne an die *IPX/U.FL*-Buchse des LoRa-Moduls anzuschließen. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung und dem Start des *Arduino Pro Mini* werden im *seriellen Monitor* der Arduino-IDE Meldungen ausgegeben, die Hinweise auf die korrekte Funktion des SPI-Busses und der I²C-Kommunikation geben. Die einzustellende Geschwindigkeit der seriellen Schnittstelle beträgt *115200 Bd*. Die Ausgabe umfasst u. a. auch den mittels der Lötbrücken eingestellten Hardware-Code und die Information, ob der Schaltzustand gespeichert wird.

Nach kurzer Zeit erscheint auf dem *OLED-Display* eine Startmeldung und die Statusanzeige: *kein Link*. Ist kein OLED-Display angeschaltet, leuchtet die blaue LED zweimal kurz nacheinander auf.

Ist ein Sender-/Empfängerpaar auf den gleichen Hardware-Code programmiert, muss die gewünschte Übertragung der Schaltsignale und Quittungen funktionieren. Nach dem Drücken der Taste am Sendemodul, leuchtet die zugehörige LED kurz auf, das Empfangsmodul schaltet die entsprechende LED sowie das Relais und sendet ein Quittungssignal an das Sendemodul. Nach dessen Empfang

leuchtet auch dort die LED dauerhaft und signalisiert damit, dass der Schaltvorgang ordnungsgemäß ausgeführt wurde. Leuchtet nach dem Betätigen des Tas-ters keine der beiden LEDs am Sendemodul, war die Übertragung nicht erfolgreich.

■ Hinweise

Die Firmware unterliegt der MIT-Lizenz und kann somit frei verwendet und weitergegeben werden. Ich habe viele Kommentare und Hinweise eingefügt, sodass sich auch eigene Änderungen und Verbesserungen vornehmen lassen.

Im Datenblatt zum *EBYTE E32-400M20S* [5] wird eine Reichweite von bis zu 5 km bei freiem Gelände angegeben. Gute Antennen, verlustarmes Kabel und ausreichende Antennenhöhe garantieren die größte Reichweite.

Das LoRa-Modul leistet bei 3,3 V nicht die vom Hersteller angegebenen 100 mW (20 dBm). Laut *Allgemeinzuteilung (Vfg 133/2019, geändert durch Vfg 12/2020)* der Bundesnetzagentur (BNetzA) für *Short Range Devices (SRD)* sind im Bereich 433,050 MHz bis 434,790 MHz ohnehin nur 10 mW EIRP erlaubt. Amateurfunk-anwendungen fallen jedoch nicht unter diese Leistungsbeschränkung.

Im Arduino-Sketch findet sich im Bereich *LoRa-Einstellungen* die Zeile *LoRa.setTxPower(14)*; Hier lässt sich vor dem Kompilieren die *Sendeleistung* anpassen. Der Wert 14 oder 15 sollte etwa 10 mW ergeben. Die Arbeitsfrequenz ist zu Beginn des Sketches in der Zeile *#define Frequenz 433175000* auf 433,175 MHz eingestellt und dort bei Bedarf änderbar.

Im Download-Bereich unter www.funkamateur.de stehen das Platinenlayout für Sprint Layout 6.0, eine Stückliste im Excel-Format sowie der Arduino-Sketch zum Herunterladen bereit. Einige wenige Leiterplatten und LoRa-Module habe ich noch vorrätig. Diese kann ich auf Anfrage und gegen Kostenerstattung abgeben. Fragen zu diesem Projekt beantworte ich gerne.

lora@dl8lab.de

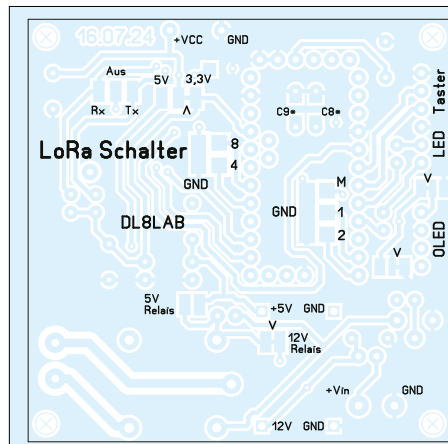


Bild 6: Lötseite des Sende- und des Empfangsmoduls mit den Positionen der Löt-pads für die Brücken

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Le Cren, A., F4GOH: APRS-Datenübertragung mit EPS32 und LoRa-Technologie. *FUNKAMATEUR* 73 (2024) H. 6, S. 454–456
- [2] Arduino: Arduino IDE. www.arduino.cc/en/software
- [3] BerryBase GmbH. www.berrybase.de → Suche: DEV-11114
- [4] Elektor Verlag GmbH: www.elektor.de → Suche: 18747
- [5] Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd: Datenblatt E32-400M20S. www.cdebyte.com/pdf-down.aspx?id=2390

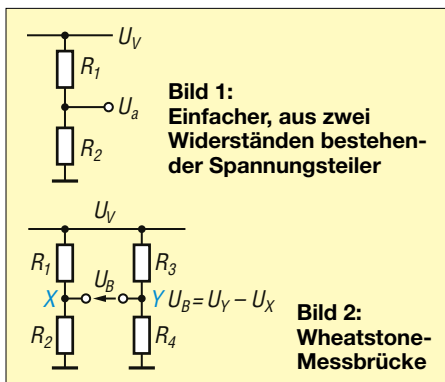
Ratiometrische Schaltungen

JAN ÜCKERSEIFER – DJ1UC

Das Ausgangssignal einer Schaltung weist häufig eine unerwünschte Abhängigkeit gegenüber Schwankungen der Betriebsspannung auf. Deren Einfluss auf empfindliche Anwendungen lässt sich jedoch vollständig unterdrücken, wenn die Schaltung zur Erzeugung des Ausgangssignals statt einzelner elektrischer Eingangsgrößen das Verhältnis zweier Größen zueinander auswertet. Der folgende Beitrag zeigt das Funktionsprinzip dieser ratiometrischen Schaltungen sowie typische Anwendungen zur Ausnutzung ihrer Vorzüge.

In Anwendungsfällen mit hoher Anforderung an die Präzision benötigen Schaltungen stabile Betriebsbedingungen. Oft sind einer Schaltung jedoch äußere Einflüsse überlagert, die ein Ausgangssignal verfälschen. Dies können zum einen Änderungen einer unzureichend stabilisierten Betriebsspannung sein, zum anderen aber auch von außen eingekoppelte Störsignale.

Durch die Anwendung sogenannter *ratiometrischer* Methoden lassen sich auf elegante Weise Schaltungen entwerfen, die immun gegenüber diesen Störungen sind und letztere vollständig ausblenden. Dies macht den Einsatz präziser und damit teurer Schaltungskomponenten zur Spannungsstabilisierung wie Spannungsregler oder Referenzspannungsquellen obsolet, welche lediglich den Symptomen, nicht aber den Ursachen unerwünschter Spannungsänderungen entgegenwirken.

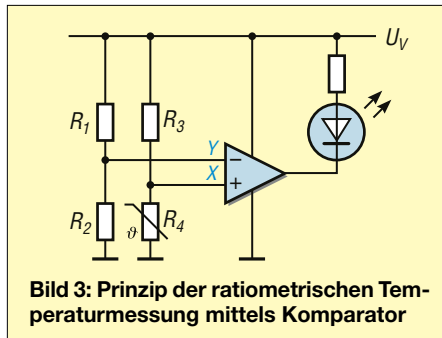


Grundprinzip

Als Ausgangspunkt zur Entwicklung *ratiometrischer* Schaltungen dient der einfache Spannungsteiler in Bild 1. Dessen Ausgangsspannung

$$U_a = U_V \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

steht durch die konstanten Widerstände R_1 und R_2 in einem festen Verhältnis zur Versorgungsspannung U_V , was beispielsweise zur Spannungseinstellung mittels Potenziometern genutzt wird.



Diese Schaltung bietet keinen praktischen Nutzen hinsichtlich der Unterdrückung von Störungen, da der Ausgang einer unerwünschten Änderung der Versorgungsspannung proportional folgt. Zielführender ist in diesem Zusammenhang die aus der Messtechnik bekannte *Wheatstone'sche Brückenschaltung*, siehe Bild 2. Diese erweitert Bild 1 um einen zusätzlichen Spannungsteiler und wertet die Brückenspannung

$$U_B = U_Y - U_X = U_V \cdot \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (2)$$

zwischen beiden Spannungsteilerabgriffen X und Y aus.

Charakteristisch für die Wheatstone-Brücke ist die Tatsache, dass sich das Verhältnis U_X/U_Y für feste Widerstandswerte R_1 bis R_4 bei Änderung der Versorgungsspannung nicht ändert. In praktischen Anwendungen ist mindestens einer der Brückenwiderstände variabel (sog. *Viertelbrücke*), um diese Änderung über die Brückenspannung zu erfassen. Für eine höhere Empfindlichkeit können zwei oder auch vier variable Brückenwiderstände eingesetzt werden. Man spricht dann von einer *Halb-* bzw. einer *Vollbrücke*.

Als konkretes Beispiel einer Viertelbrücke dient die Schaltung in Bild 3 zur Temperaturmessung mit einem NTC-Widerstand. Dort vergleicht ein Komparator die gegen Masse auftretenden Spannungen an den beiden Eingängen X und Y. Oberhalb einer bestimmten Grenztemperatur erfolgt die Aktivierung einer LED.

Ist das Verhältnis $U_X/U_Y < 1$, schaltet der Komparator die LED ein, bei $U_X/U_Y > 1$ wird sie deaktiviert.

Schreibt man mithilfe der Spannungsteilerregel dieses Verhältnis (lat. *ratio*) konkret auf entsprechend

$$\frac{U_X}{U_Y} = \frac{U_V \cdot (R_4/(R_3+R_4))}{U_V \cdot (R_2/(R_1+R_2))} = \frac{R_4/(R_3+R_4)}{R_2/(R_1+R_2)} \quad (3)$$

kürzt sich die Versorgungsspannung U_V im Gegensatz zu Gleichung (1) und (2) heraus. Die Ausgangsspannung des Komparators ist also bis auf seine interne Betriebsspannungsunterdrückung (engl. *power supply rejection ratio*, PSRR) unabhängig von der Versorgungsspannung. Sie hängt lediglich vom Wert des temperaturabhängigen NTC-Widerstands R_4 ab.

Das Grundprinzip ratiometrischer Schaltungen besteht folglich darin, den Einfluss einer potenziell störenden Größe zu eliminieren. Häufig handelt es sich hier um die Änderung der Versorgungsspannung. Dies geschieht, indem U_V durch zweckmäßige Schaltungsauslegung in gleicher Weise auf zwei Signale einwirkt, deren Verhältnis zueinander das Ausgangssignal bestimmt. Im vorliegenden Beispiel sind dies U_X und U_Y .

Dieses Prinzip ist verwandt mit der Unterdrückung von Gleichtaktstörungen, z. B. Mantelwellen auf einem Koaxialkabel. Auch hier wird der Einfluss zweier gleichsinnig auf ein Nutzsignal einwirkender Störsignale durch geeignete Entstörmaßnahmen, wie Gleichtaktfilter mit Ferriten oder differenzielle Übertragung des Nutzsignals, reduziert.

Oszillatoren

Ein weites Anwendungsgebiet ratiometrischer Schaltungstechnik sind Oszillatoren. Damit ein Oszillator frequenzstabil schwingt, benötigt er u. a. eine stabile Versorgungsspannung. Mit der Entwicklung integrierter Spannungsregler hat sich diese Problematik für den Schaltungsentwickler zwar deutlich vereinfacht, jedoch ist eine ratiometrische Lösung einfacher und auch effektiver. Bild 4 zeigt das Schaltbild eines Relaxationsoszillators zur Erzeugung eines Rechtecksignals. Es han-

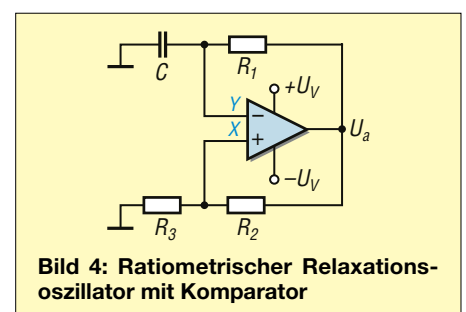
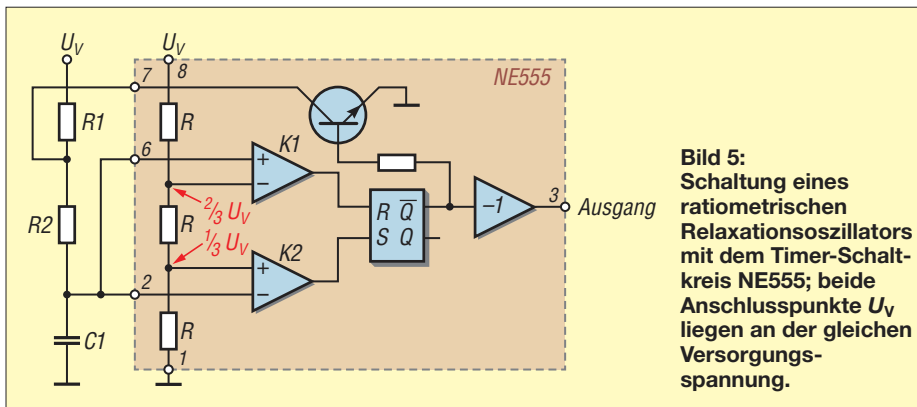
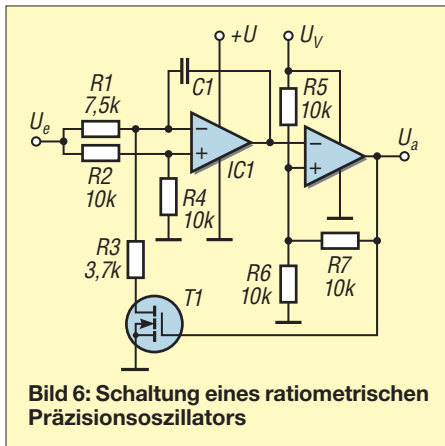


Bild 4: Ratiometrischer Relaxationsoszillator mit Komparator



delt sich um eine Kippschaltung, die analog zu Bild 3 auf einem Komparator basiert. Ist der Komparatorausgang in positiver Sättigung, wird Kondensator C so lange geladen, bis die Schaltschwelle des nicht invertierenden Eingangs erreicht ist. Nach Umschalten des Komparators in die negative Sättigung entlädt sich C bis zum



Erreichen der nun negativen Schaltschwelle, worauf der Komparator in positive Sättigung geht und ein neuer Schwingungszyklus beginnt.

Sowohl $U_X = U_a \cdot R_3 / (R_2 + R_3)$ am nicht invertierenden Eingang als auch die exponentiell verlaufende Spannung

$$U_Y = U_a \cdot (1 - e^{-t/(R_1 \cdot C)}) \quad (4)$$

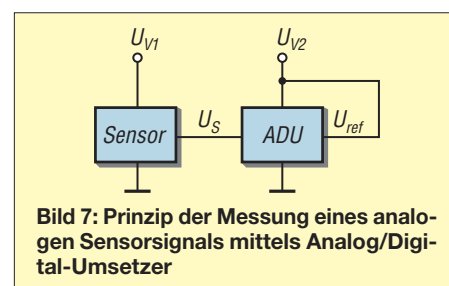
am Kondensator C sind hierbei proportional zur Ausgangsspannung U_a des Komparators. Da dieser das Verhältnis U_X/U_Y in Anlehnung an Gleichung (3) auswertet, liegt eine bezüglich U_a ratiometrische Schaltung vor. Periodendauer $T = 2,2 \cdot R_1 \cdot C$ bzw. zugehörige Frequenz $f = 1/(2,2 \cdot R_1 \cdot C)$ der Rechteckschwingung sind deshalb nicht von der Ausgangsspannung U_a abhängig [2].

Ähnliches gilt für viele Oszillatorschaltungen mit Timer-ICs, etwa jene mit dem Schaltkreis NE555 in Bild 5 [1]. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung setzt Komparator K2 das Flipflop. Der Ausgang an Pin3 geht infolgedessen auf

logisch *high* und Kondensator $C1$ kann sich wegen des geöffneten Transistors aufladen. Bei Erreichen des Wertes $2/3 \cdot U_V$ an Pin6 setzt Komparator K1 das Flipflop zurück, wodurch der Ausgang auf logisch *low* geht und sich der Kondensator über den nun durchgesteuerten Transistor auf den Wert $1/3 \cdot U_V$ entlädt. Daraufhin setzt K2 das Flipflop erneut und der Zyklus wiederholt sich. Da sich wie in Bild 4 sowohl die Spannung am Kondensator als auch die Vergleichsspannungen $U_V/3$ und $2U_V/3$ der Komparatoren proportional zur Betriebsspannung U_V verhalten, ist die Schwingfrequenz $f = 1,44 / ((R1 + 2 \cdot R2) \cdot C1)$ von dieser unabhängig [2], die Schaltung also ratiometrisch in Bezug auf U_V .

Ein subtileres Beispiel in Bild 6 zeigt einen Präzisionsoszillator [2], bestehend aus Integrator und Schmitt-Trigger, dessen Schaltschwellen durch seine Hysterese bei $U_V/3$ und $2 U_V/3$ liegen. Der Integrationskondensator $C1$ wird mit einem zur Eingangsspannung U_e proportionalen Konstantstrom geladen. Die entstehende rampenförmige Ausgangsspannung des Integrators wandelt der Schmitt-Trigger beim Erreichen seiner Schaltschwellen in ein Rechtecksignal um.

Ändern sich nun die Versorgungsspannung und damit auch beide Schaltschwellen, erreicht das rampenförmige Signal die Schwellen zu einem anderen Zeitpunkt, wodurch die Frequenz variiert. Wird jedoch die Eingangsspannung aus der Versorgungsspannung generiert ($U_e \sim U_V$), sodass die Rampe ihre Steilheit synchron zu den Schaltschwellen ändert, bleibt die



Frequenz konstant und es liegt ratiometrischer Betrieb vor.

Messtechnik

Analoge Messsignale werden zur Weiterverarbeitung wegen der mannigfaltigen Vorteile digitaler Signalverarbeitung üblicherweise diskretisiert. Dies bedeutet, dass man in festen zeitlichen Abständen Messwerte aufnimmt und diesen einen digitalen Wert zuordnet. Messsysteme verwenden hierzu häufig Mikrocontroller mit integriertem A/D-Umsetzer (ADU). Desse Auflösung ist jedoch meist nicht sehr hoch, weshalb für anspruchsvolle Messungen auf spezielle Schaltkreise zur A/D-Umsetzung zurückgegriffen wird.

Bild 7 zeigt eine Messanordnung zur Digitalisierung eines analogen Sensorsignals U_S mithilfe eines ADU, dessen Referenzspannung U_{ref} von einer externen Quelle geliefert wird. Als Referenzspannung wird dabei häufig die Betriebsspannung des ADU oder eine daraus abgeleitete niedrigere Spannung verwendet. Sensor und A/D-Umsetzer werden von den Spannungen U_{V1} und U_{V2} versorgt.

Bei der Speisung von Sensor und ADU-Referenzspannung aus der gleichen Spannungsquelle ($U_{V1} = U_{V2} = U_V$) bleibt das Messergebnis bei Änderungen der Versorgungsspannung U_V unbeeinflusst und es liegt ratiometrischer Betrieb vor. Dies zeigt sich am digitalen Ausgangssignal D eines ADU mit n Bit Auflösung gemäß

$$D = \frac{U_S}{U_{ref}} \cdot (2^n - 1). \quad (5)$$

Ähnlich zu Gleichung (3) wird hier das Verhältnis zweier Spannungen gebildet, deren gemeinsame Abhängigkeit von der Betriebsspannung sich insgesamt aufhebt. Dies gilt beispielsweise für eine Temperaturmessung mit einfachem Spannungsteiler oder Ausgangssignale von Brückenschaltungen gemäß Bild 8, wobei letztere zur A/D-Umsetzung üblicherweise mittels Differenz- bzw. Instrumentenverstärker in ein massebezogenes Signal umgewandelt werden. Diese Schaltung zur Auswertung der von der Versorgungsspannung abhängigen Differenz zweier Spannungen gemäß Gleichung (2) ist nicht zu verwechseln mit jener in Bild 3, die das von der Betriebsspannung unabhängige Verhältnis zweier Spannungen gemäß Gleichung (3) auswertet. Anzumerken ist weiterhin, dass bei der Zuführung der Referenzspannung aus einer externen Spannungsreferenz, z. B. LM385 oder TL431, keine ratiometrische Messung vorliegt, da die erzeugte Referenzspannung gegenüber Versorgungsänderungen stabilisiert ist.

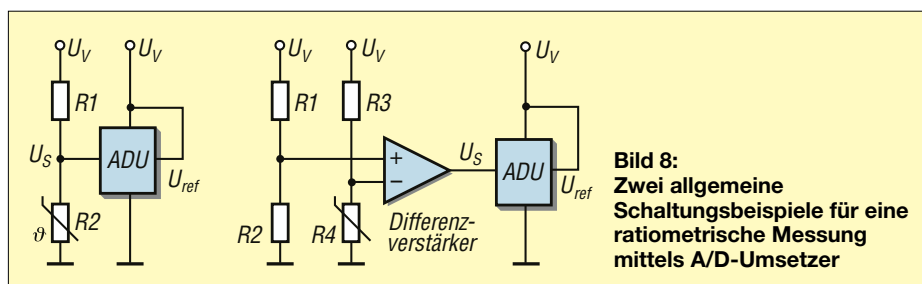


Bild 8:
Zwei allgemeine
Schaltungsbeispiele für eine
ratiometrische Messung
mittels A/D-Umsetzer

Es existieren außerdem Sensoren, die zwischen ratiometrischem und nicht ratiometrischem Betrieb umschaltbar sind [3]. Hierfür ist beispielsweise ein Spannungsregler zur Versorgung des Sensors vorgesehen, der bei ratiometrischem Betrieb zugunsten der Versorgungsspannung U_V überbrückt und bei nicht ratiometrischem Betrieb die Versorgung des Sensors übernimmt. Letzteres ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn der Sensor zu seinem Betrieb konstante Spannungen benötigt.

Um trotzdem eine stabile Messung zu ermöglichen, kann entweder die Referenzspannung stabilisiert oder aber ein ADU mit differenziellen Referenzspannungseingängen, z. B. AD7730, verwendet werden, welcher von Spannungsänderungen auf beiden Leitungen unbeeinflusst bleibt.

■ Fazit

Ratiometrische Verfahren sind ein einfaches Mittel, um mit relativ geringem

Aufwand Präzisionsschaltungen zu realisieren. Weitere Anwendungen liegen neben den vorgestellten Beispielen etwa bei Sensorschaltungen im Automobilbereich. Dort hängt die Versorgungsspannung oft vom Ladezustand des Akkumulators ab und ist von impulsförmigen Störungen überlagert, die beim Schalten induktiver Baugruppen im Bordnetz entstehen.

jan.ueckerseifer@gmx.de

Literatur

- [1] Böhmer, E.; Ehrhardt, D.; Oberschelp, W.: Elemente der angewandten Elektronik. 16. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Berlin 2010, S. 227, Bilder 1 und 3c
- [2] Horowitz, P.; Hill, W.: The Art of Electronics. 3. Auflage, Cambridge University Press, Cambridge 2015, S. 426, Bild 7.1; S. 429, Bild 7.9; S. 267, Bild 4.83; S. 239, Bild 4.39
- [3] Analog Devices: User Guide EVAL-ADAF1080-3EBZ/EVAL-ADAF108-6EBZ. www.analog.com/media/en/technical-documentation/user-guides/eval-adaf1080-ebz3-ebz6-ug-2068.pdf

Empfängerbausatz für Radio DARC auf 9670 kHz umrüsten

Seit Anfang des Jahres 2025 erfolgt die Ausstrahlung der Hauptsendung von *Radio DARC* nicht mehr aus Moosbrunn in Österreich auf 6070 kHz, sondern aus dem englischen Woofferton mit 125 kW auf 9670 kHz [1]. Auf der ursprünglichen Frequenz im 49-m-Band wird aber immer noch gesendet, allerdings aus Ingolstadt und nur mit 10 kW, siehe auch www.darc.de/nachrichten/radio-darc. Je nach Standort des Empfängers kann also ent-

weder auf der Frequenz im 31-m-Band oder auf der im 49-m-Band der bessere Empfang vorhanden sein.

Aus diesem Grund bieten die vom FA-Lesserservice mit der Bestellnummer *BX-073* ausgelieferten Bausätze dem Nutzer neuerdings die Möglichkeit, sich bei der Bestückung für die eine oder die andere Empfangsfrequenz zu entscheiden. Dabei geht es lediglich um drei Kondensatoren, die entsprechend unterschiedlich zu bestücken sind.

Die bislang ausgelieferten Empfängerbausätze waren für die frühere Hauptsendefrequenz 6070 kHz konzipiert [2]. Eine nachträgliche Umrüstung auf 9670 kHz ist jedoch problemlos möglich.

Der Eingangskreis des kleinen Radios besteht aus C2, C3 und L1, siehe Schaltungsauszug in Bild 1. Hier ist der für die Empfangsfrequenz 6070 kHz eingesetzte 68-pF-Kondensator C2 gegen einen 22-pF-Keramikkondensator auszutauschen. Danach lässt sich der Eingangskreis auf 9670 kHz abgleichen.

Der Oszillatorschwingkreis des Überlagerungsempfängers umfasst die Bauelemente C6, C7, L3 und VD1, siehe Schaltungsauszug in Bild 2. Damit dieser nicht mehr auf 6525 kHz, sondern auf der neuen Frequenz $f_O = f_E + f_{ZF} = 9670 \text{ kHz} + 455 \text{ kHz} = 10125 \text{ kHz}$ arbeitet, müssen C6 auf 22 pF und C7 auf 10 pF reduziert werden, bisher 82 pF bzw. 39 pF.

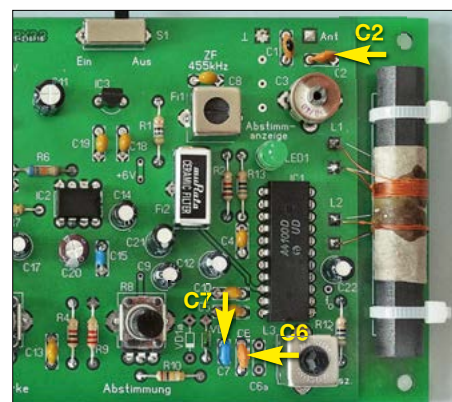


Bild 3: Die bei der Umrüstung von 6070 kHz auf 9670 kHz auszuwechselnden Bauelemente des Eingangs- und des Oszillatorschwingkreises sind gelb markiert.

Foto: FA

Die Position der betreffenden Kondensatoren auf der Platine geht aus Bild 3 hervor. Der nach dem Wechsel der Bauelemente durchzuführende Abgleich erfolgt prinzipiell genauso, wie in der Bauanleitung beschrieben, nur auf der entsprechend höheren Frequenz.

Hinweis: Die Vorgängerversion des Bausatzes hatte die Bestellnummer *BX-072* und war mit dem Empfängerschaltkreis TDA440 bestückt. Für den Empfang auf 9670 kHz sind dort C2 auf 22 pF, C6 auf 39 pF und C7 auf 10 pF zu verringern.

FA-Lesserservice
support@funkamateure.de

Literatur

- [1] Kuhl, H., DL1AX: Radio DARC ab 2025 aus Woofferton. *FUNKAMATEUR* 74 (2025) H. 1, S. 71
- [2] FA-Lesserservice: Neues vom KW-Radiobausatz für den Empfang von Radio DARC. *FUNKAMATEUR* 70 (2021) H. 7, S. 531

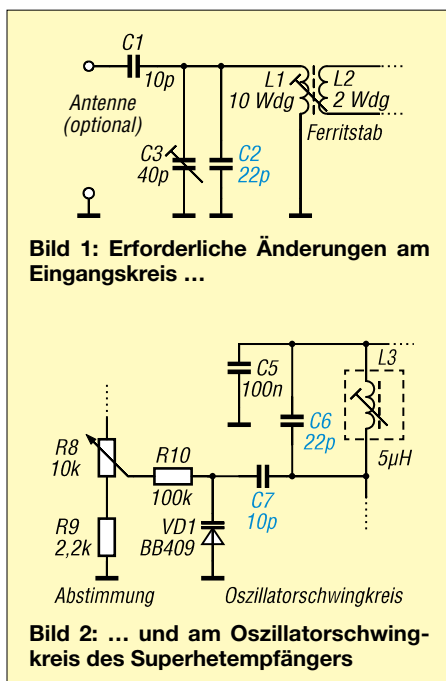


Bild 1: Erforderliche Änderungen am Eingangskreis ...

Bild 2: ... und am Oszillatorschwingkreis des Superhetempfängers

Manchester-Code – von den Grundlagen zur Anwendung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Die serielle Datenübertragung im Manchester-Code bietet die Möglichkeit, aus dem Datenstrom das Taktsignal direkt abzuleiten. Übertragungsfehler aufgrund zeitlicher Signalverzerrungen lassen sich damit vermeiden. Da kein Gleichspannungsanteil mehr vorhanden ist, sind z. B. Impulsübertrager zur galvanischen Trennung des Signalwegs einsetzbar. Nachfolgend werden die Grundlagen des Verfahrens erläutert und als Beispiel ein Versuchsaufbau zur optischen Datenübertragung beschrieben.

Zur sicheren Datenübertragung über ein beliebiges Medium nutzte man bereits vor mehr als 70 Jahren spezielle Codierungsverfahren. Eines davon entwickelte G. E. Thomas gegen Ende der 1940er-Jahre an der University of Manchester in England, wodurch sich auch dessen Bezeichnung erklärt. Die Codierung wurde bei der Datenübertragung von einem der ersten Rechner auf die damals üblichen sogenannten *Magnettrommeln* eingesetzt, da sich so

zen übereinstimmen sowie Änderungen der Baudrate vermieden werden. Abweichungen können sich beispielsweise durch leicht unterschiedliche, meist durch Quarzoszillatoren erzeugte Takte der in der Regel genutzten Mikrocontroller ergeben. Auch Temperaturschwankungen tragen ihren Teil bei.

Ein zusätzliches Problem kann bei der Funkkommunikation zwischen sich bewegenden Objekten entstehen. Der Öster-

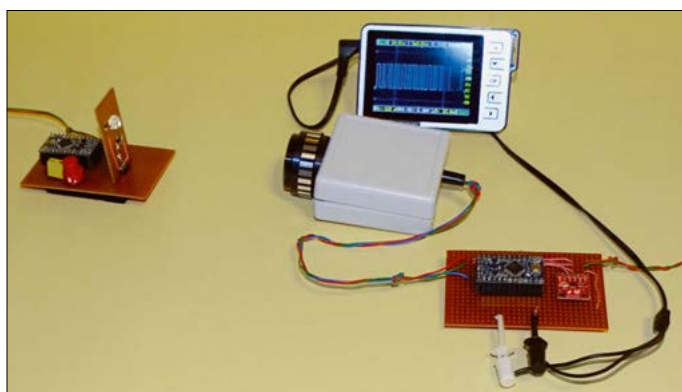


Bild 1:
Bei diesem Versuchsobjekt werden serielle Daten im Manchester-Code mithilfe zweier Mikrocontrollermodule als Infrarotimpulse übertragen.

Foto: Sander

die Einflüsse von Drehzahlschwankungen ausschließen ließen.

Aufgrund der hohen Zuverlässigkeit erlangte dieses Codiervorgang weltweite Verbreitung, zumal es sich auch zur Datenübertragung in der Funktechnik nutzen ließ. Ein Beispiel dafür sind die immer noch aktiven Raumsonden Voyager 1 und Voyager 2 der NASA, die seit ihren Starts im August und September 1977 Daten per Manchester-Code zur Erde senden.

Doch dieser Code kommt heutzutage immer noch bei mehreren Bussystemen und dem 10-MBit/s-Ethernet zum Einsatz, ebenso bei dem von Philips entwickelten RC5-Code, den Infrarot-Fernbedienungen verwenden.

■ Sichere Datenübertragung

Für eine fehlerfreie serielle Datenübertragung müssen auf der Sender- und Empfängerseite die Takt- und Abtastfrequen-

reicher Christian Doppler (1803 bis 1853) beschäftigte sich mit Physik, Mathematik und Astronomie. Er bemerkte, dass die Farbe des Lichts der Sterne etwas nach Rot oder nach Blau verschoben war, je nachdem, ob sie sich vom Betrachter weg oder auf ihn zu bewegten.

Wegen fehlender Technik zur Messung der elektromagnetischen Wellen des Lichts machte Doppler damals ein Gedankenexperiment, das als Basis für die entwickelte mathematische Formel diente. Er nahm an, dass ein fahrendes Boot im 1-s-Abstand Wellen erzeugt. Dann wäre deren Abstand in Fahrtrichtung kürzer als in der Gegenrichtung. 1842 veröffentlichte er diese Forschungsergebnisse, die seither als *Dopplereffekt* bezeichnet werden [1].

Der Naturforscher Christoph Buys Ballot testete 1845 diesen Effekt im Zusammenhang mit der Eisenbahn. Während ein Trompeter auf dem Zug den Ton G spielte,

hörten am Bahnhof stehende Menschen zu. Bei stillstehendem Zug war exakt der Ton G hörbar. Näherte sich der Zug den Zuhörern mit 70 km/h, lag er einen Halbton höher, es ertönte also ein Gis. Wenn sich der Zug mit gleicher Geschwindigkeit entfernte, war der Ton einen Halbton tiefer, also ein Ges.

Der Dopplereffekt tritt auch bei der Datenübertragung per Funk und sich bewegenden Sendern und Empfängern auf. Bild 2 zeigt dies vereinfacht. Die gesendete Bitfolge 010 101 010 ist grün dargestellt. Auf der Empfängerseite wird das erste Bit eine halbe Impulsdauer nach der ersten fallenden Flanke eingelesen. Danach erfolgt das Einlesen immer im zeitlichen Abstand der Dauer eines ganzen Bits.

Bewegen sich Datensender und -empfänger nicht, ergibt sich ein exaktes Empfangssignal. Jede Bewegung verursacht den Dopplereffekt. Bewegt sich der Sender auf den Empfänger zu, erhöht sich die Bit-Frequenz. In Bild 2 ist diese Kurve blau dargestellt. Wenn auf der Empfängerseite das Einlesen der Bits wieder im Bit-Abstand entsprechend der vorgegebenen Baudrate erfolgt, ergibt sich die fehlerhafte Bitfolge 010 110 100.

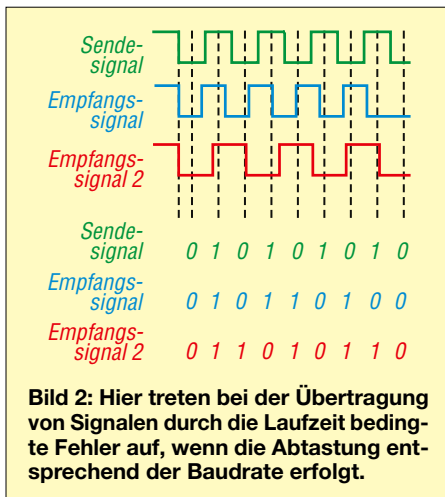
Entfernt sich der Sender vom Empfänger, reduziert sich die Bit-Frequenz. Das sich ergebende Empfangssignal ist in Bild 2 rot dargestellt. Erfolgt das Einlesen wieder entsprechend der Baudrate, ergibt sich mit 011 010 110 ebenfalls ein fehlerhaftes Signal.

Die NASA hatte bereits in den Anfangsjahren der Raumfahrt das durch den Dopplereffekt entstehende Problem erkannt und sich deshalb für die Datenübertragung mithilfe des Manchester-Codes entschieden.

■ Aufbau des Manchester-Codes

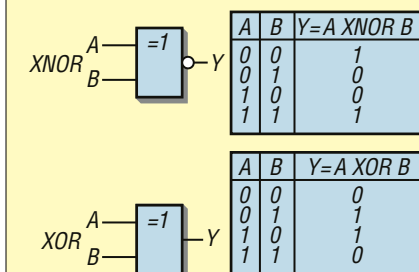
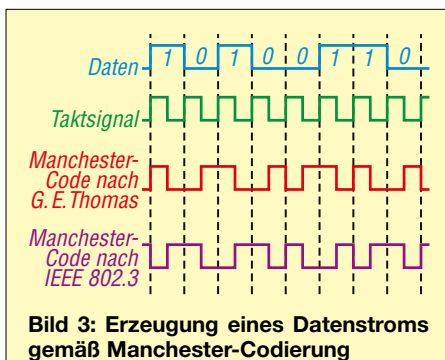
Für eine fehlerfreie serielle Übertragung müssen Sender und Empfänger synchron arbeiten. Um dies sicherzustellen, werden beim SPI- und I²C-Bus Daten- und Taktsignal über getrennte Leitungen übertragen. Bei direkter Umsetzung dieser Bussysteme in die Funktechnik und bei optischen Übertragungen wären die zusätzlich erforderlichen Kanäle schwierig oder gar nicht realisierbar.

Besser nutzbar ist der Manchester-Code. In dem zu übertragenden Signal sind die Daten und durch die Bitfolge auch das zugehörige Taktsignal enthalten. In Bild 3 sind das ursprüngliche Verfahren von G. E. Thomas und das später für Ethernet als Standard IEEE 802.3 festgelegte Prinzip dargestellt. Jedes Datenbit ist so lang wie



das aus einer Eins-Null-Folge bestehende Taktsignal. Soll als Datenbit 1 übertragen werden, dann wird beim ursprünglichen Manchester-Code in der Mitte des Bits von 1 auf 0 gewechselt. Bei einem Datenbit 0 erfolgt der Wechsel von 0 auf 1. Der Unterschied zwischen Manchester-Code und dem Standard IEEE 802.3 ist der umgekehrte Wechsel innerhalb eines Datenbits.

Vorteil des Manchester-Codes ist, dass es bei jedem Bit einen Pegelwechsel gibt. Dies erfolgt auch, wenn mehrere Bits mit gleichem Pegel übertragen werden. Bei der Übertragung eines Bytes mit 0000 0000 wird dem Codierungsprinzip nach G. E. Thomas folgend daraus 0101 0101 0101 0101. Der Vorteil gegenüber dem ursprünglichen Datensignal ist, dass mit den



Daten zeitgleich das Taktsignal übertragen wird. Nachteilig ist, dass die Datenrate bei gleicher Bandbreite des Übertragungskanaals nur halb so hoch sein darf.

Beide Datenströme lassen sich auf der Sendeseite sehr einfach erzeugen. Es genügen digitale Gatter mit der XOR- oder XNOR-Funktion.

Ein XOR-Gatter ist eine digitale Schaltung mit zwei Eingängen und einem Ausgang. Die Bezeichnung stammt aus dem Englischen *eXclusive OR* (dt: exklusives Oder). In Bild 4 sind das Schaltungssymbol und die Funktion dargestellt. Am Ausgang Y entsteht eine 1, wenn an einem Eingang eine 1 und am anderen eine 0 anliegt. Liegt an beiden Eingängen das gleiche Signal, wird am Ausgang 0 ausgegeben. Beispiele für ICs mit solchen Gattern sind SN74AHCT1G86, 74AHC1G86SE und CD4030.

Der Begriff XNOR kommt ebenfalls aus dem Englischen, in diesem Fall *eXclusive Not OR* (dt: exklusives Nicht-Oder). Schaltungssymbol und Funktion sind ebenfalls in Bild 4 dargestellt. Wenn an beiden Eingängen gleiche Pegel liegen, wird am Ausgang Y eine 1 ausgegeben, bei unterschiedlichen Pegeln eine 0. Die Funktion ähnelt der des XOR-Gatters, jedoch ist beim XNOR-Gatter ein zusätzlicher Inverter (NOT-Gatter) am Ausgang vorhanden. XNOR-Gatter sind ebenso als Schaltkreise verfügbar. Dazu gehören SN74HCS266DR, SN74LVC1G58DC KRE4 und CD4077.

Beim Vergleich der Bilder 3 und 4 ist erkennbar, dass ein einziges XOR- oder XNOR-Gatter zur Erzeugung des Manchester-Codes ausreicht. Über ein XNOR-Gatter wird der von G. E. Thomas entwickelte Code erzeugt, während es über ein XOR-Gatter der nach IEEE 802.3 ist. In beiden Fällen liegen Daten- und Taktsignal an den beiden Eingängen des Gatters. Zur Decodierung des Manchester-Codes, also der Rückgewinnung der Daten aus der Bitfolge, gibt es mehrere Varianten. In Bild 5 ist eine einfache Version als Blockschaltbild dargestellt. Bild 6 zeigt die zugehörige Signalverarbeitung [2].

Das nach dem Manchester-Code erzeugte Eingangssignal liegt an einem Eingang des XOR-Gatters. An dessen Ausgang steht das regenerierte Taktsignal an. Zur Signalverzögerung ist z. B. ein digitaler Zähler nutzbar. Die Verzögerungsschaltung wird zusätzlich getaktet und über den Signalpegel am Triggereingang TRG gesteuert. Das Signal wird so um eine drei viertel Bitlänge verzögert ausgelöst. Das damit erzeugte verzögerte Ausgangssignal und der aktuelle Ausgangszustand des

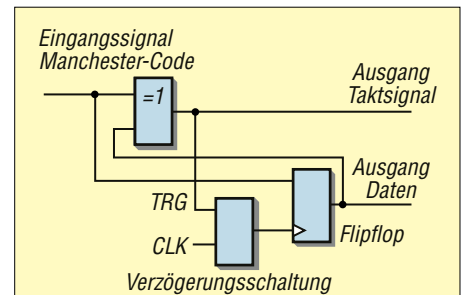
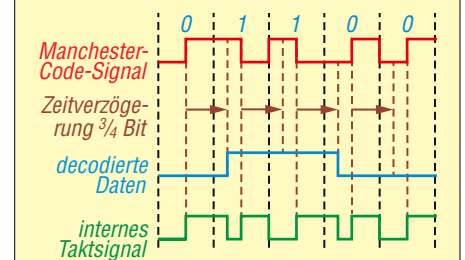


Bild 5: Blockschaltbild eines einfachen Manchester-Decoders



XOR-Gatters steuern das Flipflop, an dessen Ausgang das decodierte Datensignal liegt.

Die noch bis vor einigen Jahren hergestellten Schaltkreise HD6409 und RF600 für den Manchester-Encoder und -Decoder sind vom Markt weitgehend verschwunden. Hauptgrund dürfte sein, dass die immer stärker genutzten Mikrocontroller deren Funktion mit wenigen Quelltextzeilen nebenbei erledigen oder vereinzelt sogar spezielle Funktionsblöcke enthielten. Auf [2] stehen neben der Applikation AN2539 auch Quelltextsegmente zur Verfügung, die sich in eigene Projekte einbinden lassen. Auch die aktuelle lizenzierte Version von BASCOM AVR enthält bereits Funktionen des Manchester-Encoders und -Decoders, was die Programmierung vereinfacht.

Schaltungen

Anwendungsgebiete des Manchester-Codes sind u. a. die optische und die Funkübertragung digitaler Signale. In einigen der heutzutage hergestellten Funkmodule sind bereits entsprechende Übertragungsverfahren integriert, wenn auch nicht immer in den Datenblättern angegeben.

Das nachfolgend beschriebene, einfache Projekt nutzt die optische Übertragung mit LEDs und Fotodioden. Es lässt sich modifizieren und so für eigene Experimente und Selbstbauvorhaben nutzen.

Für den möglichst flexiblen Einsatz habe ich zwei getrennte Schaltungen entwickelt. In Bild 8 ist die Schaltung des Moduls dargestellt, das die Codierung und

Decodierung übernimmt. Der verwendete Mikrocontroller ATmega328P ist mit den Manchester-Code-Prozeduren jedoch nicht ausgelastet, sodass man weitere Steuerungsaufgaben integrieren kann. Um höhere Datenraten zu erreichen, wird er mit 16 MHz getaktet. Die Ein- und Ausgabe der codierten Signale erfolgt über die Pins TXD und RXD der UART-Schnittstelle des Mikrocontrollers.

Das Modul des optischen Senders und Empfängers ist an X5 des Mikrocontrollerplatine anzuschließen. Da der Einsatz möglichst universell sein sollte, sind weitere Pins des Mikrocontrollers auf Stiftleisten herausgeführt. An diese können beispielsweise Module zum Einlesen und zur Ausgabe von Daten angeschlossen werden, ebenso Sensoren und Tasten. Ebenso lassen sich darüber auch Relais oder Servomotoren ansteuern, wobei die dann erforderlichen Treiberstufen separat zu realisieren sind.

Die Ausgabe und das Einlesen digitaler Signale sind über X6 und X7 möglich. Die Pins PD2, PD3 und PD4 des Mikrocontrollers sind mit X6 verbunden, die Pins PB0, PB1 und PB2 mit X7. Über diese Anschlüsse lassen sich auch PWM-Signale ausgeben.

Die im Mikrocontroller integrierten Eingänge der A/D-Umsetzer sind über die Pins ADC01 und ADC1 erreichbar, die auf dem Steckverbinder X3 herausgeführt sind.

Bei der Verarbeitung analoger Signale ist der Einfluss von Störsignalen zu vermeiden, die durch digitale Teilschaltungen oder den Mikrocontroller entstehen können. Deshalb erfolgt die Spannungsversorgung der digitalen und analogen Teilschaltungen des Prozessors getrennt. Über den Anschluss VCC werden die digitalen Teilschaltungen versorgt, über AVCC die integrierten A/D-Umsetzer. Aus diesem Grund ist auch der analoge Eingang AREF für die Referenzspannung als separater

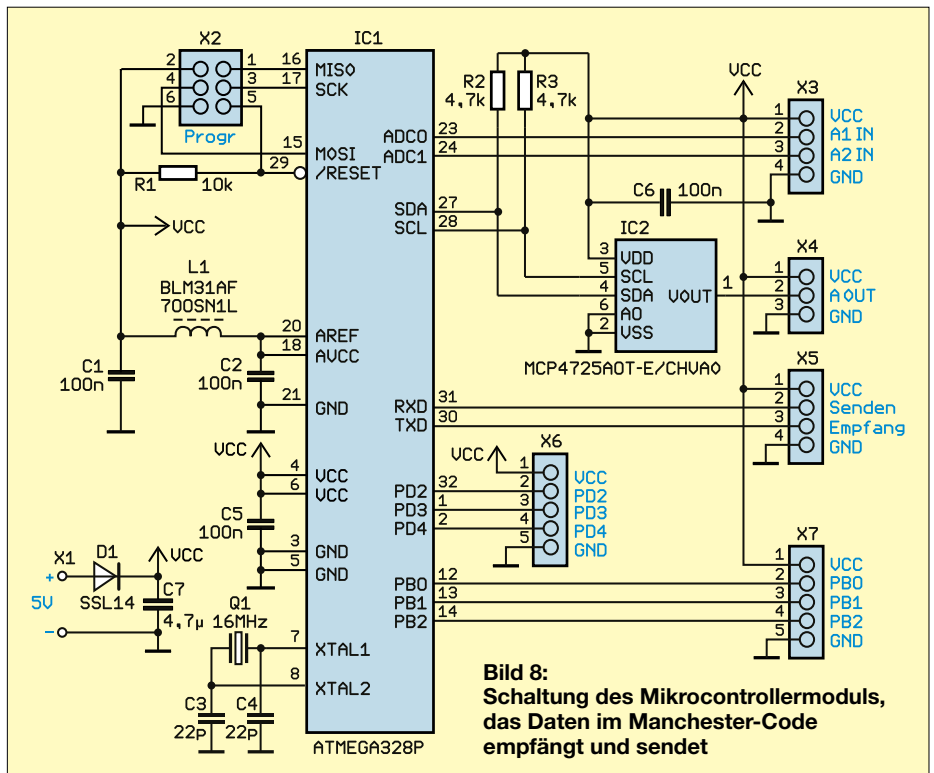


Bild 8: Schaltung des Mikrocontrollermoduls, das Daten im Manchester-Code empfängt und sendet

Anschluss verfügbar. Zur Vermeidung von Störsignalen werden AVCC und AREF über das aus C1, L1 und C2 bestehende Tiefpassfilter versorgt.

Für eine schnelle Umsetzung digitaler in analoge Signale habe ich den am I²C-Bus (Pins SDA und SCL) angeschlossenen D/A-Umsetzer MCP4275AOT-E/CHVAO eingebaut. Er besitzt eine Auflösung von 12 Bit und kann somit ein für viele Anwendungen ausreichend genaues Analogsignal ausgeben.

Die Schaltung des kombinierten optischen Senders und Empfängers ist in Bild 7 dargestellt. Die Kommunikation im Infrarotbereich ist bislang ohne Einschränkungen vom Gesetzgeber erlaubt. Zwar lassen sich beim Einsatz von Laserdioden große Reichweiten erzielen, doch durch die Verwendung leistungsstarker LEDs vermeidet man mögliche Gefahrensitua-

tionen, die bei Laserstrahlen auftreten können.

Die im Sender genutzte LED wird über den FM1617TA angesteuert. Dieser Transistor ist zwar nur im SMD-Gehäuse verfügbar, besitzt jedoch im durchgesteuerten Zustand einen sehr niedrigen Widerstand von etwa 50 mΩ zwischen Emittor und Kollektor. Dadurch lassen sich hohe Ströme verlustarm schalten. Bei Gleichstrom beträgt der Maximalwert 3 A. Als Spitzenstromimpuls sind sogar 12 A zugelassen, ohne dass der Transistor zu warm wird. Außerdem ermöglicht er durch die Schaltgeschwindigkeit von 120 MHz hohe Datenraten.

Die hier verwendete LED SFH4716A arbeitet auf einer Wellenlänge von 850 nm im nahen Infrarot. Der Abstrahlwinkel ist mit 150° relativ breit. Der dauerhaft zulässige Maximalwert des Flussstroms liegt bei 1,5 A. Bei Impulsen in entsprechenden Abständen darf der Strom auf 3 A erhöht werden. Bereits bei 1 A beträgt die Strahlungsleistung 350 mW/sr. Die Breite der Impulsflanken liegt bei 12 ns bis 15 ns. Selbst schnelle Impulssignale werden so zuverlässig ausgegeben, wodurch sich die LED für den Einsatz bei hohen Datenraten eignet.

In der Schaltung liegen parallel zur LED die Kontakte X2 und X3. Diese dienen für den externen Anschluss der LED. Ihr Platz auf der Platine muss in diesem Fall unbestückt bleiben. Eine separat angeschlossene LED lässt sich in vielen Fällen besser in ein Gehäuse integrieren.

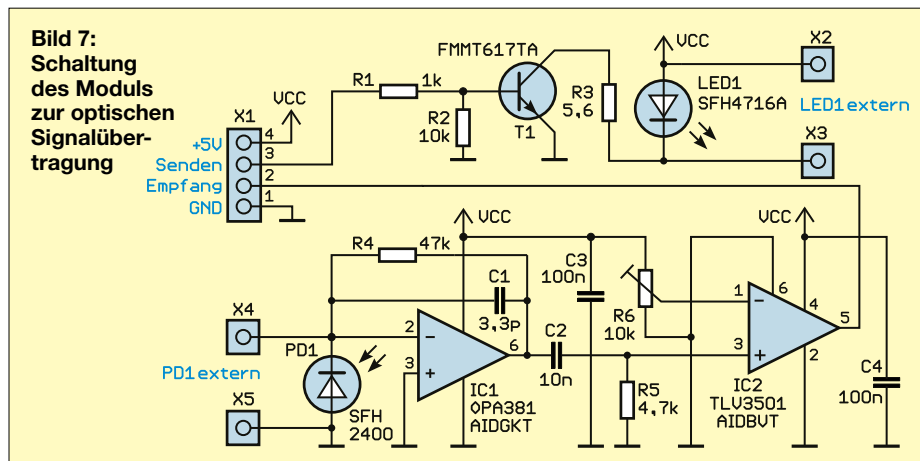


Bild 7: Schaltung des Moduls zur optischen Signalübertragung

Zum Empfang optischer Signale nutze ich die Fotodiode SFH2400. Diese kann man, ebenso wie die LED, direkt auf die Platine auflöten oder über die Steckverbinder X4 und X5 sowie kurze Drähte an einer gut geeigneten Stelle des Gehäuses positionieren. Die Fotodiode ist für den Spektralbereich von 750 nm bis 1100 nm geeignet, wobei das Maximum der Empfindlichkeit bei 900 nm liegt.

Der Fotodiode ist der OPA381 nachgeschaltet. In diesen Transimpedanzverstärker sind bereits nahezu alle erforderlichen Teilschaltungen integriert. Extern ist lediglich noch die Rückkopplung über R4 und C1 anzuschließen. Das Hochpassfilter mit C2 und R5 blendet Störsignale aus. Das von IC1 gelieferte analoge Signal wird vom Komparator TLV3501AIDBVT in ein digitales umgesetzt. Der Spannungspegel zur Umschaltung zwischen Low und High ist mittels R6 einzustellen.

X1 ist die Schnittstelle zum Mikrocontrollermodul. Über den Eingang *Senden* wird die LED angesteuert und über *Empfang* das Signal zum Mikrocontroller übertragen.

Die Versorgung der Baugruppe des optischen Sende- und Empfangsmoduls mit einer Spannung von 5 V erfolgt vom Mikrocontrollermodul aus. An Letzteres ist ein handelsübliches Steckernetzteil anzuschließen. Da die LED einen hohen Flussstrom benötigt, sollte dieses mindestens 2 A bereitstellen können.

Die Kombination beider Module ist sowohl als Datensender als auch -empfänger verwendbar. Für eine bidirektionale Übertragung sind daher jeweils zwei identische Module erforderlich.

Firmware

Da die Module universell für möglichst viele Anwendungen nutzbar sein sollen, habe ich mit dem Compiler BASCOM AVR lediglich die für das Steuerungsmodul zur optischen Übertragung mit dem Manchester-Code erforderlichen Routinen geschrieben.

Die Firmware wertet die an A1 von X3 liegende Spannung aus. Im einfachsten Fall ist zur Spannungseinstellung ein Potenziometer verwendbar, das zwischen VCC und GND geschaltet wird und dessen Schleifer mit A1 IN verbunden ist.

Die von der Gegenstelle empfangenen Analogwerte werden am Ausgang A OUT von X4 ausgegeben. Für Tests genügt es, dort ein Spannungsmessgerät anzuschließen.

Außerdem fragt die Firmware den Status einer zwischen PD2 und GND von X6 liegenden Taste ab. Nach dem Tasten-

druck liest der Mikrocontroller das analoge Signal ein und setzt es über den integrierten A/D-Umsetzer in einen digitalen Wert um. Danach wird dieser in Manchester-Code umgewandelt und über das optische Modul gesendet.

Bei weiterhin gedrückter Taste wandelt der Mikrocontroller zyklisch im Abstand von 10 s abwechselnd die Eingangsspannung in einen digitalen Wert um und gibt ihn aus. Das Drehen am Potenziometer auf der Senderseite bewirkt eine Gleichspannungsänderung am Empfängeranalogausgang. Dies lässt sich mithilfe eines Spannungsmessers beobachten.

Die Codierung und Decodierung des zu übertragenden Digitalsignals im Manchester-Code ist bei der aktuellen Lizenz-Version des Compilers BASCOM-AVR einfach realisierbar. Hierfür stehen die Befehle *Manchesterenc* für die Funktion als Encoder und *Manchesterdec* für die als Decoder zur Verfügung. Diese Befehle werden wie folgt genutzt:

$W = \text{Manchesterenc}(X)$

$Y = \text{Manchesterdec}(W)$

Wichtig ist, die Variablen X und Y als Byte und W als Word zu definieren. Das Absenden und der Empfang der digitalisierten Daten erfolgen über die allgemein bekannten Befehle *Print* und *Input*. Außerdem sind während der Initialisierung weitere Einstellungen vorzunehmen, u. a. für die Datenrate. Diese Funktionen sind in der von mir erstellten Firmware bereits enthalten.

Nachbau

Für beide Baugruppen habe ich zweiseitig kupferkaschierte Platinen entworfen. Deren Layouts stehen im Download-Bereich

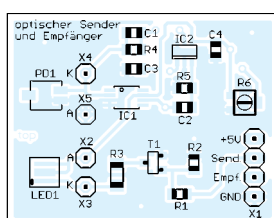


Bild 9: Bestückungsplan des optischen Senders/Empfängers; Abmessungen 36 mm x 28 mm

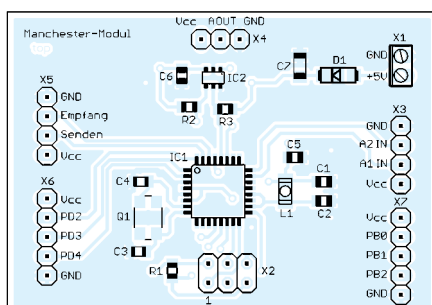


Bild 10: Bestückungsplan des Mikrocontrollermoduls; Abmessungen 57 mm x 40 mm

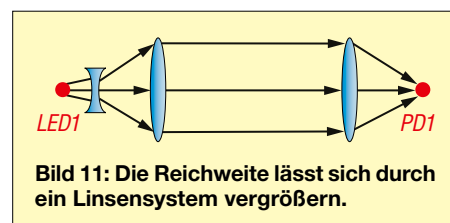


Bild 11: Die Reichweite lässt sich durch ein Linsensystem vergrößern.

reich auf www.funkamateurl.de zur Verfügung. Auf Anfrage sind sie bei [3] einzeln oder als Bausatz, das Steuerungsmodul mit programmiertem Mikrocontroller bestückt, erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Die Bestückungspläne sind in den Bildern 9 und 10 dargestellt. Die Bestückung erfolgt überwiegend mit SMD-Bauelementen. Doch dies sollte anhand der in [4] gegebenen Hinweise einfach möglich sein. Lediglich die Stiftleisten sind bedrahtet.

Wer die LEDs oder Fotodioden nicht direkt auf die Platine lötet, sollte auf möglichst kurze Verbindungsdrähte zu den Leiterplatten achten.

Für eine bidirektionale Übertragung sind je zwei Module erforderlich. Ich empfehle, die Fotodioden und LEDs in etwa 5 cm lange, innen schwarze Röhrchen einzusetzen, um so Streulicht aus der Umgebung fernzuhalten. Außerdem ist es sinnvoll, den Wellenlängenbereich zu begrenzen. Dafür eignen sich spezielle Infrarotfilter, die in gut sortierten Fotoläden erhältlich sind.

Die LED strahlt das Licht kegelförmig entsprechend dem Abstrahlwinkel ab. Ebenso nimmt die Fotodiode aus einem größeren Segment Licht auf. Die überbrückbare Entfernung lässt sich auf bis zu 500 m vergrößern, wenn man in beide Übertragungsstrecken jeweils ein optisches System mit Linsen einfügt. Dieses bündelt das Licht der LED, sodass die Lichtstrahlen nahezu parallel verlaufen. Auf der Seite der Fotodiode fokussiert ein weiteres Linsensystem auf die relativ kleine aktive Fläche der Diode. Das Prinzip des in Bild 11 dargestellten optischen Systems wurde bereits in [5] beschrieben.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Dopplereffekt leicht verstehen und selbst testen. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 9, S. 846–848
- [2] Infineon: Manchester Decoder Using PSoC 1 – Application Note AN2358. www.infineon.com/cms/en/search.html?term=AN2358
- [3] Sander Electronic: www.sander-electronic.de
- [4] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871
- [5] Sander, K.: Experimente mit Licht zur drahtlosen Sprachübertragung. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 5, S. 374–377

QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (1)

ANDREAS LINDENAU – DL4JAL

Ein Transceiver zählt unter Funkamateuren zweifellos zu den anspruchsvollen Selbstbauvorhaben. Dies gilt insbesondere dann, wenn er für alle KW-Bänder konzipiert ist, wie der hier vorgestellte BM10. Bei diesem kleinen Funkgerät erfolgt der Bandwechsel mithilfe von Steckmodulen. Die Sendeleistung beträgt maximal 5 W. Zur Ausstattung gehören ein grafisches OLED-Display zur Frequenz- und Betriebsanzeige sowie ein Morse-Keyer, der den direkten Anschluss einer Paddle-Taste erlaubt.

Der in den 1990er-Jahren von Wilderness Radio produzierte Bausatz des QRP-Transceivers Sierra hatte mir schon damals gut gefallen. Er war mit Steckmodulen ausgerüstet, was den Bandwechsel zwar etwas umständlicher machte, aber den gro-

mit deutlich einfacher gelöst, was der Nachbausicherheit zugutekam [1].

Konzeptidee

Ich nahm mir vor, etwas Ähnliches zu entwickeln, allerdings mit moderneren Bau-



Ben Vorteil hatte, dass kein Umschalter nötig war und die damit verbundenen Kontaktprobleme entfielen. Gleichzeitig war die konstruktive Seite des Bausatzes da-

elementen und den technischen Möglichkeiten der heutigen Zeit. So wollte ich z.B. den damals verwendeten VFO nicht einfach nachbauen, sondern durch ein

Tabelle 1: Technische Daten des QRP-Transceivers BM10	
Frequenzbereich	alle KW-Amateurfunkbänder sowie 160 m
Abstimmungsschrittweite	1 Hz, 10 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1 kHz
Sendearart	A1A (CW)
Sendeleistung	≤ 5 W (einstellbar)
Empfängerprinzip	Einfachsuperhet
Zwischenfrequenz	9,215 MHz
6-dB-Bandbreite	≈ 500 Hz
Empfindlichkeit (MDS)	≤ -126 dBm @ 500 Hz
Versorgungsspannung	12 V (10 ... 14 V)
Stromaufnahme	≤ 90 mA (RX) ≤ 1 A (TX)
Abmessungen (B × H × T)	103 mm × 56 mm × 140 mm (ohne Buchsen und Drehknöpfe)
Sonstiges	OLED-Grafikdisplay zur Frequenz- und Betriebsanzeige, eingebauter Keyer

Bild 1: QRP-CW-Station mit dem Eigenbau-Transceiver BM10; im Kästchen neben dem Gerät befinden sich die Bandmodule.

Fotos: DL4JAL

Si5351-Modul ersetzen. Für die Ablaufsteuerung bot sich der Einsatz eines Mikrocontrollers an. Die Schaltung der Steckmodule für den Wechsel des Amateurfunkbands könnte deutlich einfacher ausfallen, da keine bandspezifische Frequenzaufbereitung für den Sendezweig nötig ist. Es wären pro Band praktisch nur noch entsprechende Filter für den Sende- und Empfangsweg erforderlich. Außerdem ließen sich viele zusätzliche Funktionen per Software integrieren.

Ich habe diese Idee verwirklicht und herausgekommen ist ein Eigenbaufunkgerät, dem ich die Bezeichnung *QRP-CW-Transceiver BM10* gab, Bild 1.

Blockschaltbild

In Bild 2 ist das Blockschaltbild des Transceivers *BM10* zu sehen. Der Empfänger ist ein Einfach-Superhet mit ZF-Quarz-

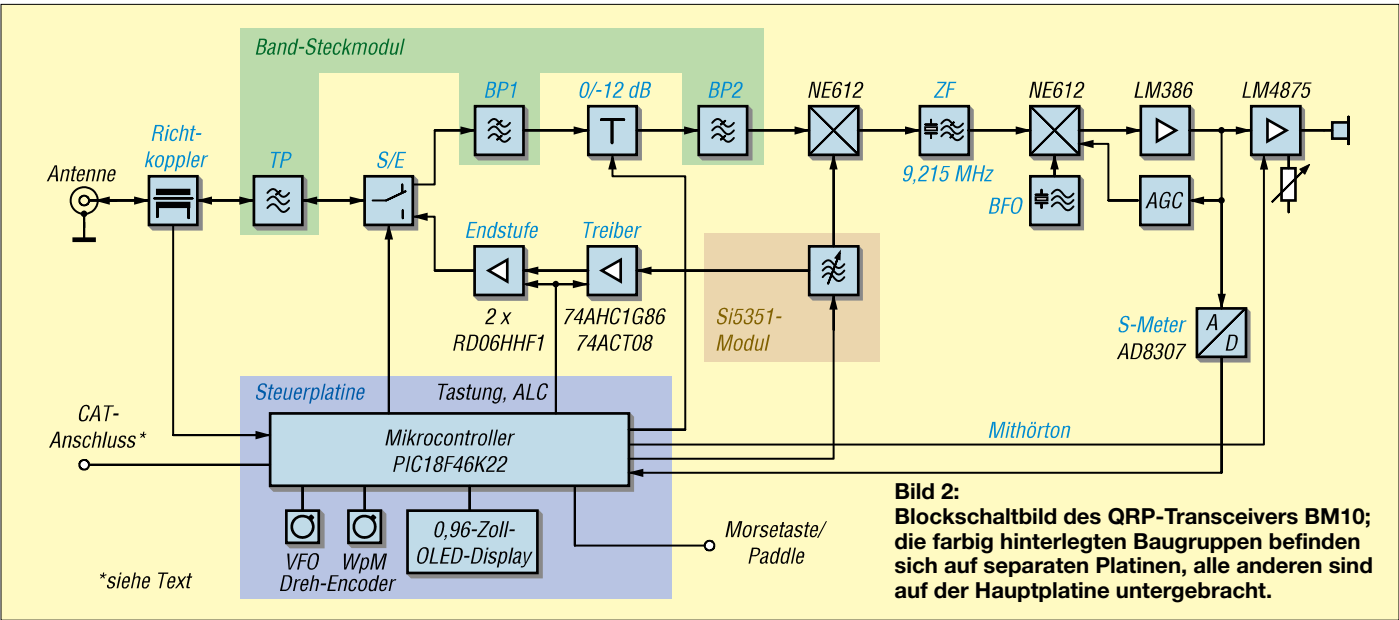


Bild 2: Blockschaltbild des QRP-Transceivers BM10; die farbig hinterlegten Baugruppen befinden sich auf separaten Platinen, alle anderen sind auf der Hauptplatine untergebracht.

filter und klassischem Produktdetektor mit BFO. Die relativ hohe Zwischenfrequenz erleichtert die Spiegelfrequenzunterdrückung und das eingesetzte Quarz-Abzweigfilter gewährleistet eine gute Nahselektion.

Am Eingang sind zwei Bandpassfilter angeordnet, die Außerbandsignale vom Mischer fernhalten. Das Empfangssignal durchläuft auch das Sendetiefpassfilter, welches damit auch zur Spiegelfrequenzdämpfung beiträgt. Die automatische Verstärkungsregelung reagiert auf den NF-Pegel und wirkt auf den zweiten Mischer. Ein S-Meter ist ebenfalls eingebaut.

Die gesamte Frequenzaufbereitung des Geräts erfolgt mithilfe des Synthesizerschaltkreises Si5351, der sich auf einer separaten Modulplatine befindet und vom Mikrocontroller gesteuert wird.

Die Endstufe arbeitet mit den robusten HF-MOSFETs vom Typ RD06HHF1. Sie erreicht damit auf allen Bändern zuverlässig eine Sendeleistung von 5 W.

Der Bandwechsel erfolgt durch den Austausch des steckbaren Bandmoduls.

Für die Frequenz- und Betriebsanzeige habe ich ein grafisches OLED-Display mit 0,96 Zoll Diagonale und 128 × 64 Pixeln vorgesehen. Die Bedienung des Geräts

erfolgt mit zwei mechanischen Drehgebern, einem Potenziometer und zwei Tasten, wobei ein Dreh-Encoder ohne Rastung für den VFO-Knopf vorgesehen ist. Die meisten der in Bild 2 dargestellten Baugruppen des Senders und Empfängers befinden sich auf der Hauptplatine des Transceivers, deren Schaltplan in Bild 3 zu sehen ist.

Empfänger

Der Einfach-Superhet arbeitet mit einer Zwischenfrequenz von 9,215 MHz. Als Mischer-IC verwende ich den Typ NE602 bzw. NE612. Dieser wird zwar nicht mehr

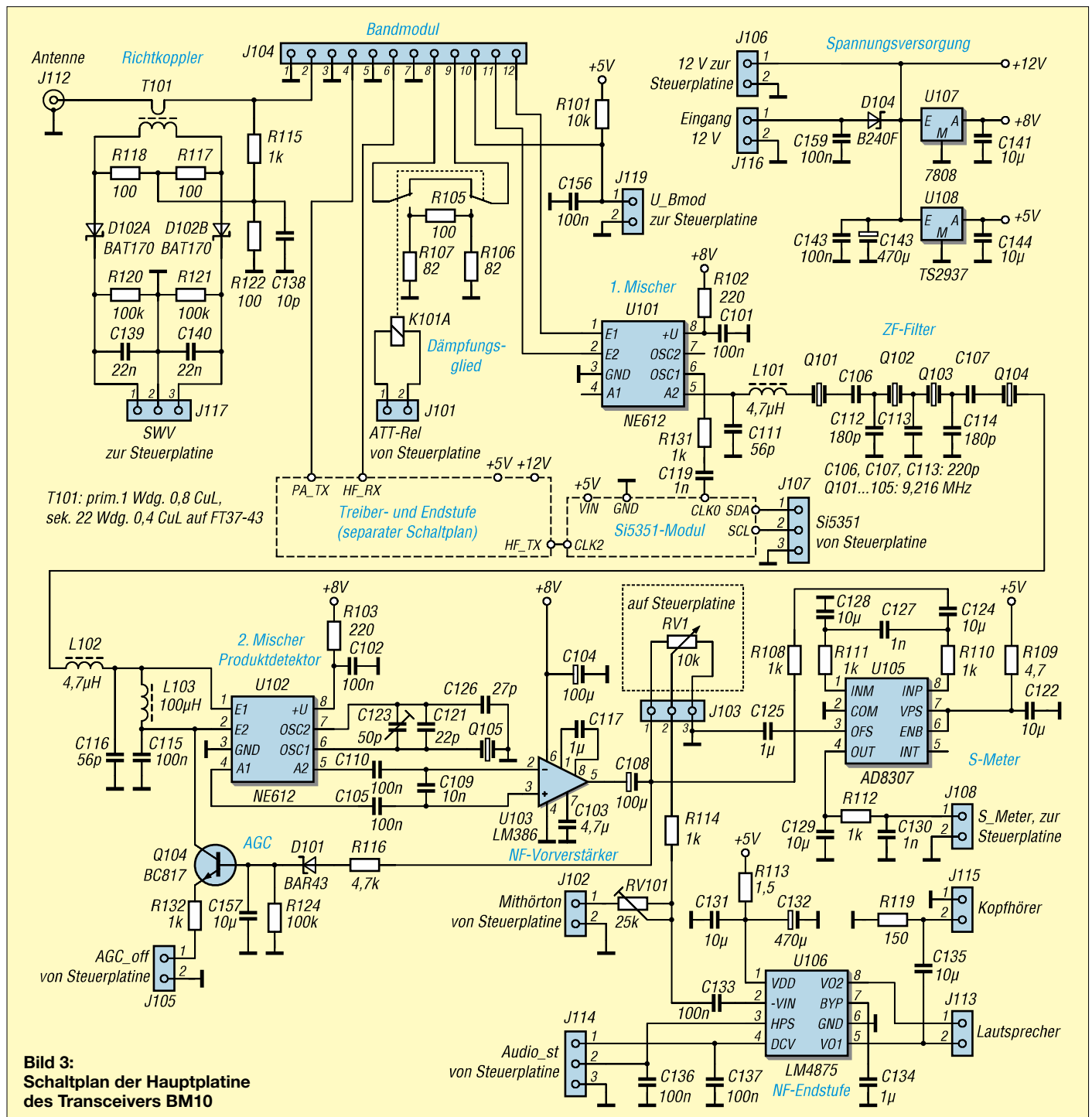
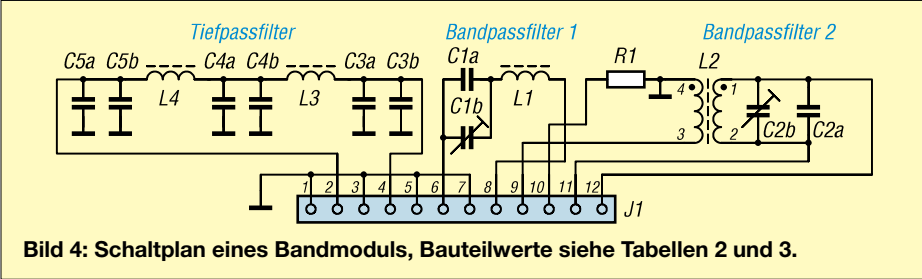


Tabelle 2: Bauteilwerte und Wickelvorschriften für die Spulen der Bandmodule										
Bauteil	Amateurfunkband [m]									
	160	80	60	40	30	20	17	15	12	10
C1, C2 [pF]	80	39	40	36	47	44	45	30	25	20
L1, L2 (1-2) [µH]	97	50	22	14	5,2	2,9	1,7	1,9	1,6	1,6
Kern	FT37-61	FT37-61	FT37-61	FT37-61	T37-2	T37-2	T37-6	T37-6	T37-6	T37-6
Wdg.	42	30	20	16	36	27	24	25	23	21
CuL [mm]	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
L2 (3-4), Wdg.	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2
C3, C5 [pF]	1657	963	591	499	345	259	197	173	143	125
C4 [pF]	2853	1659	1019	859	594	446	340	297	246	216
L3, L4 [µH]	4,95	2,88	1,77	1,49	1,03	0,77	0,59	0,52	0,43	0,38
Kern	T37-2	T37-2	T37-2	T37-2	T37-2	T37-6	T37-6	T37-6	T37-6	T37-12
Wdg.	35	26	20	18	15	15	13	12	12	14
CuL [mm]	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5



produziert, ist aber noch relativ gut verfügbar, z. B. bei [2]. Die Funktion des abstimmbaren Lokaloszillators (LO) übernimmt ein Si5351-Modul. Hierbei handelt es sich um eine kleine, handelsübliche Platine, auf der sich der Synthesizer-Schaltkreis und einige periphere Bauelemente wie z. B. der Referenz-Quarzoszillator befinden. Durch den Einsatz dieses Moduls entfällt die Notwendigkeit des Auflötens des winzigen SMD-IC auf die Hauptplatine des Transceivers. Der LO arbeitet oberhalb der Empfangsfrequenz.

Empfangssignalweg

Das von der Antenne kommende Empfangssignal gelangt zur Koaxialbuchse auf der Hauptplatine und von dort über den Richtkoppler weiter zum Tiefpassfilter im Bandmodul. Dieses Filter dient hauptsächlich der Oberwellendämpfung des Sendesignals. Es verbessert jedoch auch die Spiegelfrequenzunterdrückung beim Empfang. Im Signalweg folgt die Sende-Empfangs-Umschaltung am Ausgang der Senderendstufe auf der Hauptplatine, bevor das Empfangssignal wieder zurück zum Bandmodul geführt wird. Dort durchläuft es einen Serienschwingkreis (Saugkreis), in Bild 4 als *Bandpassfilter 1* bezeichnet. Dessen Durchlassbereich umfasst im Wesentlichen das betreffende Amateurfunkband. Anschließend gelangt das Empfangssignal wieder zurück zur Hauptplatine und an den Eingang des dort befindlichen 12-dB-Dämpfungsglieds. Dieses wird mittels

Relais Rel1 zugeschaltet oder überbrückt. Die Steuerung übernimmt der Mikrocontroller, dazu weiter unten mehr. Das Dämpfungsglied soll die Übersteuerung des ersten Mischers durch sehr hohe Eingangspegel verhindern. Vom Ausgang des Dämpfungsglieds wird das Empfangssignal wieder auf das Bandmodul geführt und durchläuft dort einen zweiten Selektionskreis, das *Bandpassfilter 2* in Bild 4. Dieser Parallelschwingkreis hat mehrere Funktionen. Er selektiert die Empfangsfrequenz, transformiert



Bild 5: Steckmodul für das 40-m-Band mit den Ringkernspulen der Tief- und Bandpassfilter; die SMD-Kondensatoren befinden sich auf der Rückseite der Platine.

die Impedanz von 50 Ω auf etwa 1,5 kΩ und dient zur symmetrischen Ansteuerung des ersten Mischereingangs an dessen Pins 1 und 2. Die Mischverstärkung beträgt etwa 17 dB. Das Empfangssignal wird auf eine ZF von 9,215 MHz gemischt. Am Mischerausgang Pin 5 sorgt die Kombination aus C111 und L101 für die Impedanzanpassung an das Quarz-Abzweigfilter.

Dieses besitzt eine Ein- und Ausgangsimpedanz von je etwa 60 Ω. Die Impedanztransformation von 1,5 kΩ auf 60 Ω ist notwendig, um die Verluste und damit die Dämpfung zu minimieren. Am Ausgang des Quarzfilters wird mit L102 und C116 wieder auf 1,5 kΩ herauftransformiert, da der Eingang des zweiten Mischers an den Pins 1 und 2 wieder hochohmig ist. Der zweite Mischer arbeitet als Produktdetektor. Er mischt das BFO- mit dem ZF-Signal in die NF-Frequenzlage. Es entsteht ein Überlagerungston mit etwa 800 Hz. Das NF-Signal liegt am Eingang des als Vorverstärker genutzten LM386. Dieser ist so beschaltet, dass die maximale Verstärkung von etwa 46 dB wirksam wird. Sein niederohmiger Ausgang ist für das schnelle Reagieren der automatischen Verstärkungsregelung (AGC) erforderlich. Der 10-µF-Kondensator C157 in der AGC lädt sich dadurch ausreichend schnell auf. Am Ausgang des LM386 befindet sich auch das 10-kΩ-Potenzio­meter RV1 zur Einstellung der Lautstärke. Es besitzt eine logarithmische Kennlinie. An diesem Schaltungspunkt erfolgt auch der Abgriff des Pegels für die S-Meter-Anzeige. Ein logarithmischer Detektor vom Typ AD8307 setzt diesen in eine proportionale Spannung um, die von der Software des Mikrocontrollers ausgewertet wird. Der Schleifer des Lautstärkepotenziometers führt zur NF-Endstufe, die mit einem LM4875 bestückt ist. Die Grundverstärkung dieser Stufe ist mit der an Pin 4 anliegenden Gleichspannung voreingestellt. Diese stammt vom zweiten PWM-Ausgang des Mikrocontrollers und lässt sich vom Nutzer in den Menü­einstellungen der Software definieren. Der LM4875 arbeitet als Brückenverstärker auf den Lautsprecheranschluss J113. Per Software lässt sich im vorliegenden Fall ein Zweig des Brückenverstärkers über Pin 3 ein- bzw. ausschalten. Ich habe bei meinem Mustergerät einen sehr kleinen Lautsprecher mit nur 28 mm Durchmesser verwendet. Die Möglichkeit der Abschaltung per Software hat sich als sehr komfortabel erwiesen. An dem Verstärkerzweig, der nicht abschaltbar ist (Pin 5), liegt der Kopfhörerausgang J115.

Bandmodule

Der Schaltplan der Bandmodule ist in Bild 4 zu sehen. Er konnte dank der im Vergleich zum historischen Vorbild deutlich komfortableren Frequenzaufbereitung mittels Si5351 sehr einfach gehalten

werden. Wie schon erwähnt, befinden sich auf dem Bandmodul nur das entsprechende Tiefpassfilter sowie zwei Bandfilter für den Empfänger. Das Tiefpassfilter besteht aus zwei Ringkernspulen und drei Kondensatoren, deren Werte sich gegebenenfalls aus der Parallelschaltung von zwei Bauelementen ergeben.

Jedes Bandmodul ist mit einem anderen Widerstandswert für R1 bestückt. Zusammen mit R101 auf der Hauptplatine des Transceivers ergibt sich dort ein Spannungsteiler, der am Steckverbinder J119 eine bandabhängige Spannung ausgibt, siehe Tabelle 3. Diese wird vom A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers ausgewertet, um zu bestimmen, welches Bandmodul gesteckt ist.

Durch geschickte Aufteilung der Widerstandswerte der E12-Reihe war es möglich, zehn verschiedene, weit genug auseinanderliegende Spannungswerte zu erzeugen, ohne spezielle Widerstände der Reihen E24 oder höher nutzen zu müssen.

Tabelle 3: Bandabhängige Gleichspannung am Steckverbinder J119

Bandmodul [m]	R1 [kΩ]	U_{J119} [V]
160	0	0
80	1,0	0,45
60	2,2	0,90
40	3,9	1,40
30	5,6	1,79
20	8,2	2,25
17	12	2,73
15	18	3,21
12	27	3,65
10	47	4,12
(kein Modul)	–	5,00

Quarz-Abzweigfilter

Das ZF-Filter habe ich mit 9,216-MHz-Quarzen der Bauform HC49/U aufgebaut. Beim Design war mir das Programm *Dishal* von Horst Steder, DJ6EV, eine große Hilfe [3]. Nachdem ich die Quarze mit dem Netzwerkanalysator ausgemessen hatte, konnte ich mit *Dishal* erst einmal simulieren, ob das Filter mit diesen Quarzen

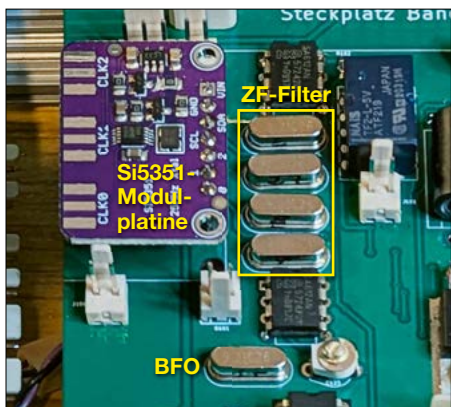


Bild 6: Filterquarze des ZF-Filters auf der Hauptplatine des Transceivers

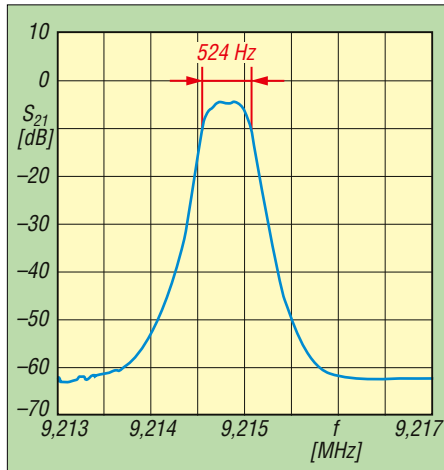


Bild 7: Durchlasskurve des Quarzfilters mit eingezeichneter 6-dB-Bandbreite bei direkter Messung

überhaupt funktionieren würde. Das Programm lieferte auch die Werte der Filterimpedanz und der Kondensatoren. Nach dem Aufbau des Filters habe ich dessen Durchlasskurve mit dem FA-NWT2 gewobbelt. L101 und L102 wurden dazu ausgelötet und das Filter direkt an den Ein- bzw. Ausgangsport des Netzwerktesters angeschlossen. Das Ergebnis ist in Bild 7 zu sehen.

Nach der Fertigstellung des Transceivers habe ich dessen gesamte Durchlasskurve bei einer eingestellten Arbeitsfrequenz von 7030 kHz aufgenommen. Den NWT-Ausgang schloss ich am Antenneneingang des Transceivers an und dessen Kopfhörerausgang wiederum über einen NF-Messkopf an den NWT-Messeingang. Bei abgeschalteter Verstärkungsregelung (AGC) und mit einer Schrittweite von 2 Hz sowie langen Zeitabständen zwischen den Messpunkten erhielt ich eine Wobbelkurve gemäß Bild 8, deren Form mit der des separat gemessenen Quarzfilters in Bild 7 weitgehend übereinstimmte. Die Filterbandbreite betrug ungefähr 500 Hz, ist also genau richtig für einen CW-Empfänger.

Automatische Verstärkungsregelung

Ursprünglich wollte ich eine ganz einfache Regelung (AGC) mit einer LED-Rückführung einsetzen, so wie im SST-Transceiver von *Wilderness Radio*. Diese Art der AGC besaß aus meiner Sicht aber zu viele Nachteile. Die von mir gewählte Variante funktioniert besser, ist sehr einfach und trotzdem wirkungsvoll.

Normalerweise ist es nicht möglich, die Verstärkung des NE612 herabzuregeln. Findige Köpfe haben aber herausgefunden, dass die Verstärkung des Mixers sinkt, wenn man das Gleichspannungspotenzial an den Pins 1 und 2 gleichzeitig

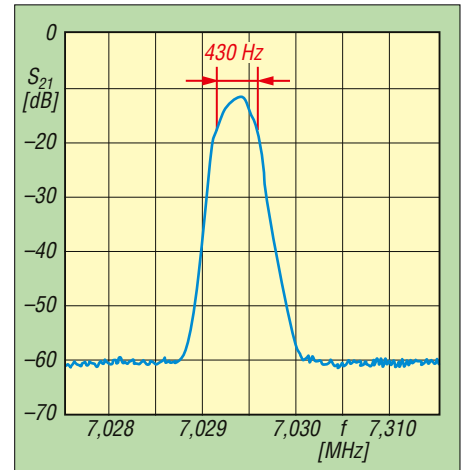


Bild 8: Selektionskurve des Empfängers mit markierter 6-dB-Bandbreite bei der Messung im 40-m-Band

absenkt. Diesen Effekt nutze ich mit meiner AGC. Die Gewinnung der Regelspannung funktioniert wie folgt: Das NF-Signal am Ausgang des LM386 wird mit einer Schottky-Diode gleichgerichtet und die entstehende Gleichspannung mithilfe des 10-μF-Kondensators C157 geglättet und gespeichert. Ist deren Wert hoch genug, steuert der Transistor Q104 durch und zieht mit seinem Kollektor das Gleichspannungsniveau an den Pins 1 und 2 von U102 (NE612) gegen Masse. Infolgedessen sinkt die Verstärkung des Produktdetektors. (wird fortgesetzt)

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Zenker, P., DL2FI: Sierra: Multiband-QRP-Transceiver-Bausatz mit Steckmodulen. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 2, S. 148–151
- [2] FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72 bzw. www.funkamateurl.de → Online-Shop
- [3] Bartels, J., DK7JB: Quarze und Quarzfilter von Horst, DJ6EV, Filter-Programm Dishal2052. www.bartelsos.de/filter/quarzfilter/quarzfilter-dj6ev

Nachlese

■ Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe für den KW-Bereich FA 12/24, S. 972–973

Die Diode links von R8 in Bild 4 muss die Bezeichnung D5 tragen.

■ Gibt es bei NF-Verstärkern wirklich einen „Röhrensound“? FA 6/24, S. 465–469

In Bild 10 wurden beim BF245A die Bezeichnungen des Drain- und Source-Anschlusses versehentlich vertauscht.

Alle bekannt gewordenen Fehler werden umgehend in der digitalen Ausgabe und im FA-Jahrgangs-PDF korrigiert.

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (2)

RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Nach der Vorstellung des technischen Konzepts im ersten Teil des Beitrags folgt nun die Beschreibung weiterer Komponenten der internen Transceiverbaugruppe einschließlich des Zusammenbaus. Anschließend geht es um den externen Teil des Transceivers und die darin eingesetzten Module und Komponenten.

Würde man das 2,4-GHz-Signal über ein 15 m langes *Aircell7*-Kabel vom Shack zur Antenne übertragen, dann ergäben sich 5,1 dB Dämpfung. Dies wäre also auch eine mögliche Aufbauvariante. An die Stelle des AMSAT-Up-Konverters würde dann eine 2,4-GHz-Endstufe mit hinreichender Verstärkung treten.

Selektiver Sendesignalverstärker

Ein selbst gebauter Verstärker mit dem Transistor BFR96S sowie nachgeschal-



Bild 10: Bestückte Platine des Treiberverstärkers für das vom *Pluto Plus* bereitgestellte Sendesignal

tetem Filter hebt im vorliegenden Fall den Sendepiegel des *Pluto Plus* um 10 dB an. Man erhält ein Sendesignal mit einer Leistung von etwa 10 dBm, das in Rich-

tung externer Transceiverbaugruppe über das erwähnte 15 m lange *Aircell7*-Koaxialkabel übertragen wird. Dieser Verstärker ähnelt dem LNB-Vorverstärker in der externen Transceiverbaugruppe und ist auch auf der gleichen Leiterplatte aufgebaut. Wesentliche Unterschiede bestehen im eingesetzten Transistortyp, im Ruhestrom und in der Verstärkung. In Bild 11 ist der Schaltplan und in Bild 10 die bestückte Platine zu sehen.

Ein solcher Verstärker wird auch noch einmal im externen Teil des Transceivers unmittelbar vor dem AMSAT-Up-Konverter eingesetzt, um die nötige Treiberleistung zu erzeugen. Aufgrund des höheren Ruhestroms von 60 mA und der damit einhergehenden Verlustwärme erhielt der Transistor dort einen kleinen Kühlkörper. Die beiden Luftspulen L1 und L2 lassen sich durch Aufwickeln des Kupferlackdrahts auf einen 4,5-mm-Spiralbohrer relativ einfach herstellen.

Linearer Breitbandverstärker

Der kommerzielle Verstärker für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 3 GHz in Bild 12 dient zur Anhebung des vom *Pluto Plus* bereitgestellten Sendesignals für 2 m und 70 cm. Er hebt diesen Pegel auf

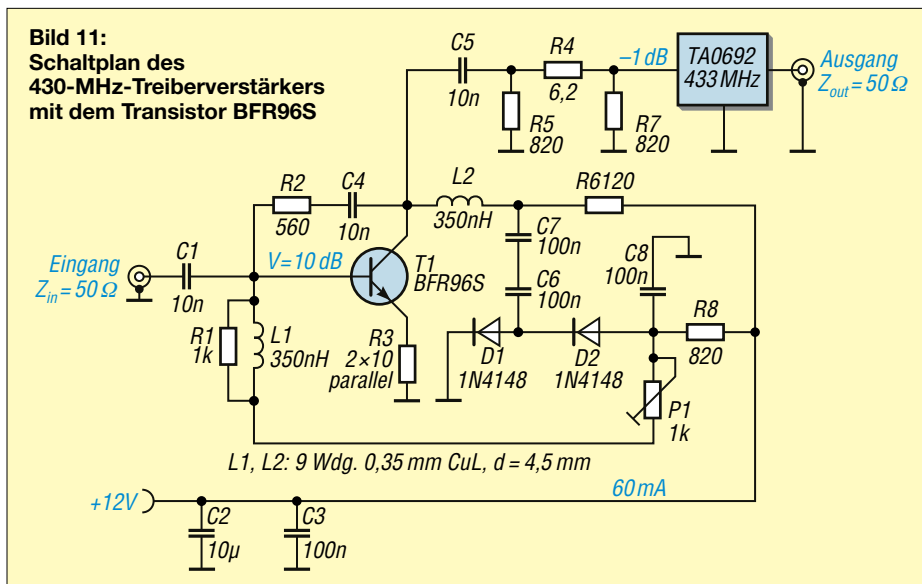


Bild 12: 20-dB-Breitbandverstärker für den Frequenzbereich von 1 MHz bis 3 GHz
Fotos und Screenshots: DJ1MR

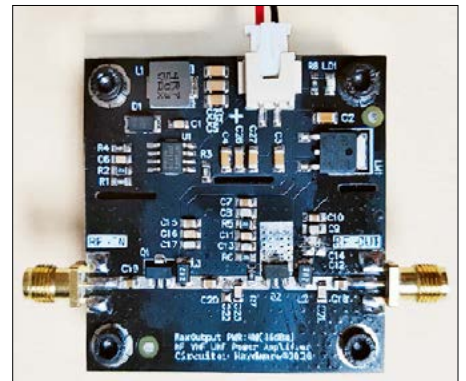


Bild 13: 4-W-Endstufe für den FM-Betrieb zur Verstärkung des Pluto-Plus-Sendesignals auf 2 m und 70 cm

etwa 20 dBm an (entspricht 100 mW), um die in meinem Shack vorhandene Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm anzusteuern.

Einen solchen Verstärker kann man z. B. bei www.amazon.de oder [https://de.aliexpress.com/](http://de.aliexpress.com/) für wenig Geld kaufen. Mit 75 mA Ruhestrom liefert er etwa 100 mW Ausgangsleistung bei noch vertretbarem Intermodulationsabstand 3. Ordnung. Allgemein gilt für einen Klasse-A-Verstärker, dass die aufgenommene Gleichstromleistung etwa das Zehnfache der Nutzleistung beträgt, was im vorliegenden Fall mit 0,9 W in etwa erfüllt ist. Diese Baugruppe könnte auch anstelle des zuvor beschriebenen, selbst entwickelten Sendesignalverstärkers verwendet werden. Allerdings hätte man dann keine Filterfunktion mehr. Darüber hinaus entfielen auch die Notwendigkeit des Verstärkers im externen Teil des Transceivers, weil die Verstärkung bereits 20 dB anstelle von 10 dB beträgt.

Endstufe für 2 m und 70 cm

Wer auf dem 2-m- und dem 70-cm-Band nur in der Sendart FM arbeitet, kann eine der preisgünstigen Endstufen einsetzen, die zu diesem Zweck angeboten werden. In Bild 13 ist eine solche 4-W-Endstufe zu sehen. Deren Frequenzbereich ist mit

6 MHz bis 500 MHz angegeben. Solche Baugruppen sind ebenfalls bei <https://de.aliexpress.com> oder auf *Ebay* erhältlich. Ich entwickle derzeit eine 10-W-Endstufe für die beiden genannten Bänder, die für den Betrieb außerhalb des QO-100-Transceivergehäuses im Shack vorgesehen ist.

Betriebsartenumschalter, Lüfter und GPSDO

Der Betriebsartenumschalter hat vier Ebenen. Er wirkt auf die gleichnamige Umschaltplatine, die beiden RX/TX-Relaisplatinen und auf die LED zur Betriebsartanzeige.

Der eingebaute Lüfter dient dazu, die Gehäusetemperatur des *Pluto Plus* zu stabilisieren und auf diesem Weg dessen Frequenzdrift zu reduzieren. Beim Einsatz eines GPSDO wäre dies allerdings nicht zwingend erforderlich. Hier verwende ich ein System nach PA3GSB, das für die ambitionierten Selbstbauer unter den Funkamateuren eine gute Lösung darstellt. Es wird ausführlich auf <https://github.com/pa3gsb/RP2040-GPSDO> beschrieben. Der Entwickler hat dazu auch ein kurzes Video produziert.

Wesentlicher Vorteil gegenüber einem GPSDO von Leo Bodnar ist der deutlich niedrigere Preis. Den letztgenannten GPSDO habe ich trotzdem im externen Teil des Transceivers eingesetzt. Hierfür waren Platzgründe ausschlaggebend.

■ Details zum Aufbau der internen Transceiverbaugruppe

In Bild 1 im ersten Teil des Beitrags ist der in ein passendes Gehäuse eingebaute interne Teil des Transceivers zu sehen. Zur Spannungsversorgung kommt ein 50-W-Industrienetzteil von *Mean Well* zum Einsatz. Es liefert 12 V und bis zu 4,2 A. Bei www.reichelt.de wird dieses Schaltnetzteil unter der Artikel-Nr. *SNT RS 50 12* angeboten.

Das genannte Gehäuse besteht aus lackiertem Stahlblech. Ich habe es preis-

Bild 15:
Gehäuserückseite
der internen
Transceiver-
baugruppe

Fotos und Screen-
shot: DJ1MR



günstig über www.amazon.de gekauft. Wer es anspruchsvoller mag, kann ein von der Größe her passendes Gehäuse von *Feltron-Zeissler* einsetzen, siehe www.feltron-zeissler.de. Dieses hat allerdings einen höheren Preis.

An Front- und Rückseite habe ich anstelle der mitgelieferten Stahlplatten jeweils

Dort befinden sich die SO239-Anschlussbuchsen für die Koaxialkabel zur QO-100-Antenne und zur 2-m/70-cm-Endstufe, die beiden PTT-Ausgänge, ein Sicherungshalter sowie die Buchsen für die 12-V-Spannungsversorgung. Letztere ist intern mit einer Verpolungsschutzschaltung ausgestattet. Hinzu kommen die

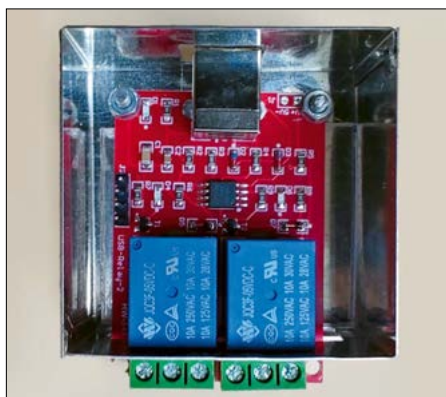


Bild 16: Die *Control-Switch*-Platine im Weißblechgehäuse dient zur Bereitstellung des PTT-Signals.

solche aus 2 mm dickem Aluminiumblech verwendet, weil sich dieses wesentlich leichter bearbeiten lässt. Mit dem Kippschalter in der Mitte der Frontplatte erfolgt die Umschaltung der Betriebsart. Die beiden rechts daneben befindlichen Schalter erlauben das zwangsweise Setzen des jeweiligen PTT-Signals. Dies kann bei Funktionstests hilfreich sein.

In Bild 15 ist die Gehäuserückseite des internen Teils des Transceivers zu sehen.

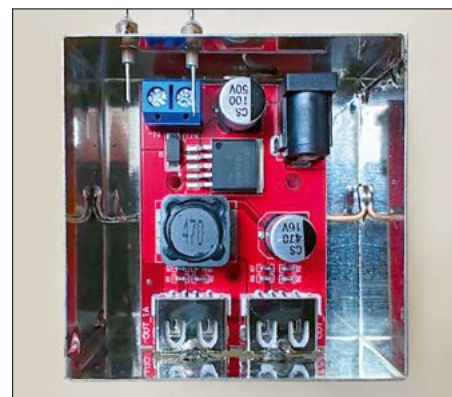


Bild 17: 5-V-Gleichspannungswandler zur Versorgung der SDR-Hardware *Pluto Plus* und des GPSDO

LAN-Anschlussbuchse des *Pluto Plus* und die USB-Buchse zur Generierung der PTT-Funktion über die Software *SDR Console*.

Mittels der *Control-Switch*-Platine vom Typ *MagiDeal 5V* wird das PTT-Signal für den AMSAT-Up-Konverter, die externe 2-m/70-cm-Endstufe und die RX/TX-Umschaltplatinen bereitgestellt. Sie ist ebenso wie der 5-V-Gleichspannungswandler in ein Weißblechgehäuse mit den Abmessungen 55 mm × 55 mm × 30 mm eingebaut, siehe Bilder 16 und 17.

Für die *Control-Switch*-Platine ist in der Seitenwand des Weißblechgehäuses ein entsprechender Ausschnitt für die Klemmbuchsen der PTT-Relais zu schaffen. Dadurch ist die Verdrahtung von außen leichter zugänglich.

Bild 14 erlaubt einen Blick in das geöffnete Gehäuse der internen Transceiverbaugruppe. Die meisten Komponenten sind in abschirmenden Weißblechgehäusen untergebracht.

Die Verbindungen zwischen den einzelnen Baugruppen erfolgen über Kabel vom



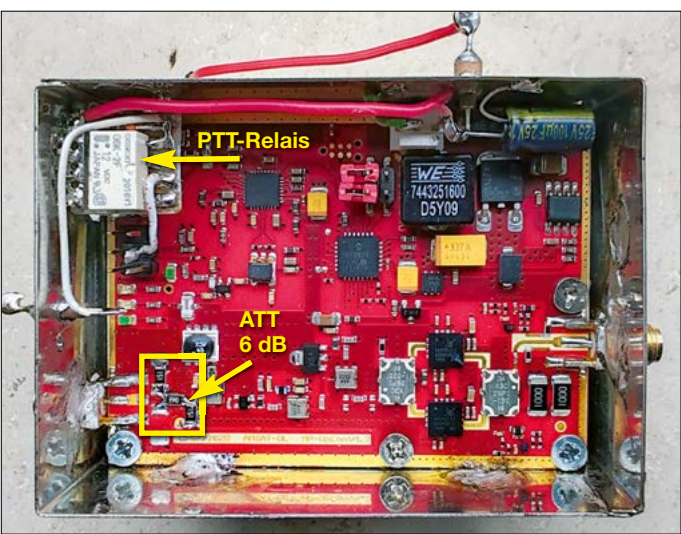
Bild 14:
Blick in das geöffnete Gehäuse der internen Transceiverbaugruppe; der GPSDO wurde ausgebaut, damit die anderen Komponenten besser zu sehen sind. Unter dem *Pluto Plus* befinden sich der 5-V-Gleichspannungswandler sowie der selektive Sendesignalverstärker.

Typ RG316 mit selbst gecrimpten SMA-Steckern. Durch den Eigenbau dieser koaxialen Verbindungsleitungen ließen sich die jeweils günstigsten Kabellängen realisieren. Es hat sich gezeigt, dass es vorteilhaft war, überwiegend 90°-SMA-Winkelstecker einzusetzen. Das sehr kurze Ethernet-Kabel zur LAN-Anschlussbuchse habe ich aus flachem achtadrigem LAN-Kabel selbst angefertigt. Hier lässt sich aber ggf. auch ein kurzes kommerzielles CAT6-Kabel verwenden. Wichtig ist, im Netzwerk hochwertige Patchkabel zu verwenden, um die Leistungsfähigkeit des Gigabit-Ethernet-Ports am *Pluto Plus* ausnutzen zu können.

Funktionskontrolle

Die IP-Adresse sowie die Netzmaske des *Pluto Plus* wurden in dessen Konfigurationsdatei *Config.txt* unter der Zeile *[USB_Ethernet]* fest eingetragen. Weiterhin habe ich auf Basis der Layer-2-MAC-Adresse des *Pluto Plus* im LAN-Router unter *DHCP* die gleiche IP-Adresse festgelegt. Damit klappt es dann mit der LAN-Verbindung zum PC ohne Probleme. Mittels *Ping*-Befehl kann man kontrollieren, ob der *Pluto Plus* von der Software *SDR Console* erreichbar ist. Dessen

Bild 19:
Im externen Teil
des Transceivers
eingesetzter AMSAT-
Up-Konverter mit
6-W-Endstufe; die
gelben Pfeile markieren die im Text
beschriebenen
Modifizierungen.



MAC-Adresse lässt sich mit dem Befehl *arp -a* aus der Windows-10-Konsole einfach ermitteln. Unter *Ausführen* trägt man *cmd* ein, daraufhin öffnet sich die *Command Shell* von Windows 10. Dort ist der entsprechende Befehl einzugeben.

■ Externe Transceiverbaugruppe

In Bild 18 ist der Verkabelungsplan der Komponenten des externen Teils des QO-100-Transceivers dargestellt. Auch hier erkennt man einige Bestandteile der im ersten Teil des Beitrags beschriebenen

Standardlösung wieder. Es sind jedoch noch einige hinzugekommen.

Konverter UpCon6W

Dieser Konverter besitzt eine integrierte 6-W-Endstufe. Er setzt das vom *Pluto Plus* gelieferte 430-MHz-Sendesignal in die 2,4-GHz-Frequenzlage um und nutzt zur Stabilisierung des eigenen Oszillatorsignals den vom externen GPSDO bereitgestellten 40-MHz-Takt. Den eingesetzten AMSAT-Up-Konverter habe ich an zwei Stellen modifiziert: Es

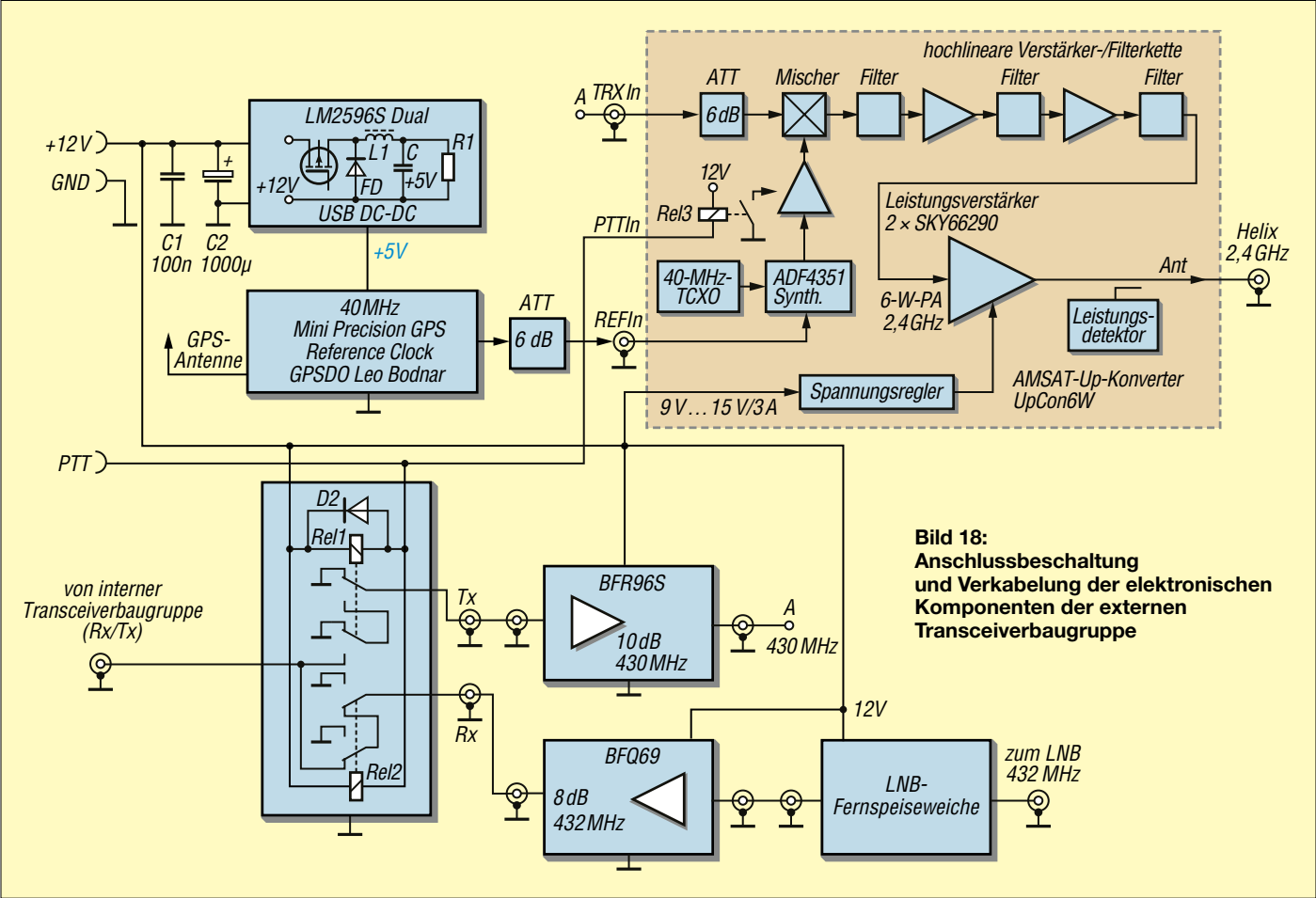


Bild 18:
Anschlussbeschriftung
und Verkabelung der elektronischen
Komponenten der externen
Transceiverbaugruppe

wurden ein zusätzliches Trennrelais für den PTT-Eingang zum Schutz vor statischen Aufladungen eingefügt und das 25-dB-Eingangsdämpfungsglied gegen ein 6-dB-Dämpfungsglied getauscht, siehe Bild 19. Letzteres besteht aus zwei 150- Ω -Widerständen sowie einem 39- Ω -Widerstand in π -Schaltung und wurde neu eingelötet. Beim Austausch des Dämpfungsglieds muss man sorgsam vorgehen, da sich die Widerstände des ursprünglichen 25-dB-Dämpfungsglieds schwierig entfernen lassen. Es empfiehlt sich, eine Heißluftpistole und hitzebeständige Abdeckfolie zu verwenden, um die Platine nicht zu beschädigen.

Die Konverterplatine ist auf einem Rippenkühlkörper montiert, der mit einem kleinen Lüfter zur Zwangskühlung ausgestattet ist.

Mittels Jumper auf den Stiftleisten C1 und C2 kann die bevorzugte Eingangs-ZF des Konverters ausgewählt werden, siehe Tabelle 1. Ich habe mich für 430 MHz entschieden. Dazu passen auch die verwendeten SAW-Filter vom Typ TA0692 in den Verstärkerbaugruppen.

Für die Berechnung der Frequenzablagewerte innerhalb der Software *SDR Console* ist die genaue Kenntnis der Frequenzaufbereitung innerhalb des Up-Konverters erforderlich. Bei Auswahl von 430 MHz muss der *Pluto Plus* z.B. ein Signal mit 430,200 MHz ausgeben, um in Richtung QO-100 auf 2400,200 MHz zu senden und auf 10 489 700,000 kHz gehört zu werden. Dazu jedoch weiter hinten mehr.

GPSDO

Wie bereits erwähnt, habe ich zur Synchronisation des AMSAT-Up-Konverters im externen Teil des Transceivers einen Mini-GPSDO von Leo Bodnar eingesetzt. Im Signalweg zum Konverter befindet sich ein 6-dB-Dämpfungsglied, um dessen Eingang *REFIn* nicht zu übersteuern.



Bild 21: Aufbau des GPSDO im Gehäuse, das zum Schutz vor Witterungseinflüssen dient

Bild 21 zeigt den in einem *BOPLA*-Gehäuse vom Typ EM238 untergebrachten GPSDO. Die Gehäuseabmessungen betragen 160 mm \times 120 mm \times 92 mm, die Schutzart ist IP65. Links sieht man die GPS-Antenne, die später in einigen Metern Entfernung regengeschützt montiert wurde.

Tabelle 1: Auswahlmöglichkeiten für die Eingangs-ZF des AMSAT-Konverters

ZF [MHz]	Steckbrücke C1	Steckbrücke C2
430	offen	offen
435	geschlossen	offen
830	offen	geschlossen
1290	geschlossen	geschlossen

Im gleichen Gehäuse befindet sich auch ein 5-V-Gleichspannungswandler, bestückt mit einem LMS2596. Im unteren Teil des Gehäuses sind zwei weitere BNC- und eine SO239-Buchse zu erkennen, die für die jeweiligen HF-Verbindungen zu den Baugruppen des Transceivers zuständig sind. Über die dreipolige Lüsterklemme werden 12 V Gleichspannung und das PTT-Signal zugeführt.

In einem zweiten Gehäuse gleicher Bauart sind weitere externe Komponenten des Transceivers wie Verstärker, Umschaltplatine, AMSAT-Up-Konverter und Fernspeiseweiche für den LNB untergebracht.

Solche Gehäuse sind u.a. bei www.reichelt.de erhältlich.

Das Programmieren des GPSDO erfolgt mittels einer speziellen Software von Leo Bodnar, siehe Bild 20. Unter *Settings* ist die Ausgangsfrequenz einzutragen, im vorliegenden Fall 40 MHz, also 40 000 000 Hz.

Im Programmfenster links unten ist der Status bezüglich der empfangenen Satelliten grafisch dargestellt. Ebenso ist ersichtlich, ob die Phasenregelschleife (PLL) des GPSDO eingerastet ist.

Je nach verwendetem Up-Konverter ist der Ausgangsstrom des GPSDO festzulegen. Ich hatte zunächst die kleinste Stufe von 8 mA gewählt, später jedoch aufgrund der Wirkung des 6-dB-Dämpfungsglieds den Wert auf 16 mA erhöht.

Fernspeiseweiche

Eine zum LNB von [8] mitgelieferte Fernspeiseweiche (engl. *Bias Tee*) versorgt diesen mit 12 V, Bild 22. Der Anschluss des LNB erfolgt über ein etwa 30 cm langes Koaxialkabel RG400, das beidseitig mit F-Steckern versehen ist. Das Dämpfungspotenziometer der Fernspeiseweiche ist auf den geringsten Wert einzustellen. Dieser lässt sich mit einem Ohmmeter prüfen. Am Ausgang des Moduls befinden sich eine F- und eine SMA-Buchse. Ich nutze Letztere zur Weiterleitung des LNB-Empfangssignals an den nachgeschalteten Verstärker. (wird fortgesetzt)

Bezugsquelle

[8] WiMo Antennen und Elektronik GmbH: LNBs für Sat-Betrieb auf 10 GHz (QO-100). www.wimo.com

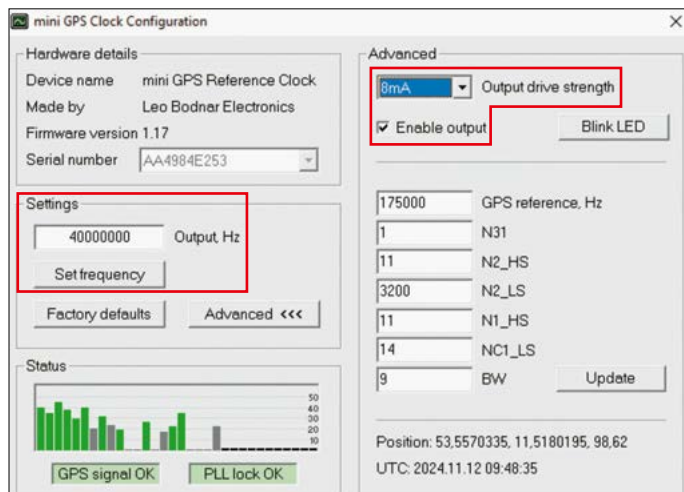
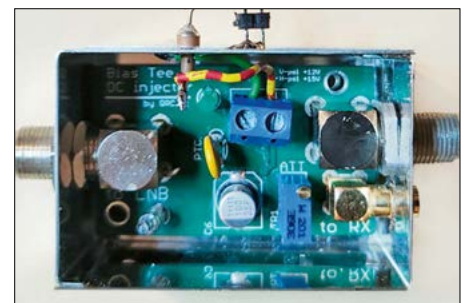


Bild 20: Programmfenster der Software zur Konfiguration des GPSDO von Leo Bodnar

Bild 22: Fernspeiseweiche im Weißblechgehäuse zur Versorgung des LNB mit 12 V Betriebsspannung



Speisung eines 160-m-Kurzdipols als kleine T-Antenne

ALFRED KLÜSS – DF2BC

Wohl nur die wenigsten Funkamateure können eine Antenne für das 160-m-Band in voller Länge oder günstiger Höhe aufbauen. Doch selbst mit einem relativ kurzen Dipol gelingt es, sich dieses Band zu erschließen, wenn auch nur eingeschränkt. Noch besser geht dies, wenn man den Dipol als kleine T-Antenne betreibt.

Mein Allbanddipol ist nur 2×10 m lang und als Inverted-V an einem 8 m hohen GFK-Teleskopmast aufgehängt, mit den Enden 3 m über dem Erdboden. Ein besser geeigneter, horizontal gestreckter Dipol lässt sich auf dem zur Verfügung stehenden Platz nicht realisieren. Die beiden Drähte der in meinem Fall 7 m langen Zweidrahtleitung werden für den Betrieb im 160-m-Band am Fußpunkt zusammengefasst und am unsymmetrischen Antennenkoppler angeschlossen. Die Zweidraht-

zustellen war, überbrückte ich kurzerhand den dort befindlichen Drehkondensator und es funktionierte sogar noch besser! Die für 160 m erforderlichen Einstellwerte am Koppler zeigten, dass ein einfacher Hochpass-L-Koppler ausreichen würde. Mit nur zwei Bauelementen ist dies ohnehin die verlustärmste Schaltung, was einer möglichst effizienten Abstrahlung entgegenkam.

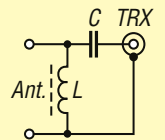
Für den Drehkondensator genügt bei 100 W Sendeleistung ein Exemplar mit

koppler keine Verbindung zur Stationsmasse besitzen darf. Nur wenn er erdfrei arbeitet, ist die Funktion der Mantelwellensperre gewährleistet.

■ Ohne HF-Erde geht es nicht

Als Gegengewichte auf dem Erdboden ausgelegte, nicht resonante Drähte bringen je nach Bodenverhältnissen teils brauchbare und teils unbefriedigende Ergebnisse. Ganz weglassen darf man eine HF-Erde jedoch nicht. Bereits ein einzelnes, $\lambda/4$ langes und somit resonantes Radial ist geeignet. Doch wer sich mit einer derart kurzen Antenne auf dem 160-m-Band

Bild 3:
Prinzipschaltbild
eines Hochpass-
L-Antennenkopplers



begnügen muss, hat wahrscheinlich auch nicht den Platz für ein 40 m langes Gegengewicht.

■ Gegengewicht aus Koaxialkabel

Inspiziert durch die Beschreibungen und Bilder der Gegengewichte der Antennen von KN6J und OE5GA in [2] verwende ich eines aus Koaxialkabel. Unter Berücksichtigung des Verkürzungsfaktors $VF = 0,66$ erreicht bereits ein 27 m langes Koaxialkabel RG58 im 160-m-Band die Viertelwellenresonanz. In meinem Fall habe ich dieses Gegengewicht vom Dach-

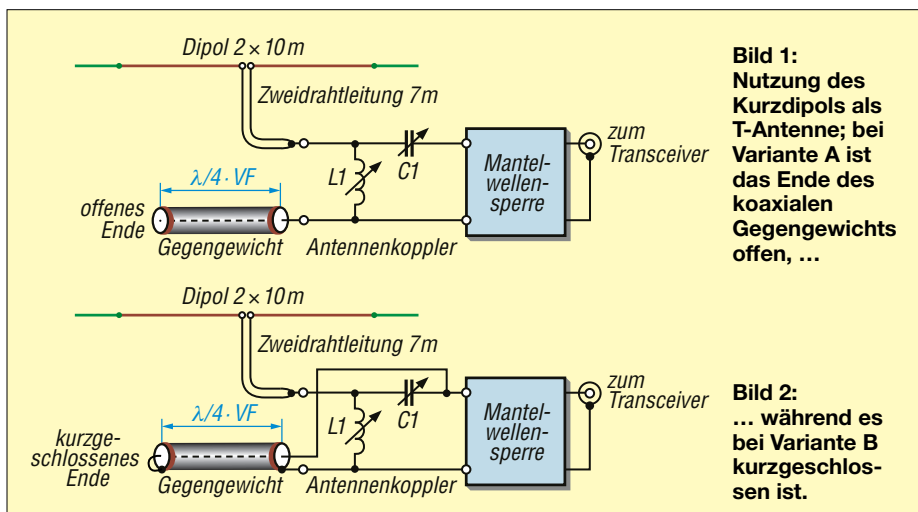


Bild 1:
Nutzung des
Kurzdipols als
T-Antenne; bei
Variante A ist
das Ende des
koaxialen
Gegengewichts
offen, ...

Bild 2:
... während es
bei Variante B
kurzgeschlos-
sen ist.

leitung ist der strahlende Teil der Antenne. Um eine Rundstrahlcharakteristik zu erreichen, ist diese Leitung möglichst senkrecht zu führen. Der Dipol bildet eine Dachkapazität, die die wirksame Antennenlänge vergrößert, wodurch das System effektiver arbeitet.

Da sich Länge und Aufbauhöhe meiner Antenne nicht vergrößern ließen, blieb für Verbesserungen nur noch der Rest des Antennensystems übrig, sprich: Anpassung und Gegengewicht.

■ Antennenkoppler

Erste Versuche führte ich mit einem Antennenkoppler in T-Struktur und einem im Garten ausgelegten, 20 m langen Draht als Gegengewicht durch. Da der antennenseitige Drehkondensator dieses Kopplers stets auf seinen Maximalwert ein-

1,5 mm bis 2,0 mm Plattenabstand und einer Maximalkapazität von etwa 200 pF. Für die notwendige Induktivität habe ich ein Variometer mit $4 \mu\text{H}$ bis $40 \mu\text{H}$ verwendet. Dieses ist bedienungsfreundlich, kontaktlos und die Anzeige ist, wie beim Drehkondensator, mit einer einfachen Kreisskala möglich. Der verwendete Drehkondensator *DK3* und das Variometer *VA1F* sind bei [1] erhältlich. Selbstverständlich ist auch eine Rollspule geeignet. Den Koppler habe ich in offener Brettbauweise realisiert, siehe Bild 7.

Der Antennenkoppler muss direkt am transceiverseitigen Ausgang eine Mantelwellensperre erhalten. Erst dann kann ein beliebig langes Koaxialkabel angeschlossen und in der Nähe des Transceivers noch ein SWV-Meter eingefügt werden. Zu beachten ist, dass der Antennen-

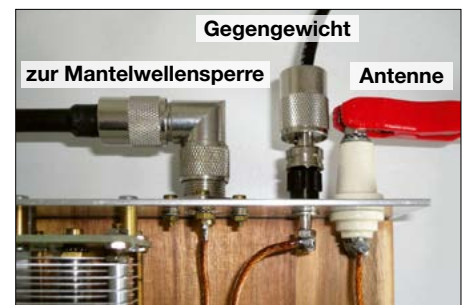


Bild 4: Anschluss der Antenne und des Gegengewichts bei Version A ...

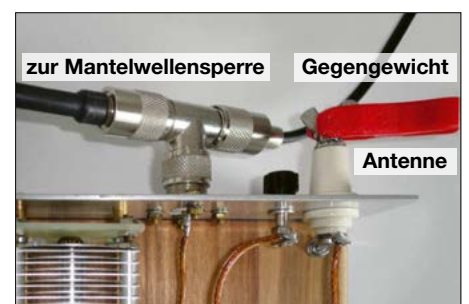


Bild 5: ... und bei Version B; hier liegt das Gegengewicht über den T-Verbinder parallel zur Mantelwellensperre. Fotos: DF2BC

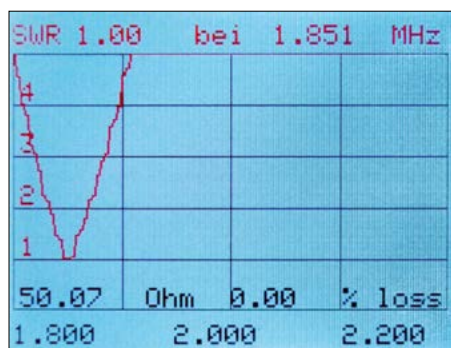


Bild 6: SWV-Verlauf bei Abstimmung des Kopplers auf 1850 kHz

geschoss an der Hauswand herunter verlegt. Im Garten ist es um das Haus herumgeführt und liegt direkt auf dem Erdboden. Es funktionierte auch, als es mäanderförmig auf dem nicht geerdeten Blechdach des Carports lag. Nur vom Erdboden abheben sollte man es nicht, denn die gut ausgeprägte kapazitive Kopplung zum Erdboden ist unbedingt erforderlich.

■ Offen oder kurzgeschlossen?

Für den Anschluss des Gegengewichts gibt es zwei Möglichkeiten. Bei der Variante A in den Bildern 1 und 4 bleibt das Ende des Koaxialkabels offen. Daher ist das am Antennenkoppler angeschlossene Ende niederohmig und mit dem Innenleiter an dessen Masse zu verbinden. Bei der Variante B in den Bildern 2 und 5 ist das Gegengewicht endseitig kurzgeschlossen. Das hochohmige Ende wird mit Schirmung und Innenleiter auf der Seite zur Mantelwellensperre parallel zum Koppler angeschlossen. Das geht mit einem coaxialen T-Verbinder recht einfach. Von der Wirksamkeit her habe ich keine

Unterschiede zwischen beiden Versionen festgestellt. Ich bevorzuge daher die einfachere Version A.

■ Betriebserfahrungen

Mit dem Hochpass-L-Glied-Koppler und dem coaxialen Gegengewicht ist die T-Antenne von 1,8 MHz bis 2 MHz nutzbar. Empfangsvergleiche mit der 20 km entfernten und somit im Bereich der Bodenwelle liegenden Station von Burkhard Plinke, DL5KAT, zeigten deutliche Verbesserungen von ein bis zwei S-Stufen im Vergleich zum Aufbau mit aperiodischen Gegengewichtsdrähten. Obwohl kaum Mantelwellen festzustellen waren, setzte ich vorsichtshalber eine Mantelwellensperre ein [3].

■ Schlussbetrachtung

Vor diesen Verbesserungen bestand im symmetrischen Dipolbetrieb die Ausbeute der RBN-Spots überwiegend aus einstelligen SNR-Werten. Zweistellige blieben die Ausnahme. Danach war mein Sendesignal mit deutlich besseren SNR-

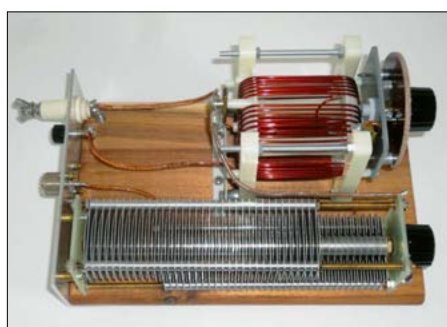


Bild 7: Aufgebauter Antennenkoppler mit Variometer VA1F und einem zum Drehkondensator DK3 ähnlichen Exemplar

Stehwellenverhältnis bei unterschiedlichen Abstimmungsfrequenzen

SSB-Bereich		CW-Bereich	
f [MHz]	s	f [MHz]	s
1.810	3,0	1.815	1,5
1.820	2,5	1.830	1,0
1.827	2,0	1.845	1,5
1.850	1,0		
1.883	2,5		
1.875	2,0		
1.890	3,0		

Die Werte der Resonanzstellen sind blau markiert.

Werten und öfter in der Spotliste enthalten. Selbstredend ist die Wirksamkeit eines coaxialen Gegengewichts nicht auf den hier genutzten Antennenkoppler und Antennentyp beschränkt.

Übrigens ist auch der Betrieb als L-Antenne möglich, wenn nur ein Leiter der Zweidrahtleitung an den Koppler angeschlossen wird und der andere frei bleibt. Somit kann man sogar wählen, an welcher Seite man das L bilden möchte. Die jeweils freie bleibt jedoch nie gänzlich unbeteiligt. Sie ist immer strahlungskoppelt und hat einen Anteil an der Abstrahlung, was sich mit einer Glühlampe am unten offenen, nicht gespeisten Ende der Zweidrahtleitung nachweisen lässt. Schon wegen der größeren Bandbreite und damit geringeren Induktivität im Antennenkoppler ist die T-Variante zu bevorzugen. *alfred.kluess@t-online.de*

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Otto Schubert GmbH: www.schubert-gehaeuse.de → Variometer VA1F, Drehkondensator DK3
- [2] Kriskche, A., DJ0TR: Rothammels Antennenbuch. 13. Aufl., DARC-Verlag, Baunatal 2013; Kapitel 18.3.1, Bilder 18.3.6 und 18.3.7
- [3] Peter Bogner, DK1RP. www.dx-wire.de → Mantelwellensperren

**Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos**



Das MAGNOVA®

- innovatives Flex-Encoder®-Bedienkonzept
- neigbares Metallgehäuse
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- lautloser Betrieb
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Kleiner Antennenrotor als Weekend-Bastelprojekt

THOMAS BECHER – DM8TB

Zur Ausrichtung einer kleinen Antenne für 2 m und 70 cm auf dem Balkon oder unterwegs genügt es in der Regel, den Mast mit der Hand zu drehen. Soll dieser Handgriff vermieden und das Drehen bequem vom Stations-tisch aus erfolgen, lässt sich ein passender Rotor selbst bauen. Dessen Drehrichtung kann dann z. B. wie beim nachstehend beschriebenen Bastel-projekt drahtlos mit einem kleinen Handsender vorgegeben werden.

Im Folgenden geht es um den Bau eines kleinen, batteriebetriebenen Antennenrotors mit Fernsteuerung. Als Funkamateurl ohne stationäre Antennenanlage möchte ich zumindest mit einer kleinen Zwei-

Leider ermöglichten das Getriebe und die Motoransteuerung keine flüssigen Bewegungen. Das Getriebe bestand aus zwei Komponenten aus dem 3-D-Drucker, einem Zahnrad und einer Schnecke, welche



Bild 1:
Test des fertig
aufgebauten
Rotors mit daran
befestigter kleiner,
logarithmisch-
periodischer
Antenne auf dem
Balkon
Fotos und Screen-
shot: DM8TB

band-Antenne, einer logarithmisch-periodischen Dipolantenne für 2 m und 70 cm, zeitweise auf dem Balkon arbeiten. Die Antenne hatte ich dazu bisher auf einem kleinen Lampenstativ montiert und von Hand ausgerichtet. Diese Vorgehensweise erwies sich als sehr umständlich, insbesondere, da die Antenne etwas weiter entfernt vom Transceiver stand.

Daher begab ich mich auf die Suche nach einem verdrehsicheren Antennenrotor mit Fernsteuerung, der einen Stativanschluss 5/8-Zoll-Spigot besitzen sollte. Außerdem war der Betrieb aus einem Akkumulator oder mehreren Batteriezellen geplant, um ihn auch portabel einsetzen zu können.

■ Erste Schritte

Auf [1] entdeckte ich eine Anleitung für den Bau eines Rotors, mit dem sich eine kleine Parabolantenne beim Camping ausrichten lassen sollte. Diese Lösung nutzt als Mikrocontroller ein ESP8266-Board mit WLAN, welches wiederum einen Schrittmotor ansteuert. Das Drehen sollte drahtlos von einem Smartphone aus über ein Webinterface möglich sein. Gehäuse und Getriebe ließen sich im 3-D-Drucker herstellen. Da diese Lösung einfach war und als Spannungsversorgung nur einen kleinen Akkumulator erforderte, baute ich sie nach.

trotz befriedigenden Drucks sehr rau waren. Das sind jedoch die normalen, mittels 3-D-Druck herstellbaren Oberflächen, die stets mit einer Struktur versehenen

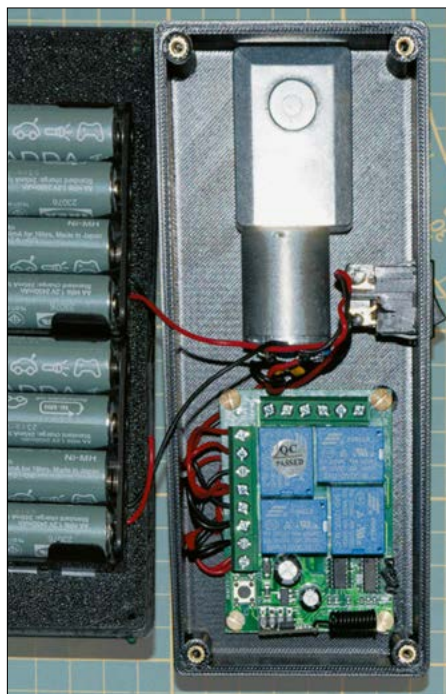


Bild 2: Innenansicht des selbstgebauten Rotors mit Getriebemotor, Relaisplatine im Deckel und Batteriehalter auf dem Gehäusoboden

sind. Diese sind zwar für Gehäuse geeignet, aber für sich aufeinander bewegende Flächen nicht gut nutzbar.

Eine Alternative wäre die Nutzung fertiger Schnecken-Zahnrad-Kombinationen aus dafür besser geeignetem Kunststoff oder Metall, was meist ein neues Gehäuse erfordert.

■ Lösung

Ich fand bei einem der vielen Internetversender einen kleinen Gleichspannungs-Getriebemotor mit Schneckenantrieb [2]. Letzterer hat gegenüber einem normalen Zahnrad den Vorteil der Selbsthemmung. Den gleichen Zweck erfüllt der Kurzschluss des Gleichstrommotors, wenn kein Relais angezogen ist. Somit kann sich die Antenne nicht im Wind verdrehen.

Als Fernsteuerung habe ich beim selben Versender eine einfache Leiterplatte mit vier per Relais geschalteten Ausgängen, bereits aufgelötetem Funkempfänger und einem passenden 433-MHz-Handsender gefunden [3]. Wichtig war hier die Möglichkeit, die Relais als Momentschalter zu nutzen. Solange man auf die Taste der Fernbedienung drückte, sollte das Relais anziehen.

Zur Steuerung des Rotors nutze ich derzeit nur zwei der vier Relais für den Rechts- und Linkslauf des Motors. Die beiden anderen könnten später für eine Elevationserweiterung dienen.

Das neue Gehäuse besteht aus vier im 3-D-Druck hergestellten Teilen. Die dazugehörigen STL-Dateien stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateur.de bereit. Als Material wählte ich PETG. Die obere Gehäuseschale dient zur Befestigung der Steuerleiterplatte und des Antriebs. Da der Getriebemotor kein sehr stabiles Lager aufweist, habe ich mich entschlossen, die 8-mm-Antriebsachse mit einem Kugellager zu versehen. Dieses ist in einem separaten Lagerkäfig am Gehäuse montiert.

Der Antennenmast ist ein kurzes Druckteil mit einem 8-mm-Innengewinde. Zur stabilen Montage auf einem Stativ ist ein 5/8-Zoll-Spigot-Adapter in das Gehäuseunterteil integriert.

Um den Aufbau nicht unnötig kompliziert zu machen, verzichtete ich auf Endschalter und Richtungsanzeige. Die Stromaufnahme des Rotors liegt bei 7 mA im Stand-by-Betrieb und bei etwa 100 mA, wenn sich der Motor ohne Antennenlast dreht. Da der Rotor nicht ständig gedreht werden muss, sollte sich mit einem Akkumulatorsatz eine ausreichend lange Betriebszeit erreichen lassen.

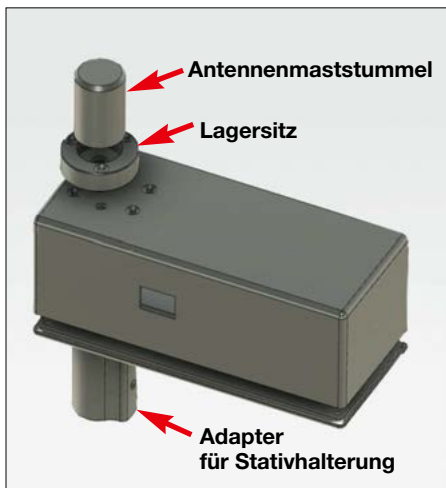


Bild 3: 3-D-Ansicht der Gehäuseteile im Druckprogramm

■ Aufbau und Montage

Nach dem Entfernen der Stützen an den gedruckten Teilen sind diese sorgfältig zu entgraten und die Löcher gegebenenfalls aufzureiben. In die insgesamt elf Sacklöcher werden handelsübliche M3-Gewindebuchsen [4] unter etwas Wärme- einwirkung eingedrückt. Eventuell ist das Gewinde in dem als Antennenhalter dienenden Rundstück in Bild 9 mit M8 nachzuschneiden.

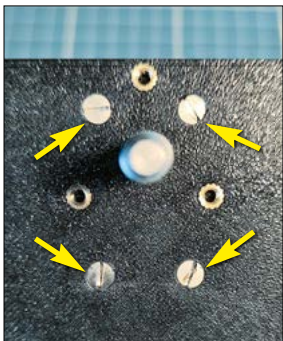


Bild 4: Motorbefestigung mit Senkkopfschrauben M3 x 8 mm; die Gewindebuchsen ...



Bild 5: ... dienen zur Befestigung des Kugellagers in dem mit Senkkopfschrauben M3 x 10 mm gesicherten Lagersitz.

Vor dem Einbau des Motors ist dieser zu entstören. Dazu sind insgesamt drei mit 50 V belastbare 220-nF-Kondensatoren gemäß der Schaltung in Bild 6 an die Motoranschlüsse bzw. das Motorgehäuse zu löten. Dabei kann man auch direkt zwei kurze Kabel zur Stromversorgung anlöten. Anschließend befestigt man den Motor mit vier Senkkopfschrauben M3 x

8 mm im Gehäuse, Bild 4. Ich nutzte ein in der Bastelkiste vorhandenes Kugellager 608 ZZ 8 x 22 x 7 mm, das ich in den Lagersitz eindrückte und mit drei Senkkopfschrauben M3 x 10 mm am Gehäuse befestigte, Bild 5.

Danach wird der Antennenadapter auf die Getriebeachse geschraubt, wie in Bild 10 zu sehen. Achtung: Dieser Adapter sollte festsitzen, aber nicht auf dem Lagersitz schleifen, um das Getriebe nicht überlasten. Eine kleine Lücke ist erforderlich. Dann den Snap-in-Schalter [5] verkabeln und in den Gehäusedurchbruch einstecken. Anschließend die Relaisplatine gemäß Bild 7 verkabeln und mit vier Senkkopfschrauben M3 x 6 mm im Gehäuse befestigen.

An der Stativhalterung wird eine M5-Mutter gegebenenfalls unter Wärme- einwirkung so weit in die rechteckige Öffnung geschoben, bis sie sich in Höhe der seitlichen Bohrung befindet, Bild 11. In diese ist eine Rändelschraube M5 x 15 mm einzudrehen, um später das Gehäuse auf dem Stativ zu fixieren.

Letztendlich klebt man den Achtfach-Batteriehalter [6] mit doppelseitigem Klebeband an den Gehäusedeckel, der später den Boden bildet. Nach dem Fertigstellen der restlichen Verkabelung am Schalter und am Batteriefach können acht AA-Batterien mit je 1,5 V oder acht Akkumulatorzellen der Bauform AA/Mignon mit 1,2 V eingesetzt werden.

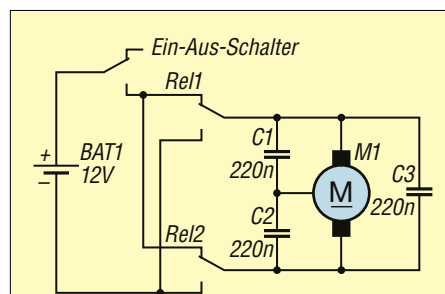


Bild 6: Schaltung des Rotors

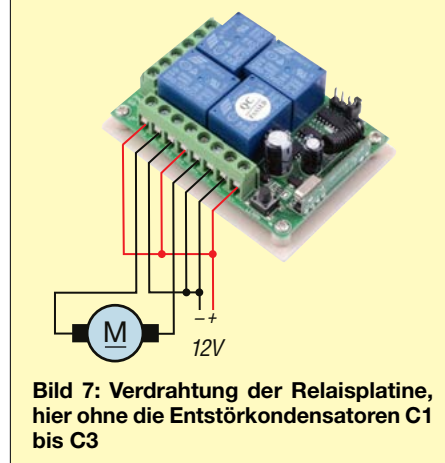


Bild 7: Verdrahtung der Relaisplatine, hier ohne die Entstörkondensatoren C1 bis C3

Bild 8: M3-Gewinde- ein- satz an einer Ecke des Gehäuses

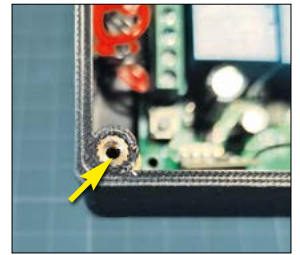


Bild 9: Motorachse und Antennenmaststummel, dessen Gewinde eventuell aufzu- weiten ist

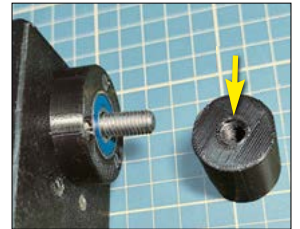


Bild 10: Antennen- maststummel nach der Montage auf dem M8-Gewinde der Motorachse

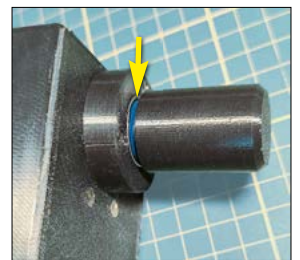


Bild 11: Stativ- halterung; in die kleine rechteckige Öffnung (Pfeil) wird bis zum Querloch für die Rändel- schraube eine M5-Mutter eingedrückt.



Wichtig ist, die Fernbedienung laut Anlei- tung am Empfänger „anzulernen“. Außer- dem muss je nach Ausführung der Re- laisplatine dort eventuell ein Jumper ge- steckt werden, um die Relais als Moment- schalter nutzen zu können. Nach einem Funktionstest schließt man das Gehäuse und befestigt den Antennenrotor auf ei- nem Lampenstativ [7]. info@dm8tb.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Vu, A.: Schrittmotorsteuerung für Antennenrotor. www.az-delivery.de/blogs/azdelivery-blog-fur-ardu-ino-und-raspberry-pi/schrittmotor-steuerung-fur-an-tennen-rotor
- [2] Garosa: Getriebemotor 12V 6RPM. www.amazon.de/dp/B09LTT4XFM
- [3] Einhaus: Vierkanal-Funkschalter. www.amazon.de/dp/B07PD9WKNG
- [4] Jeffdad: M3-Gewindeeinsatz. www.amazon.de/dp/B0CYH466PM
- [5] MWMS: Snap-in-Schalter. www.amazon.de/dp/B0CCBYPMCL
- [6] KVSERT: Batteriehalter für 8x AA, Mignon. www.amazon.de/dp/B0BV1BHHKW
- [7] GODOX: Lampenstativ 5/8-Zoll-Spigot. www.amazon.de/dp/B07BH3F4SZ

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:
Werner Dreckmann, DH4KAV
Krokusweg 16 b
53819 Neunkirchen-Seelscheid
E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Informationen zum 40. AATiS-Bundeskongress

Die Einladungen bzw. Rechnungen sind in den ersten Februartagen per E-Mail an die angemeldeten Teilnehmer verschickt worden. Es erleichtert unserer Kassenverwaltung die Arbeit, wenn Sie den Teilnehmerbeitrag frühzeitig auf das angegebene Konto überweisen. Das aktuelle Programm ist auf der AATiS-Website zu finden.

Während des Bundeskongresses sind in erster Linie Bausätze für die dort angebotenen Workshops in ausreichender Menge vorhanden, ebenso das neue Praxisheft 35. Falls Sie ältere Bausätze oder ältere Praxishefte erwerben möchten, sollten diese bis zum 28.2. unter bestellung@aatis.de vorbestellt werden. Bitte im Betreff *Vorbestellung Goslar* angeben. Die Vorbestellungen können dann während des Kongresses versandkostenfrei in Empfang genommen werden.

Ich wünsche allen Teilnehmern eine gute Anreise und freue mich auf den persönlichen Kontakt!

Günther Mester, DL3KAT
2. Vorsitzender AATiS e.V.

■ VOLA! – LoRa-Ballonmission am Liborius-Gymnasium



VOLA! (lateinisch für „Flieg!“) ist der Name der jüngsten Ballonmission des Teams von DK0LG am Liborius-Gymnasium Dessau-Roßlau. Diesmal galt

es, LoRa-APRS als Übertragungsmethode zu testen.

In Deutschland gibt es bereits eine gut ausgebauten Infrastruktur für LoRa-APRS auf der Frequenz 433,775 MHz und aus der IoT-



Mission-Control



Technik sind kostengünstige Empfänger auf Basis der ESP32-Mikrocontroller verfügbar. LoRa ist die Abkürzung für *Long Range* und steht für minimale Sendeleistung bei maximaler Reichweite. Die Technik arbeitet mit einer Bandbreite von 125 kHz mit einer relativ langsamen Datenrate. Dadurch ergibt sich auch bei kleiner Sendeleistung eine robuste Übertragung von Daten und Positionsinformationen.



Nutzlastintegration

Fotos: DM4JH

Zum Einsatz kam dabei ein briefmarkengroßes Femto-APRS-Board vom Preisträger des Wettbewerbs *Jugend forscht*, Marvin Rzok, DO1MA, aus Heiligenhaus. Mit Styroporverkleidung und Fallschirm, jedoch ohne Ballon, lag die Gesamtstartmasse bei 42,24 g.

Am Starttag, dem 27. 11. 2024, tauschten ein strahlend blauer Himmel und Windstille am Boden über die orkanartigen Windverhältnisse in größeren Höhen hinweg.

Nach dem erfolgreichen Start um 9 Uhr zeigte die Telemetrie zunächst einen erwarteten Flug in Richtung Südosten. Doch bereits 30 min nach dem Start fiel die Übertragung der Nutzlast plötzlich komplett aus.

Erst kurz nach 10 Uhr meldete sich VOLA! ein letztes Mal aus dem Jetstream in 10 100 m Höhe, kurz vor Dresden – mit einer unglaublichen Geschwindigkeit von 268 km/h zwischen den letzten beiden Datenpunkten!

Über die Ursache des geringen Datenaufkommens können nur Vermutungen angestellt werden. Trotz des Fehlschlags zeigten alle AG-Mitglieder hervorragenden Einsatz.

Für die Zukunft hat sich das Team von DK0LG weitere Experimente mit LoRa-APRS vorgenommen. Noch mehr Informationen und weitere Fotos zum Projekt gibt es auf der Website des Liborius-Gymnasiums unter: <http://libo-schulstation.blogspot.com>

Tnx Info Jens Home, DM4JH

■ CanSat-Wettbewerb in Litauen – LY1BWB zum Europatag aktiv

CanSat ist eine Initiative der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), die sich an Schüler der Sekundarstufe richtet. Bei CanSat handelt es sich um die Simulation eines



echten Satelliten, der in Volumen und Form einer Getränkedose entspricht. Die Herausforderung für die Schüler besteht darin, alle wichtigen Teilsysteme eines Satelliten, wie Energieversorgung,

Sensoren und Kommunikationssystem, in diesem minimalen Raum unterzubringen.

Der CanSat wird dann mit einer Rakete auf eine Höhe von etwa 1 km gebracht oder von einer Plattform, einer Drohne oder einem Fesselballon abgeworfen. Dabei sollen Luftdruck und Temperatur als Telemetriedaten übertragen (Primärmission), sowie mindestens ein weiteres kreatives Experiment durchgeführt werden (Sekundärmission). Die Teilnehmer müssen aus einem ESA-Mitgliedstaat, Kanada, Lettland, Litauen, der Slowakei oder Slowenien stammen.

Der nationale Wettbewerb für Litauen findet am 5. Mai, zeitgleich mit dem Europatag der Schulstationen, auf dem Flugplatz Molėtai rund 50 km nördlich von Vilnius statt. Da die Technische Universität Vilnius die Veranstaltung unterstützt, will auch der *Vilnius University Amateur Radio Club* mit einer portablen Station unter dem Rufzeichen LY1BWB vor Ort sein. Er möchte seinen Funkpartnern live vom Verlauf der Raketenstarts berichten und freut sich auf Kontakte mit vielen Schulstationen. **Tnx Info Simonas Kareiva, LY2EN**

■ AATiS-Schulstationsliste aktuell

Die AATiS-Liste der aktiven Schulstationen ist wieder aktualisiert worden. Einige Stationen sind ausgeschieden. Häufige Gründe sind bauliche Maßnahmen oder die Verabschiedung der verantwortlichen Lehrperson in den Ruhestand.

Aber erfreulicherweise sind auch weitere Stationen aus dem europäischen Umland hinzugekommen, sodass wir auf mehr internationale Teilnehmer am Europatag der Schulstationen am 5. Mai hoffen können. Bei Interesse kann die aktuelle Liste über die E-Mail-Adresse schoolstations@aatis.de angefordert werden. Zum Herunterladen steht sie nicht zur Verfügung.

Schul- und Universitätsstationen, die in die Liste aufgenommen werden möchten, können ihre Daten an die genannte Adresse senden. Benötigt werden Name und Anschrift der Bildungseinrichtung, verwendete(s) Rufzeichen, Stationsverantwortliche(r) und eine E-Mail-Adresse, wenn vorhanden auch eine URL der Website sowie eine formlose Einverständniserklärung zur Weitergabe der Daten.

Die Liste soll dazu dienen, dass Schulstationen miteinander Kontakt aufnehmen können, z.B. für Skeds, für grenzübergreifende Projekte oder um sich miteinander zu vernetzen.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateur.de

■ 23. CB-Funkstaffel 2025

In der Nacht von Samstag, dem 12.4., auf Sonntag, den 13.4., findet mit der *CB-Funkstaffel* wieder eine beliebte deutschlandweite CB-Funkaktion statt. Aufgabe für die Teilnehmer ist, per FM-Sprechfunk auf einem CB-Funkkanal ein Kennwort von einer Station zur nächsten unverfälscht weiterzugeben, bis es am Schluss wieder am Ausgangsort ankommt. Jedermannfunker aus allen Teilen Deutschlands sowie aus einigen angrenzenden Ländern beteiligten sich.

Um eine große Reichweite zu erzielen, nutzen viele *Funkstaffel*-Teilnehmer an diesem Wochenende einen Berg oder eine Anhöhe für den Aufbau einer portablen CB-Station. Mancher Aussichtsturm dient ebenfalls als Standort, sofern dieser für eine nächtliche Funkaktion zugänglich ist. Neue Antennen und Standorte werden ausprobiert, auch als Vorbereitung auf die beginnende Bergfunk-Saison. Damit Neueinsteigern ausreichend Zeit

sichtlich verwendete Antennentyp sowie die Höhe des Standortes sollen ebenfalls angegeben werden. Mithilfe der Standortangaben erstellt das Organisationsteam anschließend eine Online-Landkarte, in der die während der Aktion besetzten Funkorte eingetragen sind.

Das Organisationsteam geht davon aus, dass, wie verlangt, ausschließlich zugelassene CB-Funkgeräte zum Einsatz kommen, sodass die maximale Sendeleistung 4 W für FM-Sprechfunk beträgt. Mithilfe der Angaben zum verwendeten Antennentyp sowie zur Höhe des Standorts und der zu erwartenden Reichweite erstellen die Veranstalter eine Liste mit der Reihenfolge der teilnehmenden Stationen, die das Kennwort per Funk weitergeben. Außerdem lassen sich so bei der Planung noch bestehende Lücken in der *Funkstaffel* erkennen, die es mit weiteren Stationen zu füllen gilt. Diese Koordinierung ist eine aufwendige Aufgabe und hat bereits im Januar begonnen.

Sofort nach der Anmeldung erhält man eine Bestätigung an seine angegebene E-Mail-Adresse. Sollte diese nicht im elektronischen Postfach eingehen, hat man vermutlich nicht seine korrekte Adresse angegeben. Da alle Teilnehmer kurz vor dem Start der Funkstaffel weitere Informationen für den Ablauf bekommen, darunter zum verwendeten Kanal, muss die E-Mail-Adresse stimmen und gegebenenfalls korrigiert werden. Das Organisationsteam ist bei Fragen über *funkstaffel 2025@funkstaffel.de* erreichbar. Offizieller Anmeldeschluss für die Teilnahme ist Montag, der 7.4.

Bei Redaktionsschluss für diese FA-Ausgabe hatten sich bereits fast 100 CB-Funker für die 23. *Funkstaffel 2025* aus Deutschland, Dänemark und der Schweiz angemeldet. Eine Stationsliste mit den relevanten Angaben ist unter www.funkstaffel.de bei *Aktuelle Anmelde-liste der 23. Funkstaffel 2025* einsehbar. Ein Link zur virtuellen Landkarte mit den darin verzeichneten bereits gemeldeten Standorten steht ebenfalls auf der Website. Am 12.4. startet die Funkaktion um 22 Uhr MESZ in der Schweiz in Richtung Norden.

■ 50 Jahre CB-Funk in Deutschland

DNT, Handic, Kaiser, Stabo, Universum, Waltham: Wer AM-CB-Funkgeräte dieser Marken kennt und für den Hobbyfunk selbst verwendet hat, war sehr wahrscheinlich Mitte der 1970er-Jahre beim Beginn des Jedermannfunks auf dem 11-m-Band selbst dabei. Mit Wirkung ab dem 1. Juli 1975 hatte das damalige Bundespostministerium den CB-Funk in der Bundesrepublik eingeführt. Zugelassen war AM-Sprechfunk auf 12 Kanälen (Kanal 4 bis 15) mit einer Sendeleistung bis 0,5 W, wobei Handfunkgeräte nur mit 0,1 W senden durften. Mobil- und Handfunkgeräte waren anmelde- und gebührenfrei.

Der Betrieb von ebenfalls zugelassenen Feststationen war bei der zuständigen Stelle der damaligen Deutschen Bundespost einzeln anzumelden und es wurde eine monatliche Gebühr in Höhe von 15 DM erhoben. Der Funk-

betrieb zwischen Feststationen war offiziell verboten.

Obwohl die damaligen CB-Funkgeräte nicht billig waren, wuchs die Zahl der CB-Funker innerhalb kurzer Zeit rasant. Entsprechend wurde es wegen des großen Andrangs vor allem in größeren Städten schnell eng auf den zwölf zugelassenen AM-Kanälen. Andererseits blieb ein allgemeiner Anruf selten unbeantwortet und es etablierten sich bald Freundeskreise, die sich täglich auf den Kanälen und oft auch persönlich trafen. Hinzu kamen wöchentliche CB-Funkertreffen mit regelmäßig über 100 Teilnehmern, die bei dieser Gelegenheit neben Erfahrungen auch QSL-Karten austauschten.

Zusätzlich entstanden sogenannte QSL-Tauschklubs, die überregional oder gar international die Bestätigungskarten von CB-Funkern ohne Funkverbindung als reine Tauschobjekte verteilten. Nicht alles war erfreulich beim Hobbyfunk vor 50 Jahren, doch blieben viele Funkfreunde dabei, einige wechselten später zum Amateurfunk.

Bald kamen eigene CB-Funk-Zeitschriften heraus, darunter als Vorreiter „C.B.-Radio“, das Fachmagazin für den Allgemeinen 11-m-KW-Sprechfunk“ aus dem Stuttgarter Körner-Verlag. Sind Exemplare dieser von 1975 bis 1979 herausgegebenen Zeitschrift noch in einem Archiv zugänglich?



Am 1. Juli 1975 wurde in der Bundesrepublik der CB-Funk eingeführt. Mobil- und Handfunkgeräten lag auf einem Blatt eine „Allgemeine Genehmigung für bewegliche Sprechfunkanlagen kleiner Leistung im Frequenzbereich 26960 ... 27280 kHz mit FTZ-Serienprüfnummer der Kennbuchstabenreihe PR 27...“ bei. Darin waren die in der Amtsblattverfügung 393/1975 festgelegten Bedingungen für den CB-Funkbetrieb nachzulesen. Foto: DL1AX

für die Planung und Vorbereitung einer Teilnahme bleibt, weisen wir bereits in dieser FA-Ausgabe auf das Ereignis hin.

Auf der Website www.funkstaffel.de hat das Organisationsteam wieder ein Anmeldeformular online gestellt. Dort geben Teilnehmer ihren Vornamen, ihre E-Mail-Adresse sowie ihren während der *Funkstaffel* verwendeten Funkrufnamen an. Abgefragt werden außerdem das Bundesland sowie der Standort, von dem aus man teilnehmen will. Dazu gehören die geografischen Koordinaten und gegebenenfalls der Name des Bergs. Der voraus-

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgierunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
12.4.	23. CB-Funkstaffel 2025, www.funkstaffel.de

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0400-2300	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0500-0525	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0525-0530	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0530-0725	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0757	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0700-0725	Radio Rumänien International – 11 620
0700-0800	RNI Goldtausch – 6070 (Sa; D-r)
0700-2000	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0725-0730	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0730-1000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0900; D-o)
0758-1600	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0758-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0800-1800	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0820-0830	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0900-1000	RNI Goldtausch – 6070 (So; D-r)
0900-1000	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0900-1030	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0900-1100	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0900-2100	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2200)
0930-1030	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
1000-1100	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
1000-1100	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1100-1127	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1100-1200	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1100-1200	Radio Joystick – 11 805 (1. So/Monat; GB; alt 9600)
1100-1200	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6095 (1. Sa im Quartal; D-n)
1100-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (1. So im Quartal; D-g)
1100-1200	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1100-1600	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1130-1200	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1200-1300	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1200-1300	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1200-1400	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-)
1230-1325	Stimme der Türkei – 15 270
1300-1327	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1300-1400	Radio Power Rumpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1300-1400	Korches-Radio – 6070 (2. + 3. So/Monat; D-r)
1300-1430	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1300-1500	JAKE-FM – 6070, 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1330-1400	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1400-1500	Pop Shop Radio – 6160 (15. 3.; D-w)
1400-1800	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1830; D-o via HCJB)
1430-1457	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1500-1555	Radio Rumänien International – 15 250
1558-0100	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 6170, 9425
1600-1700	Radio DARC – 6070, 9670 (Mo; D-r)
1600-1757	Radio China International – 5970, 7380 (Musikprogramm)
1700-1730	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1800	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1700-1800	Radio Power Rumpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1700-1800	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1700-1800	Pop Shop Radio – 3955, 9670 (12. 3.; D-r)
1700-2000	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1700-2300	Radio Sylvia – 3955 (-1900), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1800-1827	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1800-1830	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1800-1855	Stimme Koreas – 6170, 9425
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 6160, 7305 , 9615 (Musikprogramm)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1855	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1830-1925	Stimme der Türkei – 5945
1855-1900	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Radio Rumänien International – 6180 (zzt. inaktiv)
1900-1955	Stimme Koreas – 6170, 9425
1900-2000	Radio DARC – 3955 (D-r)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
1900-2000	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1905-1935	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1935-2100	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1900-; D-o)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Pop Shop Radio – 3975 (16. 3.; D-w)
2100-2200	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2200-2300	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/ Monat; D-r)
2200-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2200-0559	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
2300-2400	Pop Shop Radio – 3955, 9670 (15. 3.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregel- mäßig, dt., engl.; D-ws)
1900-1955	Radio Rumänien International – 7235

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

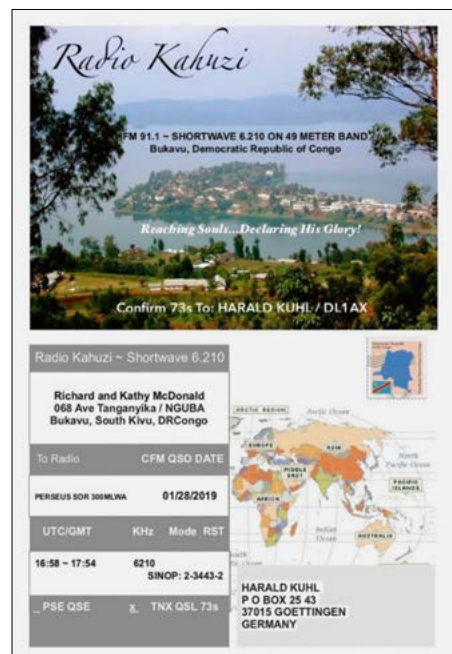
BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -g Gera,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland,
-p Pinneberg, -r Rohrbach,
-w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ Überraschung aus Bukavu

Das Sammeln von Empfangsbestätigungen, insbesondere QSL-Karten der gehörten Stationen, ist für viele Freunde des Rundfunkfernempfangs ein wichtiger Bestandteil des Hobbys. Dies haben die BC-DXer mit SWLs und Funkamateuren gemeinsam. Dabei bestätigen die Stationen heute überwiegend nicht



Überraschung aus Afrika: Eine eQSL-Karte von 2019 hatte der Stationsbetreiber nicht per E-Mail verschickt, sondern zum Herunterladen auf seine Website gestellt. *Radio Kahuzi* sendet für die Region Bukavu auf 6210 kHz, wenn der Sender inakt ist. QSLs: DL1AX

mehr auf dem traditionellen Postweg, sondern per elektronischer Post mit einem E-Mail-Text und/oder per angehängter elektronischer QSL-Karte (eQSL). Dies mögen langjährige Wellenjäger bedauern, denn die Freude über Post aus einem fernen Land mit einer gedruckten QSL-Karte, vielleicht begleitet von einem persönlichen Schreiben, Sendeplan, Aufkleber oder gar Stationswimpel, vermag eine elektronische QSL im Vergleich weitaus seltener auszulösen. Manchmal aber doch.

Jüngstes Beispiel ist eine elektronische QSL-Karte von *Radio Kahuzi*, einer 1-kW-Kurzwellenstation aus Bukavu im Osten der Demokratischen Republik Kongo. 1991 gegründet von Richard und Kathy McDonald, strahlte man zunächst über einen UKW-Sender Programme christlicher Gruppen aus. Im Februar 2001 kam mit Unterstützung durch *Radio HCJB* ein Kurzwellensender hinzu, der fortan mit Programmen in Englisch, Französisch, Lingala, Swahili und anderen lokalen Sprachen einen großen Teil Zentralafrikas erreichte. Wie Tony Rogers vom *British DX Club* in der jüngsten Ausgabe Winter 2024/



Die schwedische Post würdigt die Geschichte des Hörfunks mit einem Briefmarkenblock, der historische Radioempfänger, ein Rundfunkgebäude und ein modernes Hörfunkmikrofon zeigt.
Foto: Post Nord

2025 seiner Publikation „Africa on Shortwave“ berichtet, ist *Radio Kahuzi* nach einem Blitzschlag seit 2020 nicht mehr auf Kurzwelle aktiv. Auch anhaltende Probleme mit der Stromversorgung in jener von Unruhen geplagten Region Zentralafrikas erschweren die Wiederinbetriebnahme auf 6210 kHz, mit der leider vorerst kaum zu rechnen ist.

Zuvor war die Station in den Abendstunden gelegentlich auch außerhalb von Zentralafrika zu hören. Da 6210 kHz oft durch stärkere Signale belegt war, gehörte der Empfang hierzulande zu den selteneren Ereignissen. Manchmal gelang es aber doch und so schickte ich im Januar 2019 per E-Mail einen detaillierten Empfangsbericht an Richard McDonald. Andere BC-DXer hatten damals nach kurzer Zeit eine Antwort aus Bukavu bekommen, doch eine an mich gerichtete blieb aus. So schien es jedenfalls und ich bemühte mich auch nicht darum, später einen weiteren Empfangsbericht mit einer freundlichen Erinnerung zu schicken.

Umso größer war die Überraschung, meine elektronische QSL-Karte von *Radio Kahuzi*



Vor rund 100 Jahren fand in Deutschland die erste Live-Übertragung eines Fußballspiels im Radio statt. Die Deutsche Post erinnert am 16. 3. in Bielefeld mit einem Sonderstempel an dieses Jubiläum.
Foto: Deutsche Post

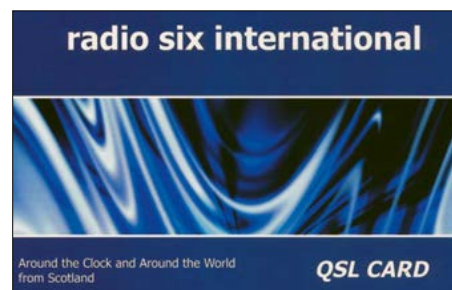


„Kölsch in die Welt“ heißt ein Programm, das gelegentlich bei *Channel292* auf Kurzwelle zu hören ist. Moderator Guido aus Bonn plant derzeit eine weitere Sendung, die sich wieder mit Musik aus Köln befasst.

für den Empfang von 2019 nun online zu finden; siehe die Abbildung auf dieser Seite. Statt diese per E-Mail zu schicken, hatte der zuständige Mitarbeiter der Station eine Reihe von detailliert ausgefüllten eQSLs im *Radio Kahuzi QSL Blog* unter <https://kahuziql.blogspot.com> online gestellt. Dort wartete meine elektronische QSL-Karte nun auf den Download; vermutlich rund fünf Jahre. Herzlichen Dank an den Wellenjäger und erfolgreichen BC-QSL-Sammler Jürgen Waga für den Hinweis.



Texas Radio Shortwave präsentiert in einstündigen Sendungen Musikinterpreten aus dem US-Bundesstaat Texas. Zu hören sind die Programme über einen 10-kW-Kurzwellensender von Channel292. Die nächsten Sendetermine für Europa sind der 1. 3. ab 2200 UTC auf 3955 kHz und der 2. 3. ab 1300 UTC auf 9670 kHz.



Radio Six International sendet sein Musikprogramm seit 8. 2. samstags von 1900 UTC bis 2000 UTC auf Kurzwelle 9670 kHz über Channel292 aus Deutschland sowie auf der Mittelwelle 1323 kHz aus Italien. Dies ist eine Programmverlegung von sonntags 1200 UTC.

Aufgrund der in vielen Ländern erheblich gestiegenen Portogebühren sind elektronische QSL-Karten eine akzeptable Alternative. So kostet eine Postkarte aus Dänemark ins Ausland bereits 5 € und für einen Brief aus Südamerika nach Europa muss man 5 US-\$ rechnen, was weder den Stationen noch uns QSL-Sammlern zuzumuten ist. Um beim Beispiel *Radio Kahuzi* zu bleiben: Eine per Post aus Bukavu zugeschickte QSL-Karte wäre mir das hohe Rückporto wert gewesen. Nun bereichert ein Farbausdruck mein QSL-Album afrikanischer Stationen.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



ADDX

Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

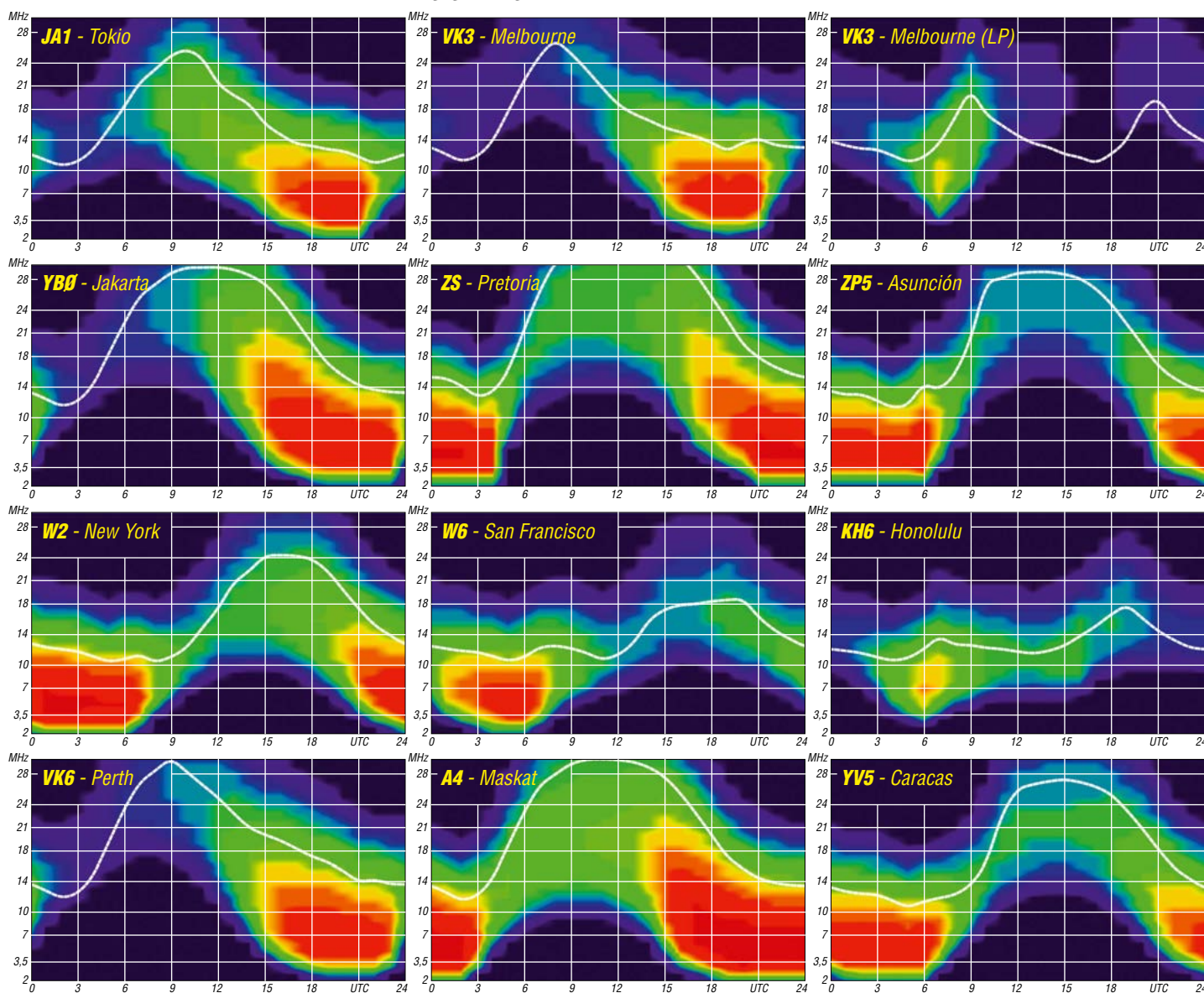
Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Die Sonnenflecken-Vorhersagen für den März dieses Jahres lauten: NOAA/SWPC $R = 128,6$ (ursprünglich 114,3), SIDC (WDC-SILSO) $R = 151$ mit der klassischen Methode und $R = 141$ mit der kombinierten Methode. Bei BOM SWS (Australien) lesen wir $R = 121,8$. Unsere Ausbreitungsdiagramme beruhen auf $R = 120$.

Dass der Januar unsere Erwartungen an überdurchschnittliche Ausbreitungsbedingungen nicht erfüllte, lag an ausgedehnten Perioden mit geomagnetischen Störungen. Dennoch gab es vier geomagnetisch sehr ruhige Tage am Monatsende vom 24. bis 27. Januar. Der 25. Januar war der ruhigste Tag gefolgt vom 27. Januar. Aber danach verursachte die umgekehrte Polarität der longitudinalen Komponente des interplanetaren Magnetfeldes einen gegenteiligen Effekt.

Folgende Mittelwerte stammen aus Beobachtungen und Messungen im Januar 2025: SIDC $R_1 = 137$, DRAO SF = 189,4 und Wingst $A = 15,3$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für letzten Juli lautet $R_{12} = 154,9$.

Als Berechnungsgrundlage dienen:
 Sendeleistung: 1 kW ERP
 RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch
 weiße Linie: MUF
 Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
Försterweg 8, 09437 Börnichen
E-Mail: dl2hsc@darf.de

■ Ergebnisse des Sächsischen Bergwettbewerbs (SBW) 2024

Franz, DL1DTF, und Uli, DL2LTO, haben die Ergebnisse des Sächsischen Bergwettbewerbs veröffentlicht. Für das vergangene Jahr wurden 137 Abrechnungslogs eingereicht.

In der Kategorie YL kamen davon sechs in die Wertung. 33 Teilnehmer rechneten nur Talpunkte ab. Diese Teilnehmer sind meist eine sichere Bank für alle Bergaktivierer, die damit manchmal die sechste Funkverbindung zum Erreichen des zusätzlichen QSO-Punktes verbuchen konnten. Es haben auch Teilnehmer aus anderen Distrikten abgerechnet. Das bestätigt die Akzeptanz des SBW über sächsische Grenzen hinweg.

Die Verteilung der Logs auf die fünf Wertungskategorien sieht folgendermaßen aus: 2 m/70 cm 113 Logs, 23 cm 69 Logs, 13 cm 59 Logs, höher 13 cm 31 Logs und YL sechs Logeingänge.

Unter den zahlreichen Einsendern waren erfreulicherweise auch vier Teilnehmer, die unter einem Ausbildungsrufzeichen arbeiteten. Bei den insgesamt 2103 Bergaktivierungen

wurden alle 187 Berge der Bergliste aktiviert, wenn auch nicht immer der Zusatz-QSO-Punkt erreicht werden konnte. Volker, DL6DVU, und Hartmut, DO4HZ, haben dabei jeden der 187 Berge ins Aktivierolog eintragen können.

Die vier am häufigsten aktivierten Berge sind mit 31 Aktivierungen der *Lerchenberg*, mit 30 Aktivierungen der *Finckenfang/Dreiberge*, mit je 29 Aktivierungen der *Lunapark*, und die *Babisnauer Pappel*. Mit je 27 Aktivierungen sind der *Kahleberg*, der *Eierberg/Eichberg* und der *Wilisch* zu verzeichnen.

In der Kategorie *höher 13 cm* konnten 2024 nicht so viele Logeingänge wie im Vorjahr entgegengenommen werden. Es wurden hier 31 Abrechner registriert.

Die kompletten Ergebnislisten sowie weitere statistische Auswertungen sind im *Bergkurier* 395 veröffentlicht. Der *Bergkurier* kann wie gewohnt unter www.dl2lto.de heruntergeladen werden.

Ergebnisse des Sächsischen Bergwettbewerbs 2024

Kategorie 2 m/70 cm

Platz	Rufzeichen, Name	Punkte
1.	DL6DVU, Volker	1312
2.	DO4HZ, Hartmut	1258
3.	DO2UDX, Marc	1210
4.	DO5UH, Reinhard	1128
5.	DL1DVP, Wolfgang	915

113 Logs

Danke für die Auswertung und Übermittlung der Ergebnisse an Franz, DL1DTF, und Uli, DL2LTO.

Kategorie 23 cm

1.	DL6DVU, Volker	420
2.	DG2DWL, Hartmut	345
3.	DL1DVP, Wolfgang	343
4.	DL1DUS, Andreas	301
5.	DD1UDW, Dirk	283

69 Logs

Kategorie 13 cm

1.	DO2UDX, Marc	397
2.	DO5UH, Reinhard	390
3.	DL6DVU, Volker	333
4.	DG2DWL, Hartmut	301
5.	DD1UDW, Dirk	277

59 Logs

Kategorie höher 13 cm

1.	DM4SWL, Günther	257
2.	DL4DTU, Norbert	111
3.	DG2DWL, Hartmut	86
4.	DL1DSR, Gerald	78
5.	DH1DM, Steffen	53

31 Logs

Kategorie YL

1.	DL2VFZ, Ingrid	577
2.	DN3UL, Andrea	67
3.	DG00JU, Britta	58
4.	DN3WU, Sigrid	21
5.	DL8DYL, Irina	10
6.	DN3TZ, Sulamith	8

6 Logs

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Amateurfunk-Event 2025C – Diplom auch für Hörer

Den Titel *Kulturhauptstadt Europas* tragen in diesem Jahr die vor 1947 noch eine Einheit bildenden Städte Nova Gorica in Slowenien und Gorizia in Italien, sowie die Stadt Chemnitz. Chemnitz ist mit über 250 000 Einwohnern die drittgrößte Stadt im Freistaat Sachsen und kann auf eine über 150-jährige Industriegeschichte zurückblicken.

Am 18.1.2025 fand in Chemnitz die offizielle Eröffnung des Kulturhauptstadtjahres statt. Das war auch der Startschuss für das Amateurfunk-Event 2025C. Dieses Ereignis bietet die Möglichkeit, die Stadt mit ihrer Geschichte und Industriekultur im Amateurfunk weltweit zu präsentieren.

Zunächst werden bis zum 31.3.2025 fünf Special-Event-Stationen (SES) unter dem gemeinsamen Präfix *DL2025* auf den Amateurfunkbändern aktiv sein. Die Sonderrufzeichen leiten sich aus früheren Titelvergaben oder der aktuellen Beteiligung ab:

- **DL2025B** Titelvergabe an Westberlin im Jahr 1988
- **DL2025C** Chemnitz und Region

– **DL2025E** Titelvergabe 2010 an Essen und das Ruhrgebiet

– **DL2025S** Freistaat Sachsen

– **DL2025W** Titelvergabe 1999 an Weimar
 Die Stationen vergeben zusätzlich auch jeweils einen Sonder-DOK.

Im Aktivitätszeitraum besteht die Möglichkeit, die Bedingungen für das *DL2025C-Diplomprogramm* zu erfüllen. Das kostenfreie Diplom wird in den Stufen Bronze, Silber und Gold herausgegeben. Für Bronze benötigen DL-Stationen 40 Punkte, wobei mindestens drei Sonderstationen im Log stehen müssen.



SWL-Diplom in der Klasse CW Foto: Team 2025C

Die je Funkkontakt zählbaren Punkte sind von der jeweiligen Sendart abhängig: CW fünf, Telefonie vier und Digimodes drei Punkte. Es zählen nur Verbindungen mit den fünf Sonderstationen. Jede Station darf pro Band, Sendart und Monat erneut gezählt werden.

Das Diplom ist auch für SWL-Stationen erhältlich. Dabei wird nicht zwingend eine Hö-

rernummer oder ein Hörerkennzeichen vorausgesetzt. Die vollständige Angabe des Namens genügt. Auf diesen wird dann später auch das Diplom ausgestellt.

Da nur echte Empfangsberichte und keine Clusterabschriften gewertet werden, müssen zu einer gehörten Sonderstation innerhalb von 20 min jeweils zwei unterschiedliche Rufzeichen von Gegenstationen im SWL-Log erscheinen. Die Übermittlung der Hörberichte und die Diplombearbeitung erfolgen nur online. Um als SWL auf den Log- und Diplomserver zugreifen zu können, ist zunächst eine einmalige Registrierung erforderlich. Danach wird ein Passwort für den Zugang zu einer persönlichen Logbuchseite generiert.

QSL-Karten werden grundsätzlich nur als *dQSL* (herunterladbare QSL) bereitgestellt. Die Sonderstationen sammeln selbst keine Papier-QSL-Karten. Die ausführlichen Diplombedingungen, Informationen zur Registrierung und zum Logbuchzugang sind unter [1] zu finden. Darüber hinaus vermittelt der Internetauftritt einen kleinen Einblick in die interessante Industriegeschichte der Stadt Chemnitz.

Das Interesse an diesem Amateurfunk-Event ist enorm. Nach nur 21 Tagen standen bereits über 50 000 QSOs im Log und über 2980 Diplome, davon mehr als 100 für SWLs, wurden bereits heruntergeladen.

Literatur

[1] <https://2025c.de>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 7. 1. bis 4. 2. 2025

■ CondX

Zu Beginn unseres Berichtszeitraums bekamen wir es mit einer sehr ruhigen Sonne zu tun. Der solare Flux befand sich nahezu unveränderlich knapp über 160. Tagsüber waren die Bänder bis oberhalb von 30 MHz geöffnet, dafür schlossen sie aber auch schnell mit der Dunkelheit bis hinunter nach 10 MHz.

Ab Monatsmitte hielt wieder etwas Dynamik in der Sonnenaktivität Einzug. Mit der Zahl der M- und X-Flares stieg auch der solare Flux auf 230 Einheiten. Alle zwei bis drei Tage war das Erdmagnetfeld mit K-Werten um 4 gestört. Das Öffnungsverhalten der Bänder änderte sich nicht. Die Bedingungen für den 160-m-CW-Contest gestalteten sich vorteilhaft. Die Bänder blieben ruhig, die Sonnenaktivität sank. Erst um den 2. 2. waren die Störungen wieder von intensiverer Natur.



■ DXpeditionen – Rückblick

Der Januar ist ein eher ruhiger Monat, was DXpeditionen angeht. Die World-Wide-Award-Aktivitäten versuchten, diese Lücke zu schließen. Doch das Jahr war keine drei Wochen alt, da hatte die DX-Welt ihren ersten Aufreger.

Was als eine Art Jubiläums-DXpedition nach Mt. Athos geplant war, endete anders als gedacht. Wer von Mt. Athos funken will, braucht zusätzlich zu allen lizenzrechtlichen Genehmigungen auch die ausdrückliche Erlaubnis des Holy Council für den Amateurfunkbetrieb. Man könnte sagen, eine Art Hausrecht, das hier durchgesetzt wird. Das kann einem überall passieren.

Viele Expeditionen haben vergeblich versucht, diese Genehmigung zu erhalten. Schon vor Jahren hat dieser Rat verlauten lassen, dass er diese Genehmigung nur an Mönche ausgibt, die ihren Wohnsitz in einem der zugehörigen Klöster haben. Das lässt sich überall im Internet nachlesen. Die durchaus renommierten DXpeditionäre, die unter SV1GA/A am 25. 1. aktiv wurden und bis zum Zwangsabbruch über 13 000 QSOs loggen konnten, glaubten, so ei-



ne Genehmigung zu haben. Der Holy Council sah das anders und ließ den Betrieb am 27. 1. beenden. Wir dürfen gespannt sein, was die ARRL bezüglich Gültigkeit für das DXCC-Diplom sagen wird. Davon unabhängig bleiben viele Fragen und Enttäuschung zurück. Auch die „Rebels“ mit 5N9DTG funkten Ende Januar erst einmal nicht, könnten aber im Februar noch auf den Bändern erscheinen. Wenigstens TX7N schrieb sich mit 41 052 Verbindungen in die Logbücher von 12 994 Stationen. Der Europa-Anteil liegt bei 30%. Es waren um die 15 000 CW-Verbindungen, etwas mehr in FT8 und der Rest in SSB zu verzeichnen.

■ Neue DXCC-Variante

Die ARRL will eine neue DXCC-Diplomvariante, das DXCC-Trident, herausgeben. Man benötigt jeweils 100 DXCC-Gebiete in CW, Telefonie und Digital. Weitere Stufen soll es für 200, 300 und auf Honor-Roll-Level geben.

■ Kurz-Infos

RI1ANE beendete seine Aktivität früher als erwartet schon im Januar. – KH0/KC0W und J75A haben sich zur Teilnahme am ARRL DX-Contest in SSB angekündigt. – QSL für V44KAI via W2ARP direkt. – ZL7PX (10 m und 15 m in CW) ist ein Pirat.



■ Vorschau

Afrika: Vom 20. 2. bis 6. 3. funkt NK80 in seiner Freizeit unter 5H3DX. Bestätigungen soll es über OQRS auf Club Log, via LoTW oder direkt über das Heimatrufzeichen geben.

OK6DJ, OK1CRM und OK2ZA gehen vom 24. 3. bis 5. 4. nach Rodrigues Island (IOTA AF-017) und funken unter 3B9DJ. Das Rufzeichen soll von 160 m bis 10 m in CW, SSB und FT8 zu arbeiten sein. QSL über LoTW bzw. via OK6DJ.

Amerika: Bis 11. 3. ist P4/KE4TT auf Aruba (IOTA SA-036). Er nimmt an diversen Contesten teil, funkt in CW, SSB, RTTY und FT8

und bestätigt über LoTW, Club Log und Heimatrufzeichen.

Noch bis zum 4. 3. ist V4/K0YA von St. Kitts mit IOTA NA-104 aktiv. Im ARRL-Contest wird V47Y genutzt. QSL via LoTW.

DF8AN will am 1. 3. unter V26MN von Antigua Island, IOTA NA-100, arbeiten. Direkt im Anschluss wird bis zum 9. 3. von Montserrat, IOTA NA-103, unter VP2MMN gefunkt. Am 9. und 10. 3. dann noch einmal unter V26MN. Schließlich ist für den 10. und 11. 3. noch eine Aktivität von St. Martin, IOTA NA-105, als FS/DF8AN vorgesehen. In jedem Fall soll von 80 m bis 6 m inklusive 60 m in CW, digital und vielleicht SSB gearbeitet werden. QSL via Heimatrufzeichen.

Vom 3. 3. bis 1. 4. ist VP5/W1DED auf Kurzwelle aktiv. Im SSB-Teil des WPX könnte auch VP5E zum Einsatz kommen. QSL via LoTW. AA9A möchte vom 9. 3. bis 5. 4. von St. Maarten, IOTA NA-105, PJ7AA ab 40 m aufwärts in CW, FT8 und FT4 aktivieren. Bestätigungen via AA9A oder über das LoTW.



Eine Gruppe bestehend aus DL-, EI- und OZ-DXern hat vom 12. bis 24. 3. Funkbetrieb von Jamaika, IOTA NA-097, unter 6Y7EI auf der gesamten Kurzwelle bis nach 6 m in Aussicht gestellt. QSL vermittelt M0OXO.

J38XB ist vom 17. bis 31. 3. das Rufzeichen von VE2XB. Er arbeitet von Grenada, IOTA NA-024, auf 160 m bis 10 m in CW und SSB und bestätigt nur direkt.

FJ/DK6AS soll im Februar/März von St. Barthélemy Island, IOTA NA-146, in CW und FT4 bzw. FT8 QRV werden.

Asien: JH3QFL ist vom 26. 2. bis 6. 3. ab 40 m aufwärts in FT8 unter 8Q7FL von den Malediven, IOTA AS-013, aktiv. QSL via Heimatrufzeichen und LoTW.

Ein größeres Team aus ON und PA hat sich für den Zeitraum vom 10. bis 20. 3. unter VU4AX angekündigt. Sechs Stationen sollen das Andamanen-Archipel, IOTA AS-001, in CW, SSB und digital in die Luft bringen. QSL-Service via M0URX.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m	17 m
JE6WOQ 1830 2100	BY2AA 18079 1100
80 m	15 m
VE3KG 3527 0000	DP0GVN 21210 1800
40 m	12 m
JA6CSY 7009 2100	E29TGW 24893 1400
30 m	10 m
DP1POL 1012 2200	BY5HB 28012 0800
20 m	
3G2AID 14233 1100	

GOKOM hält sich vom 24. bis 31.3. hauptsächlich für den CQ-WPX in SSB auf Zypern, IOTA AS-004, auf. Er wird dabei wieder unter ZC4MK arbeiten. QSL via Heimatrufzeichen. **Ozeanien:** Noch bis zum 1.3. kann mit VK9QD, VK9YB (VK4YB) oder VK9AB (VK4AWB) von Norfolk, IOTA OC-005, aktiv werden. Gearbeitet wird in FT8, SSB und CW. Es sind noch andere Rufzeichen mit vorangestelltem VK9-Präfix möglich.



DL2AWG, DF4GV, DL2AMD, DJ9RR, VK6SJ und VK6CQ sind vom 4. bis 11.3. unter VK9CU von Cocos Keeling, IOTA OC-003, in der Luft. Vorgesehen ist Betrieb rund um die Uhr mit drei Stationen in CW, SSB, FT8 und RTTY. QSL via LoTW oder über DL2AWG. Vom 18.3. bis 1.4. sendet WE9G unter V6WG von Kosrae mit IOTA OC-059. Geplant ist Be-



trieb auf 80 m bis 6 m, vielleicht auch 160 m, meist in FT4 und FT8 und weniger in SSB und CW. QSL erhält man über LoTW oder via Heimatrufzeichen.

DL2GAC wird noch bis 7.5. unter H44MS von Malaita mit IOTA OC-047 ab 80 m aufwärts in SSB und FT 8 QRV funken. QSL via Heimatrufzeichen.

QSL-Splitter

Bestätigungen im Logbook of The World gab es für: 3D2AG/p, 5R8IC, BI6LFJ, C37AC, DP1POL, E29TGW, HR5/F2JD, SV5DKL, TA1UT, TO9W, V31CN (NA-180), V44KAI, VP2V/DF8AN und WH0RU. Mit der Post ging PX0FF ein.

Laut SatNOGS ist die NORAD-Nummer für die Keplerdaten 61 784.

Yomogi neu im Orbit

Yomogi der Technischen Hochschule Chiba ist ein 1U-CubeSat mit Amateurfunkexperimenten. Welches Experiment wann aktiviert werden soll, ist unter <https://sites.google.com/s.chibakoudai.jp/gardens-01-yomogi/eng/homeeng> beschrieben. Bisher konnte ich auf der Frequenz 437,3767 MHz eine CW-Bake empfangen. Die Frequenzen sind IARU-koordiniert.



1U-CubeSat Yomogi

Foto: Chiba Institute of Technology

Yomogi wurde am 9.12.2024 von der ISS über das Kibo-Modul in den Orbit ausgesetzt. Laut SatNOGS ist die NORAD-Nummer für die Keplerdaten 62 298.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateurl.de

AGCW-DL

Für das CW-Wochenende vom 4. bis 6.4. gibt es eine gute Nachricht: Der Wettkampf um den Deutschen Telegrafiepokal (DTP) wird wieder stattfinden, wahrscheinlich in etwas geringerem Umfang als im Folgejahr 2026.

Das Programm wird reduziert. Es gibt weniger Wettbewerbe. Dafür hat die Veranstaltung mehr Amateurfunk-Charakter, z. B. nur Morse-Runner (Contest-Simulator) und RufzXP (Rufzeichen hören). Durch den geringeren Zeitaufwand ist auch eine spontane Teilnahme für Besucher des CW-Wochenendes möglich.

Starten kann man in den Teilnehmerklassen *Rookie* und *Profis*. *Rookie* sind alle diejenigen, die noch nie mitgemacht haben. So ist der Wettbewerb auch für neue Teilnehmer attraktiver. Außerdem gibt es Preise für alle.

Tnx Info Frank Grossmann, DL2CC

Eine Gruppe um unser AGCW-Mitglied Colin, GM4JPZ, plant am 1.3.2025 ein neues Diplomprogramm mit dem Namen *GOTA (Grids-On-The-Air)* für die Sendarten CW und Telefonie (SSB, AM, FM) vorzustellen. Ziel ist es, so viele Locator-Felder wie möglich weltweit zu arbeiten. Colin wird die Einzelheiten zu diesem Diplom im nächsten AGCW-Kurier veröffentlichen.

Termin:

YL-CW-Party 80 m: 4.3., 1900 ... 2100 UTC

Volker Enderlein, DJ9BM

Neues aus dem HSC

F6DUR, HSC #1016, hat uns leider für immer verlassen. – Das große CW-Wochenende der AGCW findet vom 4. bis 6.4. in Kleinfelder bei Fulda statt. Einweisung durch Ortskundige ist über die Relais DB0FUL (auch via Echolink), DB0HK und DB0WAS erhältlich. Wie immer wird der HSC am Samstag ein offenes informelles Treffen abhalten. Wer bereits am Freitag anreist, ist am Nachmittag zu einer „Mühlenwanderung“ eingeladen (insgesamt etwa 8 km, Anmeldung an dk4lx@online.de). Näheres zum Programm des CW-Treffens befindet sich auf der Website der AGCW-DL: www.agcw.de

Link des Monats: ein Elektronik-Grundkurs mithilfe eines Steck-Boards findet sich unter: www.youtube.com/@Attractor1

KW-CW-Conteste (Auswahl) im März:

Südamerika 10-m-Contest: 8./9.3., 1200 ... 1200 UTC

AGCW-DL-QRP-Contest: 8./9.3., 1400 ... 2000 UTC

Africa All Mode DX Contest: 15./16.3., 1200 ... 1200 UTC

AGCW-DL VHF/UHF-CW-Contest: 15.3., 1400 ... 1800 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA

Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz

E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

CySat-1 vergüht

Laut eigener Berechnung mit dem Programm SatEvo ist CySat-1 am 8.1.2025 in der Erdatmosphäre vergüht.

Colibri-S neu im Orbit

Colibri-S der Universität Samara ist ein 3U-CubeSat für Ausbildung und Erdbeobachtung. Von der IARU wurden die Downlinks 436,835 MHz GFSK und 10 475,00 MHz DVB-S2 koordiniert. Mehr Informationen sind unter https://iaru.amsat-uk.org/finished_detail.php?serialnum=972 verfügbar.

Colibri-S startete am 4.11.2024 mit einer Soyuz-2.1b/Fregat-M vom Wostochny-Kosmodrom in den Orbit. Laut SatNOGS ist die NORAD-Nummer für die Keplerdaten 61 746.

SamSat-Ionosphere neu im Orbit

SamSat-Ionosphere der Universität Samara ist ein 3U-CubeSat für Ausbildung und Erforschung der Ionosphäre. Von der IARU wurde der Downlink 437,150 MHz koordiniert. Laut Leonid, R4HHZ, und SatNOGS sendet der Satellit jedoch auf 437,400 MHz. Weitere Details sind unter https://iaru.amsat-uk.org/finished_detail.php?serialnum=1002 verfügbar. SamSat-Ionosphere startete am 4.11.2024 mit einer Soyuz-2.1b/Fregat-M vom Wostochny-Kosmodrom in den Orbit.

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Software-Update für Icom-Repeater

Icom Japan hat eine neue Firmware für seine Repeater fertiggestellt. Es sind wieder einige Fehler im Kontext mit der Netzwerkverbindung und der Handhabung von gleichzeitig lokal eintreffenden Signalen behoben worden. Eine nähere Beschreibung gibt es im Hilfetext des Firmware-Updates V1.23, das unter www.icomeurope.com/wp-content/uploads/2025/01/ID-RP3-Utilities-2025-JAN.zip heruntergeladen werden kann.

■ Free Radio Network

Free Radio Network (FRN) ist ein von Edwin, PA7FRN, für lizenzfreie Funkanwendungen wie CB, PMR, DMR, SRD/LPD, FRS und Freenet entwickeltes Client-Server-Programm, das inzwischen jedoch auch für den Amateurfunk nutzbar ist [1].

Die Voice-over-IP-Software verbindet sowohl PC-Benutzer als auch die Funkstellen (Gateways) in Räumen auf FRN-Servern. Der Anwender am PC muss lediglich am PC ein Mikrofon anschließen, um die FRN-Software nutzen zu können. Am Gateway wird der PC über eine Schnittstelle mit einem Funkgerät gekoppelt. Diese gewährleistet eine Anpassung des Pegels des Lautsprecherausgangs an den empfindlicheren Mikrofoneingang sowie eine Tastung der PTT des Funkgeräts über eine COM- oder USB-Schnittstelle.

Im Laufe der Jahre wurden von unabhängigen Entwicklern in zahlreichen Programmiersprachen verschiedene Client-Systeme für unterschiedliche Endgeräte und Betriebssysteme erstellt. Derzeit sind neben dem originalen Windows-Client auch diverse Interpretationen für Linux x86 und 64, Linux ARM (z.B. für den Raspberry Pi), FreeBSD i386 und FreeBSD amd64 bekannt, nicht jedoch für macOS.

Insbesondere in Bezug auf die Energieaufnahme, die bei einem rund um die Uhr genutzten Gateway signifikant ist, erweist sich die Nutzung eines Einplatinen-Computers wie des Raspberry Pi als bedeutsamer Fortschritt. Neben der originalen Serversoftware für Windows existieren auch dafür eigenständige Varianten für die zuvor genannten Plattformen sowie eine vollkommen plattformunabhängige Version in Java, welche mit internen Crosslinks sogar den ursprünglichen Funktionsumfang erweitert.

Aufgrund wiederholter Ausfälle des Original-FRN-Monitorserver/Systemmanagers entwarfen unabhängige Entwickler Pläne für die Zukunft des Free Radio Network. Im Jahr 2016 wurde ein alternativer, auf Java basierender FRN-Monitorserver getestet, um im

Falle erneuter Ausfälle einen störungsfreien Betrieb des Netzwerks zu gewährleisten. Er ist von Grund auf neuentwickelt und dabei voll kompatibel zu der ursprünglichen Implementierung von Edwin. Das bedeutet, dass vorhandene FRN-Server- und FRN-Client-Programme ohne Einschränkung weiter nutzbar sind.

Am 8. August 2024 hat Edwin als Betreiber des Original-FRN-Systems (EU) die Internetadresse seines Systemmanager-Servers, der seitdem offline ist, auf die Internetadresse des Systemmanager-Servers des alternativen FRN-Systems (DE) umgeleitet. Deshalb sind in der Original-Client/Server-Software keine besonderen Einstellungen mehr notwendig, um sich mit dem alternativen System zu verbinden. Das geschieht nun automatisch.

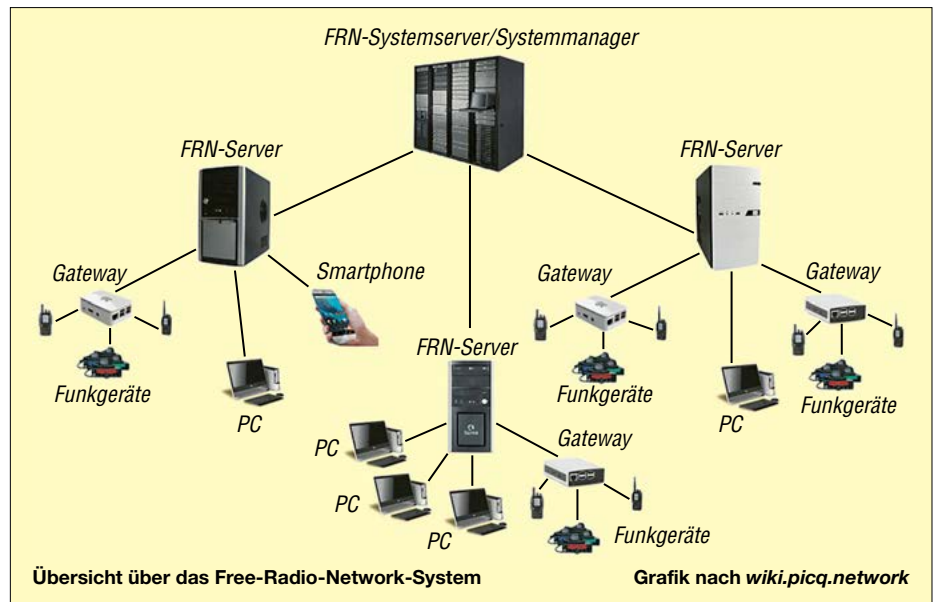
über die üblichen Bedienelemente individuell skalieren bzw. anpassen.

Auch ein Wechsel zwischen den beiden FRN-Systemen, dem Original und der Alternative, lässt sich mit diesem Tool sehr einfach über eine entsprechende Auswahl in den Programmeinstellungen bewerkstelligen. Beim Original-Client-Programm konnte dies nur durch Editieren der INI-Datei bzw. mit Hilfe des Switch-Tools erzielt werden.

Das Programm ist nativ lauffähig auf Microsoft Windows, Linux Desktop, Raspberry Pi OS Desktop und FreeBSD.

GRNClient

Basierend auf der ursprünglichen Programmversion 0.0c von Maurizio Porroto erfolgte beim GRNClient-Programm eine intensive



■ FRN-Tools und -Programme

Neben dem alternativen Systemmanager-Server (DE) [2] wurden noch weitere Tools wie zum Beispiel der *FRN Sysman Checker* und der *FRN Browser* entwickelt sowie komplett neue Implementierungen von *FRN Client*, *GRNClient (New Edition)*, *FRN Crosslink* und *FRN Server*.

FRN Client

Bei *FRN Client* handelt es sich um ein neu entwickeltes Programm mit grafischer Benutzeroberfläche. Es nutzt als Unterprogramm das von Valerij Savchuk entwickelte Konsolenprogramm *FRNClientConsole*. Neben dessen Einbettung in die grafische Bedienoberfläche bietet diese Implementierung darüber hinaus noch viele weitere FRN-Funktionen wie z.B. die Auswahl des gewünschten Servers oder Serverraums über eine Navigatoransicht (hierarchische FRN-Monitoranzeige) sowie das Versenden und Empfangen von FRN-Nachrichten.

Anders als beim Original-Client-Programm werden hier die Client-Liste, die Monitoranzeige und der Nachrichtendialog zusammen in einem Fenster dargestellt. Dieses und die Aufteilung der drei Ansichten lassen sich

Überarbeitung in vielen Punkten. Unter anderem wurde es an das aktuelle FRN-Protokoll angepasst und die bislang integrierte Bibliothek *libgsm* durch eine reine Java-Implementierung des GSM-Audio-En- bzw. Decoders ersetzt. Dadurch ist das sogenannte *Text-Relocations-Problem*, das auf neueren Android-Plattformen oft zum Abbruch des Original-GRNClient-Programms führte, nun ebenfalls gelöst.

Das Layout/Theme wurde geändert und u.a. eine rechteabhängige Funktion zum Stummschalten anderer FRN-Clients hinzugefügt. Auch der Betrieb im Hintergrund läuft jetzt besser. Beim Einsatz auf Smartphones und Tablets lassen sich nun die folgenden Bluetooth-Lautsprechermikrofone verwenden: WandFu H3, WandFu H3-B und Inrico B01.

Des Weiteren ist die App inzwischen an verschiedene Modelle der sogenannten Android-PoC-Funkgeräte angepasst worden – inklusive der Unterstützung der geräteeigenen PTT-Taste. Dazu zählen Inrico S200, Inrico T320, Inrico TM-7-Plus, Anysecu 4G-W2 Plus, Uniwa Alps F40, BoxChip S-700-B, Boxchip S-900-A, Oukitel WP5 PRO, Uniwa A19S, Tytera IP98, Cat DS S41, Ulefone Armor X5 und ähnliche.

Auch die von einigen Nutzern gewünschte VOX-Funktion sowie die Auswahlmöglichkeit, die App in den FRN-Modi *PC Only*, *Gateway* oder *Crosslink* zu betreiben, ist nun realisiert.

Neben dem Standardmikrofon kann man jetzt optional ein spezielles, für Sprachkommunikation optimiertes Mikrofon wählen, das, sofern von der Android-Hardware unterstützt, auch Rausch- und Echofilter sowie gegebenenfalls automatische Lautstärkenanpassung bietet. Somit lässt sich die VOX z.B. als Freisprechfunktion nutzen.

FRN Crosslink

FRN Crosslink ist eine Konsolenanwendung, die die Crosslink-Funktionalität direkt auf der Ebene des Kommunikationsprotokolls bietet, d.h. ohne Einsatz von zusätzlichen Audiogeräten oder sogenannten virtuellen Audiokabeln. Darüber hinaus kann das Programm so konfiguriert werden, dass es gleich mehrere Crosslinks zwischen verschiedenen FRN-Servern/Räumen herstellt, egal ob diese mit dem originalen oder dem alternativen FRN-System verbunden sind.

Die Anwendung ist nativ lauffähig auf Microsoft Windows, Linux und Raspberry Pi OS.

Hinweis: Das Programm dient ausschließlich dazu, FRN-Server/Räume miteinander zu verbinden. Dafür sind keine zusätzlichen Audio-komponenten erforderlich, da direkt auf den FRN-spezifischen VoIP-Datenpaketen gearbeitet wird. Deshalb ist es auch nicht möglich, mit diesem Programm Crosslinks zwischen FRN und anderen Kommunikationssystemen wie Teamspeak, Zello, Mumble, Echolink o.ä. zu betreiben.

Rechtliches zu Free Radio Network

Free Radio Network stehen schwierige Zeiten bevor. Die BNetzA hat mit Mitteilung vom 30.11.2024 bekanntgegeben, dass die Allgemein-zuteilung für das Freenet im 2-m-Band (149 MHz) geändert werden soll. In der Mitteilung Nr. 399/2024 gibt es eine Anhörung zur Änderung der Allgemein-zuteilung von Frequenzen im Frequenzbereich von 149,01875 MHz bis 149,11875 MHz für die Sprachkommunikation mit Handsprechfunkgeräten [3]. Im Amtsblatt Nr. 9/2019 vom 15.5.2019 hatte die Bundesnetzagentur die Verfügung 60/2019 *Allgemeinzuteilung von Frequenzen im Frequenzbereich 149,01875 MHz bis 149,11875 MHz für die Sprachkommunikation mit Handsprechfunkgeräten* veröffentlicht.

Diese Verfügung enthält Regelungen zur Anwendung des Frequenzbereichs von 149,01875 MHz bis 149,11875 MHz für die Benutzung durch die Allgemeinheit für nichtöffentliche Funkanwendungen mit Handsprechfunkgeräten für Sprachkommunikation.

Diese Allgemein-zuteilung soll dahingehend geändert werden, dass künftig ausschließlich der Einsatz von Handsprechfunkgeräten mit integrierten Antennen oder Wechselantennen gestattet ist. Die Nutzung ist zudem nur im Peer-to-Peer-Betrieb und folglich mit geringer Reichweite zulässig. Sie dürfen weder als Teil eines Infrastrukturnetzes (z.B. Internetanbindung) noch als Repeater oder Relaisfunkstation verwendet werden. Die Freenet-Gemeinde hat dagegen eine Petition eingereicht. Nun wird mit Spannung erwartet, wie sich die Behörde entscheidet. **Jochen Berns, DL1YBL**

Literatur

- [1] Wikipedia: Free Radio Network. https://de.wikipedia.org/wiki/Free_Radio_Network
- [2] <https://freeradionetwerk.de/index.html>
- [3] www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/MobilfunkDect/WlanCBFunk/Mitt_399_2024_Anhoerung_Handsprechfunkgeraete.pdf?__blob=publicationFile&v=2

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

Gießener Amateurfunktreffen

Die aus den Vorjahren bekannte und rege genutzte Möglichkeit, am Samstag eigene Bastelprojekte vorzustellen oder bereits einigen Vorträgen lauschen zu können, muss in diesem Jahr aus organisatorischen Gründen entfallen. Daher findet das 15. Gießener Amateurfunktreffen lediglich am Sonntag, dem 9. März 2025, von 9 Uhr bis 17 Uhr im Bürgerhaus Kleinlinden (Zum Weiher 33, 35398 Gießen, www.shg-giessen.de) statt.

Wie gewohnt, ist ab 9 Uhr der Verkauf von Baugruppen und Geräten rund um den Amateurfunk auf dem Flohmarkt möglich. Aussteller haben, wie immer, bereits ab 7 Uhr Einlass. Parallel dazu laufen an diesem Tag ab 9 Uhr nach derzeitigem Planungsstand zwei Vorträge sowie von 10 Uhr bis 14 Uhr Prüfungen für die US-Zulassungsklassen T, G und E. Wolfgang Beer, DK2FQ, erläutert in seinem Vortrag Überraschendes zu Monopol- und Vertikalantennen. So klärt er die Fragen, ob Radials aktiv zur Abstrahlung beitragen und wie stark sich die mechanische Verkürzung einer

Antenne auswirkt. Auch darauf, welchen Einfluss Verlängerungsspulen und Dachkapazitäten oder ein Standort am Meer im Vergleich zu trockenem Sandboden haben, möchte er Antworten geben.

Außerdem wird Emil Bergmann, DL8JJ, in seiner gewohnt kurzweiligen Art über die DXpedition XT2MD nach Burkina Faso berichten, an der er teilnahm und bei der das Team trotz widriger Begleiterscheinungen vor Ort 75 000 QSOs erreichte. Einen Film hat er auch im Gepäck.

Kurzfristige Programmänderungen werden auf www.darc.de/der-club/distrikte/f/ortsverbaende/07/Amateurfunktreffen bekanntgegeben.

Tnx Info Michael Pimeisl, DL2FDL

QRP-Contest der AGCW

Am Samstag, dem 8. März 2025, lädt die Arbeitsgemeinschaft Telegrafie e.V. (AGCW) von 1400 UTC bis 2000 UTC zum jährlichen AGCW-QRP-Contest ein. Der Wettbewerb findet auf den klassischen KW-Bändern 80 m, 40 m, 20 m, 15 m und 10 m, jeweils im CW-Bereich gemäß Bandplan der IARU-Region 1 statt. Die Teilnahme ist in einer von vier Klassen möglich:

- VLP (Very Low Power): ≤ 1 W Output
- QRP: ≤ 5 W Output
- MP (Moderate Power): ≤ 25 W Output
- QRO: > 25 W Output

Es sind nur Single-OP-Stationen und als Sendertyp CW zugelassen. Außerdem darf zu jeder Zeit nur ein Sender/Empfänger oder Transceiver betrieben werden. Der Einsatz von CW-Decodern oder Lese-Software ist nicht gestattet.

Der Rapport besteht aus RST, laufender dreistelliger Nummer, Klasse und AGCW-Mitgliedsnummer, zusammen z.B. 579/001/QRP/1537, wobei die Schrägstriche mitzusen-den sind. Nichtmitglieder geben NM statt der Mitgliedsnummer. Die gesendete AGCW-Nummer und das eigene Rufzeichen bzw. der Operator müssen in der aktuellen Mitgliederliste der AGCW enthalten sein. Stationen, die ein Zweit-, Contest- oder Klubrufzeichen verwenden, müssen ihr AGCW-Mitgliedsrufzeichen im Cabrillo-Feld *Operators* angeben.

Jede Station wird nur einmal pro Band gewertet. Die Wertung erfolgt abhängig von der Sendeleistung des QSO-Partners:

- QRO ↔ QRO: 0 Punkte
- QRO, MP ↔ MP, QRP, VLP: 2 Punkte
- QRP, VLP ↔ QRP, VLP: 3 Punkte

Jedes gearbeitete AGCW-Mitglied ergibt pro Band einen Multiplikatorpunkt. Die Gesamtpunkte entsprechen der Summe aller QSO-Punkte multipliziert mit der Summe aller Multiplikatorpunkte.

Logs im Cabrillo-Format V2 oder V3 sind bis zum 31.3.2025 und ausschließlich per Web-Upload auf <https://contest.agcw.de/qrpc> einzureichen.

Ich wünsche allen Teilnehmern viel Spaß und Erfolg!

Thomas Rudolph, DK3DUA
qrpc@agcw.de



15. Gießener Amateurfunktreffen

~~08.~~ +09. März 2025

Bürgerhaus Gießen-Kleinlinden

www.darc.de/f07/Amateurfunktreffen

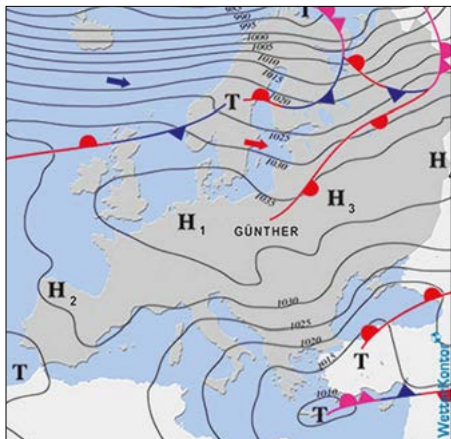
UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Troposphärische Überreichweiten im Dezember und Januar

Liegt es am flächendeckenden Einsatz des FT8-Modus, der es durch die quasi-permanente Bandbeobachtung leichter macht, Überreichweiten zu entdecken? Oder ist es schlicht Glück, dass in letzter Zeit deutlich häufiger über troposphärische Bandöffnungen berichtet wird? Tatsache ist jedenfalls, dass etwa in den vergangenen fünf Jahren Tropo eine wahre Renaissance erlebt hat, nachdem die Jahrzehnte davor eher mau waren. Nur die Oldtimer – ich zähle mich mit 45 Jahren UKW-DX-Historie auch dazu – kannten bis dahin noch Zeiten, wo eine Woche oder länger UKW-DX durchgehend möglich war.



Das Hochdruckgebiet **Günther** ermöglichte um die Weihnachtstage 144-MHz- und 432-MHz-Verbindungen von England bis nach Russland.

Die Weihnachtstage brachten für einen großen Teil Europas trübes Wetter mit hochnebelartiger Bewölkung, Windstille, kalter Luft am Boden und wärmerer Luft in der Höhe. Ist von solch einer Temperaturinversion die Rede, werden UKW-Funker nervös, denn dies bedeutet fast immer kräftige troposphärische Überreichweiten. Die Funkwellen werden an der Warm/Kalt-Grenzschicht gebeugt oder sogar reflektiert und wandern dann wie in einem Wellenleiter durch wiederholte Reflexionen Erdboden-Grenzschicht weit über die normale Reichweite hinaus. Noch intensiver wird das Ganze, wenn sich eine zweite Grenzschicht bildet, sodass die Wellen immer nur an den Grenzschichten reflektiert werden. Solch eine Schlauchausbreitung verläuft merklich verlustärmer. Ihr Nachteil ist jedoch, dass diese fast nur am Ende des Schlauchs zu nutzen ist, denn auf der gesam-

ten Fläche sind die meisten Standorte durch die untere Grenzschicht des Schlauchs blockiert. Man kommt nicht in die „Bedingungen“ hinein. Es sei denn, man ist an einer Stelle, an der der Schlauch nach unten etwas durchlässig ist – oder man sitzt auf einem Berg direkt im Schlauch.

Bei den Weihnachtsüberreichweiten gab es genau solche Verhältnisse. Aus dem Baltikum, Belarus und Russland wurde auf 2 m und 70 cm bis in die Niederlande und sogar nach England gefunkt. Dazwischen herrschten zwar auch angehobene Bedingungen, doch im Vergleich dazu war das nichts.



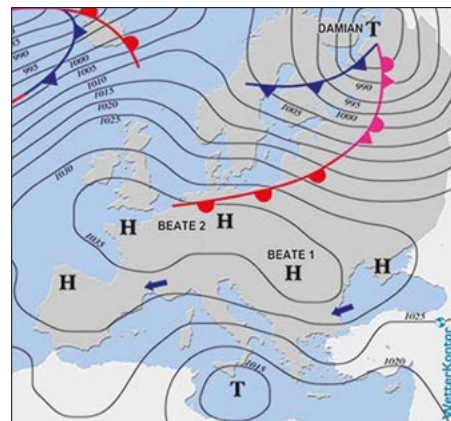
Die Antennen von G8VHI: für 2 m eine 10-Element- und für 70 cm zwei 23-Element-Yagi-Antennen
 Foto: G8VHI

Reg, G8VHI, aus IO92FM berichtet von seinen ersten Verbindungen im 70-cm-Band – etwas, das er nie für möglich gehalten hatte. Er loggte am 26. 12. zwei EW- und zwei RA-Stationen auf 432 MHz, bei Distanzen von bis zu 2300 km. Dass auf 432 MHz beide Male ein neues DXCC-Gebiet dabei war, ist keine Überraschung. Reg arbeitet dort mit einem TS-790 und 300 W an zwei YU1CF-Yagi-Antennen mit 23 Elementen.

Auch Dave, G7RAU, profitierte in IN79JX von den guten Bedingungen. Leider konnte er aus beruflichen Gründen die Bandöffnung nicht optimal nutzen, doch zu einigen besonderen Erfolgen hat es trotzdem gereicht. Highlights seiner 141 QSOs am 25. und 26.12. waren auf 2 m Verbindungen mit LY, YL, EW und ES, alle zwischen 1882 km und 2278 km. Auch auf 432 MHz lief es, wenn auch nicht wie bei G8VHI bis nach Russland und Bela-

rus. Hier loggte Dave mit nur 45 W Sendeleistung an einer IOJXX-Yagi-Antenne mit 16 Elementen immerhin YL2AO (KO16DK, 2003 km), SM0KAK (JO89XK, 1811 km) und SM0DJW (JO88WW, 1721 km). Dazwischen finden sich im Log viele Kontakte mit OZ, SM6 und DL bei Distanzen von bis zu 1500 km. Niemals, so schreibt G7RAU, hätte er gedacht, mal E_s auf 2 m per Tropo zu erreichen, und schon gar nicht das Feld KO38. Schön, dass auch alte Hasen nach Jahrzehnten immer noch überrascht werden können.

Auch im vergangenen Januar waren wieder beeindruckende Tropo-Überreichweiten zu beobachten. CT9ACF (CT9/OM3RG) in IM12JU an der Nordküste der portugiesischen Atlantikinsel Madeira beispielsweise arbeitete Mitte des Monats auf 144 MHz nach Großbritannien und Irland. Ursächlich war hier das ausgeprägte Hochdruckgebiet *Beate* mit einem Kerndruck von 1035 mbar, an dessen Westseite sich über dem Meer entsprechende Überreichweiten entwickelten. Bereits nach Großbritannien lagen die Entfernungen zwischen 2500 km und 2600 km. Doch am 14.1. um 1059 UTC



Die Wetterkarte vom 14.1.2025: An der Westseite von Hoch *Beate* bauten sich über dem Meer intensive Tropo-Bedingungen auf.

Grafiken: www.wetterkontor.de

meldete CT9ACF im DX-Cluster sogar den Empfang einer schottischen Station: GM0HBK (IO85HR) kam mit –18 dB durch. Ob es zum QSO gereicht hat, ist nicht bekannt. Wider Erwarten beträgt die Distanz auch „nur“ 2759 km, denn IO85 liegt zwar weiter nördlich, dafür aber auch weiter westlich, was die Entfernung reduziert. Davon, was von den Britischen Inseln regelmäßig über dem Ostatlantik per Tropo möglich ist, können die Festlandstationen meist nur träumen. Über dem Meer bauen sich die nötigen Schlauchausbreitungen, die sogenannten *Ducts*, eben leichter auf.

Eine Woche später war dann auch Mitteleuropa wieder im DX-Modus: Am 20.1. berichtet Ronny, DG5BRE, aus JO62VM begeistert von einem besonderen Wochenende mit viel UKW-DX. Man habe kaum vom Funkgerät aufstehen können, meinte er zu den für ihn bereits „Überreichweiten des Jahres“. Es ging in alle Richtungen, auf allen Bändern. Erfreulicherweise herrschte nicht nur in FT8 Betrieb, sondern auch in CW und SSB. US5UW beispielsweise rief ihn auf 70 cm mit S9 in SSB an.

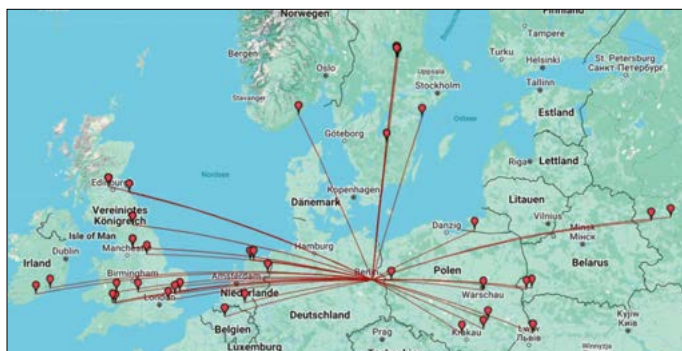
Weiteste Funkverbindungen von G7RAU auf 144 MHz

Datum	UTC	Rufz.	Locator	Distanz [km]
26.12.	0646	LY2LE	KO06NA	1882
26.12.	0959	LY2LE	KO06NA	1882
26.12.	0954	LY2R	KO15VS	2024
26.12.	0745	YL2AJ	KO16OX	2108
26.12.	1018	LY3E	KO25ES	2114
26.12.	1601	EW6FS	KO35LB	2240
26.12.	1610	EW6FS	KO35LB	2240
26.12.	0700	YL2FZ	KO37QI	2260
26.12.	0705	ES5PC	KO38HJ	2278

Neben 70 cm war DG5BRE auch auf 23 cm, 13 cm und im 9-cm-Band unterwegs, doch die meisten Verbindungen liefen auf 432 MHz – von RA in KO64 über UA und Mittelschweden bis nach Schottland und dem Süden Irlands. Auf den höherfrequenten Bändern

nicht hören, obwohl ich mehrfach angerufen habe. Zum Beispiel wäre es mit GM4ILS dann ein QSO über 1000 km Entfernung gewesen.“

Aus Thüringen berichtete Olli, DL2ARD/p, dass die erste Stunde ja noch recht gut lief,



70-cm-Erfolge von DG5BRE

Quelle:
pskreporter.info;
Kartenmaterial:
OpenStreetMap-
Mitwirkende

waren jedoch fast immer nur die Baken zu vernehmen – leider keine Stationen. So kam beispielsweise auf 23 cm die SP8-Bake aus KO11HF mit S9 +20 dB durch, doch auf dem Band war von dort niemand zu hören.

Andererseits sind auf 13 cm QSOs von Warschau (KO02) bis in den Osten Englands gelaufen (JO02), das sind fast 1400 km. Nun, das dürften noch nicht die letzten „Bedingungen“ des Jahres gewesen sein. Vielleicht – oder hoffentlich – ist Ronnys Bewertung „Überreichweiten des Jahres“ doch ein wenig zu früh.

UKW-HNY-Contest am 1. 1. 2025

Wolfgang, DJ3TF, schrieb: „Gegen 15.45 Uhr kamen zu meiner Überraschung aus etwa 45° die typisch zischenden Aurora-Signale herein und ich habe einige Zeit im Contest pausiert und voller Optimismus versucht, die DX-Stationen zu arbeiten, die über Aurora zu hören waren, aber es gelangen leider keine QSOs. G, GM, OZ, SM wären da gewesen, aber anscheinend reichte meine Portabelleistung von 20 W bis 25 W nicht aus, um am Nordlicht ein reflektiertes Signal zu erzeugen.

Die 2-m-Bedingungen waren mau, eigentlich sogar eher als schlecht zu bewerten. Stationen an der Küste, die sonst immer von diesem Portabelstandort zu arbeiten sind, konnten diesmal nicht erreicht werden. Vermutlich hatte das spätere Aurora im Vorfeld bereits alles durcheinander gebracht.“

Bei Roland, DL2OM, lief es besser. Die Radioaurora überschneit sich mit dem AGCW-Contest – und so kamen GM/G/SM/SP-Stationen ins Log. Ansonsten wäre das Ergebnis in Anbetracht der Wetterlage recht kümmerlich geworden.

Stefan, DL2YDS, berichtet: „Diesmal wieder einen neuen Portabelstandort getestet, südöstlich von Paderborn. Wollte das Vorhaben wegen der Sturmwarnung schon fast aufgeben, bin dann aber doch noch gefahren. Der Wind war auch sehr, sehr stark und kalt. Den Portabelmast habe ich daher nur 4 m bis 5 m ausgefahren und noch zusätzlich abgespannt. Die große Überraschung war dann aber die Auroraöffnung. Es kamen sieben QSOs via Aurora ins Log. Einige Stationen konnten mich leider

aber dann ging die Aurora los. Es war zwar ordentlich Betrieb auf dem 2-m-Band im CW-Bereich, aber es kamen keine Contest-QSOs mehr zustande. Da nützte es auch nichts, wenn man von EI3KD laut gehört wurde, er aber nicht am Contest teilnehmen wollte. Dazu kam der starke Wind aus Südwest, sodass ich zeitweise die Antennen nicht drehen konnte. Standen die Antennen nach Westen, bogen sich die 10 m langen Yagi-Antennen.

EME Conference 2026

Es ist zwar noch 15 Monate hin, doch für eine Planung nie zu früh. Zumal sich im Zusam-

menhang mit der nächsten EME-Konferenz auch ein Urlaub anbietet: Die Veranstaltung findet auf der kanarischen Insel Teneriffa statt. Vom 28. bis 31. Mai 2026 treffen sich die Spezialisten des UKW-Funks über den Mond im Hotel *Botánico & The Oriental Spa Garden* in Puerto de la Cruz. Weitere Informationen sind auf <http://eme2026.moonbounce.info/eme2026.html> abgelegt.

VHFDX-EU stellt Betrieb ein

Nach 15 Jahren Betrieb stellt das UKW-Portal *VHFDX.eu* Ende April seine Arbeit ein. Neben einem DX-Cluster mit zusätzlichen Services bietet es sowohl Auswertungen zu Bandaktivität und Überreichweiten aber auch den EME-Bedingungen an. Leider hängt es wie viele tolle Services im Amateurfunk an der Aktivität einer einzelnen Person – hier Ansgar, DG2KBC – der den Aufwand zeitlich einfach nicht mehr bewältigen konnte. Ein Nachfolger hat sich leider nicht gefunden. Schade, aber verständlich.

Ausblick März

Gleich am ersten kompletten Wochenende beginnt die Contestsaison 2025 „richtig“: Am 1. und 2.3. wird auf den Bändern oberhalb von 144 MHz der erste überregionale VHF/UHF/SHF-Wettbewerb dieses Jahres durchgeführt.

Interessant sind die Wettbewerbe mittlerweile auch für diejenigen, die den hohen zeitlichen Aufwand eines 24-h-Wettbewerbs nicht treiben wollen oder können: Die 6-h-Zusatzwertung auf 2 m und 70 cm erlaubt es, auch nur 6 h des Contests aktiv zu sein, die noch dazu durch eine zweistündige Pause unterbrochen werden dürfen. Eine spezielle Low-Power-Sektion mit max. 100 W Sendeleistung gibt es auch. Wie praktisch alle Funkwettbewerbe sind solche Contests keine geschlossene Gesellschaft, denn Punkte verteilen darf jeder: Die Contester freuen sich über jeden Funkkontakt.

Ansonsten ist der März der letzte Monat der „Saure-Gurken-Zeit“ ohne Meteoritenschauer oder andere quasi vorhersagbaren Ausbreitungen. Immerhin, die Chance für troposphärische Überreichweiten besteht ja jederzeit. Außerdem gibt es noch die recht hohe Wahrscheinlichkeit für Radio-Aurora – schließlich befinden wir uns im Sonnenfleckenmaximum.

AGCW-UKW-Contest März 2025

Der nächste UKW-CW-Contest der AGCW findet am 15.3. auf den Bändern 2 m und 70 cm statt. Die genaue Ausschreibung findet sich wie immer auf: <https://www.agcw.de/contest/vhf-uhf>

FA-Topliste 1/25

Der Einsendeschluss für die nächste UKW-Topliste ist der 2.4.2025. Bitte melden Sie die Anzahl der auf den Bändern oberhalb 30 MHz gearbeiteten Mittelfelder, DXCC-Gebiete mit dem jeweiligen ODX an die Adresse des Sachbearbeiters, DL7YS (dl7yspeter@posteo.de).

Ergebnisse UKW-HNY-Contest 1. 1. 2025

Pl.	Rufzeichen	Locator	Punkte	QSOs
1.	DH7FFE	JO40FC	2794	18
2.	DL9FCM/p	JN49JR	1867	12
3.	DL4FDI	JO40EB	1650	14
4.	DL9MH	JO50FA	1010	5
5.	DL3IAS	JN49EJ	553	6

8 Logs

Pl.	Rufzeichen	Locator	Punkte	QSOs
1.	DL2YDS	JO41KQ	11311	35
2.	DK2GZ	JN49GB	9594	37
3.	DL4YR	JO31KS	7805	25
4.	DJ3TF/p	JN59VI	5283	30
5.	DM1PIO	JO72BM	4696	17
6.	DL6OL	JO52AP	4290	12
7.	DF6DU	JO41GJ	4156	15
8.	DL5BAW/p	JO51ET	2584	10
9.	DJ3CE	JO40ED	1297	13
10.	DL4HRM	JO51XL	1174	6

16 Logs

Pl.	Rufzeichen	Locator	Punkte	QSOs
1.	OK1DOL	JN69OU	21427	58
2.	DL2OM	JO30SN	20413	60
3.	OK1KCB	JN79GB	19094	42
4.	DL6WT	JN39VV	18188	64
5.	DL2ARD/p	JO60AR	13306	48
6.	PA5WT	JO22HG	10558	25
7.	DF8V	JN39LH	9949	34
8.	DM800KM	JO71EC	8915	31
9.	DK3QZ	JO31KP	8042	28
10.	DF0WF	JO62XR	7781	29

26 Logs



DL-QTC

■ Amateurfunktagung in München

Die Amateurfunktagung 2025 (www.amateurfunktagung.de) findet am Samstag, dem 8. 3., und Sonntag, dem 9. 3., am angestammten Standort in der Hochschule für angewandte Wissenschaften München in der Lothstraße 64 statt. In diesem Jahr stehen der Veranstaltung zusätzlich zum Foyer drei Hörsäle zur Verfügung. Das Vortragsprogramm mit fast 40 Vorträgen stand bei Redaktionsschluss größtenteils fest, kurzfristige Änderungen sind nötigenfalls möglich. Veranstalter der Amateurfunktagung ist die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule München (www.ee.hm.edu) in Kooperation mit dem Distrikt Oberbayern des Deutschen Amateur-Radio-Clubs e.V.

Auf Besucherinnen und Besucher wartet zudem ein interessantes Rahmenprogramm: An einem Checkpoint lassen sich QSL-Karten für das DXCC-Diplom der ARRL prüfen. Die ATV-Arbeitsgemeinschaft München e.V. hat eine Präsentation des Amateurfunkfernsehens angekündigt. Der Förderverein Amateurfunkmuseum e.V. stellt sich vor und historische Amateurfunktechnik aus. Rohde & Schwarz baut einen Messplatz bis 50 GHz auf und stellt Fachpersonal zum Prüfen mitgebrachter Geräte bereit. An weiteren Ständen kann man sich über HAMNET, Notfunk und den *Bavarian Contest Club* (BCC) informieren. Hinzu kommen Angebote von kommerziellen Händlern für Amateurfunktechnik. Am Sonntag findet nach der Mittagspause eine Prüfung für US-amerikanische Amateurfunklizenzen statt. Informationen darüber stehen unter www.radio-exams.eu, dort ist zudem eine Registrierung für Interessierte möglich.

Der Eintritt zur Amateurfunktagung ist frei. Der umfangreiche Tagungsband ist gedruckt vor Ort oder als eBook online unter www.amateurfunktagung.de erhältlich.

Info Amateurfunktagung

■ 2025C erfolgreich gestartet

Die Amateurfunkaktivität 2025C zur Europäischen Kulturhauptstadt Chemnitz 2025 ist auf den Bändern gut angekommen und findet weltweit zunehmende Aufmerksamkeit. Die Sonderstation (SES) DL2025C repräsentiert den Titelträger Chemnitz und die Region. Auf den Chemnitz unterstützenden DARC-Distrikt des Freistaats Sachsen verweist DL2025S. Die drei weiteren SES erinnern an frühere Europäische Kulturhauptstädte in Deutschland: 1988 Westberlin (DL2025B), 1999 Weimar (DL2025W) und 2010 Essen/Ruhrgebiet (DL2025E). Das Diplomprogramm startete am 18. 1., dem Eröffnungstag der Titelträgerschaft, und endet am 31. 3. Die Handhabung ist ähnlich wie bei 100FK (2024) und damit für alle online über die Website <https://2025c.de> nutzbar.

Der erste Monatsabschluss nach 14 Einsatztagen war ein Beleg für den Erfolg der Aktivität. Mit bereits über 35 000 Funkverbindungen und weit über 1800 abgerufenen Diplo-

men startete man in den Februar, den zweiten Aktivitätsmonat. Noch bis Ende März haben Funkamateure weltweit die Möglichkeit, Punkte für die Diplome zu sammeln und sich in der Liste der erfolgreichen Teilnehmer weiter hochzuarbeiten. Der eigene aktuelle Punktestand und die bereits erreichten Diplome lassen sich unter <https://2025c.de/logabfrage> nach Eingabe des Rufzeichens abrufen.

Uwe Hansen, DL2SWR, Team 2025C

■ Aktivität Chiemgau 2025

Der Ortsverband Traunstein, C16, lädt alle SOTA- und GMA-Begeisterten zur ersten Funkaktivität *CoA – Chiemgau on Air 2025* am 10. 5. 2025 ein. Angelehnt an den *OE5SOTA/OESOTA-Day*, sollen nach Möglichkeit alle 42 Chiemgauer SOTA-Berge, vom Sattelberg (820 Hm) bis zum Sonntagshorn (1961 Hm), aktiviert und gearbeitet werden. Besonders freuen sich die Organisatoren auf *Summit-to-Summit*-Verbindungen aus anderen SOTA/GMA-Regionen. Die Bergaktivierer können auf allen Amateurfunkbändern und in allen



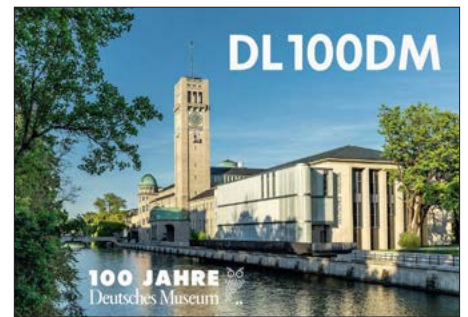
Modi funken. Wer einen der Chiemgauer Berge aktivieren möchte, meldet sich bitte bis 13. 4. per E-Mail an coa2025@charly16.de bei den Ausrichtern. Weitere Informationen stehen unter www.charly16.de auf der Website von C16. Das ganze Jahr 2025 über ist das Sonderrufzeichen DL25COA in der Luft und Kontakte werden mit einer QSL-Karte bestätigt.

Ortsverband Traunstein

■ 100 Jahre Deutsches Museum

Das Deutsche Museum in München (www.deutsches-museum.de) ist eines der größten Wissenschafts- und Technikmuseen der Welt und feiert 2025 sein 100-jähriges Bestehen. Um den Besuchern naturwissenschaftliche und technische Erkenntnisse möglichst lebendig nahezubringen, präsentieren Ausstellungen die geschichtliche Entwicklung von Naturwissenschaften und Technik sowie deren Bedeutung für die technische und gesellschaftliche Entwicklung.

In der Museumsabteilung für Elektronik befindet sich eine Amateurfunkstelle mit dem Rufzeichen DL0DM, die täglich von 11 Uhr bis 12 Uhr von Mitgliedern des DARC e.V. betrieben wird. Im Jubiläumsjahr 2025 ist darüber hinaus das Sonderrufzeichen DL100DM



auf den Bändern aktiv. Zudem überträgt der Rundfunksender *Radio Eule* auf der Mittelwelle 1500 kHz und mit geringer Leistung wissenschaftliche und technische Programmbeiträge. Diese Sendungen sind im gesamten Stadtgebiet von München empfangbar, bei Dunkelheit auch weit darüber hinaus.

DL100DM

Afu-Welt

■ 100 Jahre IARU

Die *International Amateur Radio Union* (IARU) hat für die Amateurfunkmesse Ham Radio 2025 wieder einen eigenen Stand mit umfangreichen Aktivitäten angekündigt. Thema dürfte das 100-jährige Bestehen sein, das die internationale Vertretung der Funkamateure in diesem Jahr feiert. Bereits jetzt sind auf den Bändern einige Sonderstationen aktiv, die auf dieses Jubiläum aufmerksam machen. Zu erreichen sind unter anderem DA0IARU, A975IARU, A9100IARU und VI100IARU.

Der belgische Amateurfunkverband UBA hat ebenfalls Aktivitäten und ein Diplomprogramm angekündigt: Vom 15. 3. bis 15. 5. sind die Sonderstationen ON100I, ON100A, ON100R, ON100U, OO100I, OO100A, OO100R, OO100U, OP100I, OP100A, OP100R, OP100U, OQ100I, OQ100A, OQ100R, OQ100U, OR100I, OR100A, OR100R, OR100U, OS100I, OS100A, OS100R, OS100U, OT100I, OT100A, OT100R, OT100U, ON0IARU und OR0IARU auf den Bändern aktiv und verteilen Punkte für Diplome. Außerdem sind sechs verschiedene QSL-Karten erhältlich. Weitere Details über diese Aktivität stehen unter www.uba.be/en/news/uba-iaru-100-event online. **UBA via DL1AX**

■ 7. ARDF-Jugendweltmeisterschaft der IARU



Vom 2. 7. bis 6. 7. findet im tschechischen Mariánské Lázně die 7. ARDF-Jugendweltmeisterschaft 2025 der IARU statt. Zuletzt hatte der Radioklub Tschechiens dieses Ereignis am gleichen

Ort im Jahr 2015 organisiert. Das Programm und weitere Informationen stehen unter <https://wyac2025.cz> online. Der Ausrichter bitet interessierte Teams, ihre Teilnahme bis zum 15. 3. 2025 per E-Mail an arob@ardf.cz mitzuteilen.

Team WYAC 2025



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Kurzwellensender Moosbrunn ist Geschichte

Mit der Sprengung der Sendestation in Moosbrunn am 29.1. endete auch ein Stück Radio- und Technikgeschichte. Denkmalschützer wehrten sich vergeblich gegen die Zerstörung. Auch Michael Kastelic OE1MCU, der Präsident des ÖVSV, kritisiert das Ende der Anlage in Moosbrunn: „Die Sprengung ist extrem bedauerlich“, sagte er zu Heise Online, „nur auf Digital und Internet zu setzen, macht völlig abhängig von anderen Dienstleistern, Providern und politischen Einflüssen.“ (www.heise.de/news/ORF-laesst-Oesterreichs-500-Kilowatt-Kurzwellensender-sprengen-10253116.html)

Die Station in Moosbrunn wurde in den 1950er-Jahren errichtet. Von hier verbreitete *Radio Österreich International* (RÖI) seine Programme weltweit. RÖI wurde 2003 eingestellt, danach nutzten noch internationale Sender die Anlage. So strahlte auch *Radio DARC* sein

Programm über Moosbrunn aus. Den vollständigen Artikel findet man hier: www.derstandard.at/story/3000000254976/am-dienstag-gesprengt-kurzwellensender-in-moosbrunn-ist-geschichte



Drehbare Hochleistungsrichtantenne des ORF in Moosbrunn Foto: Daniel Csiky

■ QSO-Woche der OE-CW-G

Zur Belegung der Bänder in der Sendeart CW veranstaltet die OE-CW-G die *QSO-Woche*. Das Ziel ist, möglichst viele normale QSOs zu führen. Gemeint ist damit mindestens der Austausch von Namen, Standort und Stationsda-

ten. Längere Plaudereien sind willkommen. Es findet keine Wertung statt, aber Teilnehmer, die wenigstens fünf gültige Kontakte mit OECWG-Mitgliedern führen, erhalten eine Urkunde. Gewertet werden ganztägig alle CW-Verbindungen vom 3. bis 7.3. (Montag, 0000 UTC, bis Freitag, 2359 UTC). Logs mit Datum, Uhrzeit, Frequenz sowie Rufzeichen und Name der gearbeiteten Station sind bis spätestens 31.3. an qso-woche@oecwg.at vorzugsweise im CSV-Format zu schicken.

■ 31. CW-Treffen der OE-CW-G in Wien



Am Dienstag, dem 25.3., findet ab 18 Uhr im Schulungsraum des LV1, Eisvogelgasse 4/3, 1060 Wien, das 31. CW-Treffen der OE-CW-G statt. Nach einem kleinen Vortrag gibt es genügend Zeit für den Austausch und Diskussionen. Danach ist ein gemeinsames Ausklingen des Abends bei einem Bier im *Bauernbräu* geplant. Es wird bestimmt wieder eine sehr launige Veranstaltung.

Die *Österreichische CW Group* (OE-CW-G) ist der einzige CW-Klub in Österreich und Heimstatt der Funkamateure, die die Sendeart Telegrafie pflegen. Weitere Details findet man auf der Website unter: www.oecwg.at



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Die KW- und UKW-Schweizermeister 2024

Der USKA-Vorstand hatte die Ehre, den folgenden Funkamateuren zu ihren hervorragenden Leistungen zu gratulieren:

Schweizermeister 2024

OM/Klubstation	Kategorie
HB9JOE	KW Single-Op
HB9AW	KW Multi-Op
HB9IAB	VHF/UHF Single-Op
HB9GF	VHF/UHF Multi-Op
HB9BAT	SHF Single-Op
HB9LB	SHF Multi-Op

Fünf der sechs Schweizermeister haben die begehrten Titel bereits mehrfach gewonnen, für Andreas, HB9JOE, ist es eine Premiere. Gleichzeitig ist es auch das erste Mal, dass ein Vorstandsmitglied einen Meistertitel errungen hat. Herzlichen Glückwunsch!

■ Sonderrufzeichen HB100WARD zum 100. Jahrestag der IARU

Am 18. April 2025 feiern wir ein ganz besonderes Jubiläum: Die Internationale Amateurfunkunion (IARU) wird 100 Jahre alt. Dieser bedeutende Anlass ist ein Moment der Freude, des Rückblicks und der Dankbarkeit.



In den letzten 100 Jahren hat die IARU die Amateurfunkwelt in vielerlei Hinsicht bereichert, geprägt und inspiriert. Um dieses historische Ereignis gebührend zu feiern, laden wir alle funkbegeisterten USKA-Mitglieder ein, HB100WARD den ganzen Monat April 2025 auf allen Bändern und Sendearten in die Luft zu bringen. Als besonderes Highlight ist ein spezielles Diplom *HB100WARD* erhältlich. Weitere Informationen zu gegebener Zeit auf: www.uska.ch

■ Sonderrufzeichen HB25xx zur Fußball-EM der Frauen 2025

Vom 2. bis 27.7.2025 wird in der Schweiz an acht verschiedenen Standorten (St. Jakob-Park in Basel, Stadion Wankdorf in Bern, Stade de Genève, Stadion Letzigrund in Zürich, Arena St. Gallen, Allmend Stadion Luzern, Arena Thun, Stade de Tourbillon in Sion) die Fußball-Europameisterschaft der Frauen (*UEFA Women's Euro Switzerland 2025*) ausgetragen. Die USKA wird diesen Anlass mit zweimonatigen Funkaktivitäten im Juni und Juli 2025 auf allen Bändern entsprechend würdigen. Es können attraktive Diplome in den Sendearten CW, Telefonie und Digital erarbeitet werden. Die beim BAKOM vorgesehenen Son-

derrufzeichen lauten: HB25BA, HB25BE, HB25GE, HB25ZH, HB25SG, HB25LU, HB25SI und HB25TH. Weitere Details sind in Vorbereitung und werden zum entsprechenden Zeitpunkt auf www.uska.ch publiziert.

Tnx Info Andy Thiemann, HB9JOE



Das World Scout Bureau Europe nahm am JOTA/JOTI 2024 unter dem Rufzeichen LX9S teil; hier im Bild die verwendete kommerzielle Beam-Antenne in 28 m Höhe. Foto: HB9AOF

HB3 / HB9 KOMBI- & FERNKURSE
Die Schweizerische Amateurfunkschule
ILT Schule
Faszination Amateurfunk www.ilt.ch

März 2025

1.-2.3.

ARRL-DX-Contest [160 m/KW] (SSB) 0000/2400
DARC VHF-, UHF-, Mikrowellen-Wettb. (All) 1400/1400
Open Ukraine RTTY Championship [KW] 1800/1400

2.3.

UBA Spring Contest [80 m] (CW) 0700/1100

4.3.

GMA Contest [144 MHz] (All) 1800/2200
NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1800/2200
Westfalen Nord Akt. [UKW] (CW/SSB/FM) 1800/2000
AGCW-YL-CW-Party [80 m] 1900/2100

5.3.

UKEICC 80 m Contest [KW] (SSB) 2000/2100
VHF-UHF FT8 Activity [144 MHz] (FT8) 1700/2100

6.3.

SKCC Sprint Europe [KW] (CW) 2000/2200

7.-9.3.

40. Bundeskongress des AATIS e.V. in Goslar, siehe S. 236 und www.aatis.de

8.3.

AGCW-QRP-Contest [KW] (CW) 1400/2000
DIG QSO Party [20/15/10 m] (SSB) 1200/1700
European EME Contest [2,3 GHz] (CW/SSB) 0000/2400
Internationale YL-Aktivität am Weltfrauentag [80/40 m] (CW/SSB) 1800/2100

8.-9.3.

Amateurfunktagung München, Hochschule München, Lothstraße 64, 80335 München
EA PSK63 Contest [KW] (PSK63) 1200/1200
SKCC Weekend Sprintathon [KW] (CW) 1200/2400
South America 10 m Contest (CW, SSB) 1200/1200
Stew Perry Topband [160 m] (CW) 1500/1500
Tesla Memorial HF Contest [80/40 m] (CW) 1800/0600

9.3.

15. Gießener Amateurfunktreffen im Bürgerhaus Gießen-Kleinlinden, siehe S. 245 und <https://darc.de/f07/Amateurfunktreffen>
DIG QSO Party [80/40 m] (SSB) 0700/1100
FIRAC-Contest [KW] (CW) 0700/1700
UBA Spring Contest [144 MHz] (CW/SSB) 0700/1100
YOTA Contest [KW] (CW/SSB) 1000/2200

11.3.

DARC-CW-Ausbildungscontest [80 m] 1800/1900
NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1800/2200
Westfalen Süd Akt. [UKW] (CW/SSB/FM) 1800/2000

12.3.

VHF-UHF FT8 Activity [432 MHz] (FT8) 1700/2100

13.3.

BCC-QSO-Party [80 m] (CW/SSB/RTTY) 1900/2100
NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1800/2200

15.3.

AGCW-DL VHF/UHF-Contest [UKW] (CW) 1400/1800
Mitteldeutscher Radio- und Funkflohmarkt Garitz, Am Weinberg 1, 39264 Zerbst/Anhalt, OT Garitz
MVP-Contest [KW/UKW] (All) 1300/1830

15.-16.3.

Africa DX Contest [KW] (CW/SSB/RTTY) 1200/1200

15.-17.3.

BARTG RTTY-Contest [KW] (RTTY) 0200/0200

16.3.

9A Activity Contest [VHF/UHF] (CW/SSB/FM) 0700/1200
DUR-Aktivitätscont. [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

DN9-Contest [10 m] (SSB) 1000/1200

GMA Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

UBA Spring Contest [80 m] (SSB) 0700/1100

VFDB-DLPX-Contest [80 m] (SSB) 1500/1700

18.3.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1800/2200

19.3.

VHF-UHF FT8 Activity [1,3 GHz] (FT8) 1700/2000

20.3.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1800/2200

23.3.

Saarländische Amateurfunk-Ausstellung, Stadthalle Dillingen, Pachtener Str. 13, 66763 Dillingen/Saar
UBA Spring Contest [6 m] (SSB) 0700/1100

24.3.

DIG-PA-Contest [80 m/2 m] (SSB/CW) 1700/1930

25.3.

NRAU Activity Contest u. a. [≥ 2,3 GHz] (All) 1800/2200

26.3.

UKEICC 80 m Contest [KW] (CW) 2000/2100

29.-30.3.

CQ WW WPX Contest [160 m/KW] (SSB) 0000/2400

31.3.-4.4.

Hannover-Messe, Messegelände, 30521 Hannover

Quellen: *ARRL Contest Calendar*, *DARC-Contestkalender*, *IARU-Reg. 1-Contest Calendar*, *WA7BNM Contest Calendar*. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Batronix Elektronik, Preetz	221
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	235
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	227
Haro electronic, Burgau	235
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	227
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	225
Hotel Hellers Krug, Holzminden	227
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	235
ILT Schule, Schweiz	249
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	224
Kusch, Dortmund	235
Langer EMV-Technik, Bannewitz	227
QSL-Collection, Wien	235
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	235
Sander electronIC, Berlin	227
SDR-Kits, Großbritannien	227
SPE Società Per l'Elettronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	226
Vintronic, Flensburg	227
WiMo GmbH, Herxheim	226/235
electronicrepair.de, Schwaförden	227
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 4/25
ist am Freitag, dem 7. März 2025.

Vorschau auf Heft 4/25

erscheint am 26. 3. 2025

Von Wallis und Futuna nach Neukaledonien

DXpeditionen in den Pazifischen Ozean bedeuten von Europa aus lange Flugreisen und entsprechend hohe Kosten. Stan, LZ1GC, hat daher schon häufiger gleich mehrere DXCC-Gebiete während seiner zahlreichen Funkreisen aktiviert. Er berichtet über seine Aktivitäten FW8GC aus Wallis und Futuna sowie FK/LZ1GC aus Neukaledonien.



Nützliches Zubehör: HamClock

Das Multifunktionsstool stellt neben der Weltzeit u. a. auch DX-Cluster, Sonnendaten, Ausbreitungsbedingungen sowie beim Anklicken einer Funkverbindung auch gleich Daten für beide Funkpartner und den Übertragungsweg dar.

... und außerdem:

- Vorsicht bei Gleichaktspannungen!
- Anpassungsoptimierung bei einer endgespeisten Halbwellenantenne
- Montage eines GFK-Antennenmastes auf dem Balkon
- Messung sehr kleiner Induktivitätswerte
- Mechanische Bauteile im 3-D-Druck



Fobos SDR von RigExpert

Neue SDR-Hardware ist immer ein interessantes Betätigungsfeld für experimentierfreudige Funkamateure. *Fobos SDR* mit seinem Empfangsbereich von 100 kHz bis 6 GHz gehört zweifellos dazu. Im Beitrag werden die wichtigsten technischen Parameter des kompakten Geräts beschrieben und seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt.



Redaktionsschluss FA 4/25: 6. 3. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr



**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429



*Leistung,
Zuverlässigkeit
und Performance.*



*Abbildungen enthalten optionales Zubehör, sowie Artikel von Drittanbietern.



Icom (Europe) GmbH

Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icomeurope.com
Web: www.icomeurope.com



Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

264 Doppel-DXpedition auf
französische Pazifikinseln

268 Jubiläum: 100 Jahre IARU

274 Fobos: SDR-Empfänger
für 100 kHz bis 6 GHz

278 Kleine Induktivitäten
mit einem VNA messen

286 Wassermelder zum Schutz
von Haus und Wohnung

288 Amateurfunkzubehör
aus dem 3D-Drucker

305 Teleskopmast sicher auf
dem Balkon befestigen



HamClock – Weltzeituhr, Ausbreitung,
DX-Cluster und vieles mehr

Das neue Vorzeige-Mobilfunkgerät

144/430 MHz 55/50 W FM/C4FM Digital Dualband-Transceiver

FTM-510DE ASP

Frontlautsprecher + duales AESS-Lautsprechersystem

Search & Go/Touch & Go Bedienung

Verbesserter PMG-Betrieb

ASP für bessere Abdeckung

The BIGHEAD



* BU-5 ist für den Bluetooth-Betrieb erforderlich

■ Super-DX+ASP erhöht die Kommunikationsreichweite

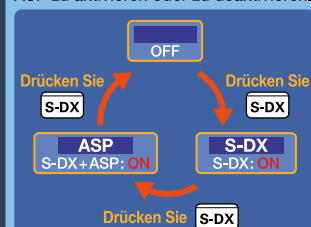
Super-DX mit ASP sorgt für zuverlässige Audioqualität bei schwachen Signalen und erweitert die Kommunikationsreichweite. Modus AUTO ASP ist ebenfalls wählbar. In diesem Modus wird der ASP automatisch aktiviert, wenn das Funkgerät im analogen FM-Modus und AM-Modus schwache Signale erkennt.

Analog FM Super-DX Super-DX+ASP



MANUELLER ASP-MODUS

Die Taste S-DX drücken, um S-DX und ASP zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlascommunications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ille.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber	Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet	www.funkamateure.de
Shop/Leserservice	Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72 Shop@funkamateure.de
Abo-Verwaltung	Tel. (0 30) 44 66 94-60 Abo@funkamateure.de
Verlag	Box 73 Amateurfunkservice GmbH Majakowskiring 38, 13156 Berlin Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69 Verlag@funkamateure.de
Redaktion	Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED (Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de Tel. (0 30) 44 66 94-57 Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP (Bausätze) Support@funkamateure.de Frank G. Sommer, DC8FG (Technik) DC8FG@funkamateure.de Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS (Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de Harald Kuhl, M. A., DL1AX (Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ (Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de
Fachberatung	Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischlewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsch, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg

Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 57,50 € (PLUS-Abo 63,50 €), **jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar.** Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januar Ausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74 CHF (PLUS-Abo 79 CHF)

Digital-Abonnement 49,00 €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6 € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOCHF033XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5 € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 6.3.2025 **Erscheinungstag:** 26.3.2025

Druckauflage: 22 700

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Die ersten 100 Jahre

Ab Mitte Februar bis Anfang März stieß ich auf den Kurzwellenbändern regelmäßig auf mehrere Frequenzen mit beeindruckenden Pile-ups. Nein, diese gehörten nicht zur hervorragend durchgeführten DXpedition V73WW zu den Marshallinseln oder zu einer anderen Funkaktivität aus einem fernen DXCC-Gebiet. Die gleichzeitig wohl hundertfach angerufenen Sonderstationen sendeten vielmehr aus unserem östlichen Nachbarland Polen.

Dort lief im erwähnten Zeitraum der erste Teil einer Funkaktion zur Feier gleich zweier Jubiläen: 95 Jahre polnischer Amateurfunkverband PZK und 100 Jahre International Amateur Radio Union, IARU. Dazu haben unsere Funkfreunde ein anspruchsvolles Diplomprogramm mit zehn Sonderrufzeichen organisiert, die unüberhörbar zahlreiche Funkamateure zum Mitmachen motivierten.

Wer die erste Runde dieser Aktivität verpasst hat, kann sich noch vom 11. 4. bis 25. 11. ins Pile-up-Vergnügen des zweiten Teils stürzen und bei Funkverbindungen mit Stationen wie HF95PZK oder SP100IARU Diplompunkte sammeln. Seit dem 15. 3. und noch bis zum 15. 5. führt der belgische Amateurfunkverband UBA ebenfalls eine solche Funkaktion mit sogar 30 Sonderrufzeichen durch; hinzu kommen weitere einzelne Sonderstationen in zahlreichen Ländern.

Sie alle sind zu Ehren der IARU aktiv, dem Weltverband der Funkamateure. Dieser wurde im Jahr 1925 in Paris gegründet, und zwar am 18.4., woran jährlich an diesem zum World Amateur Radio Day erklärten Datum weitere Sonderstationen erinnern. Letztere sowie die Monatsberichte des IARU-Monitoring-Systems, die Signale von Bandeindringlingen dokumentieren, sind wohl noch die regelmäßig „sichtbarsten“ Aktivitäten unseres Weltverbands. Davon abgesehen, wirken die IARU bzw. deren ehrenamtliche Vertreter zu meist im Stillen, wenn sie auf Funkkonferenzen unsere Amateurfunkbänder vor Übernahmeversuchen kommerzieller Funkdienste schützen und/oder zusätzliche Bereiche für unseren wissenschaftlich-experimentellen Amateurfunk gewinnen.

Ohne die erfolgreiche Arbeit der IARU vor und während internationaler Funkkonferenzen wären die Rahmenbedingungen für den Amateurfunkdienst heute sicher andere. So gelang es bereits auf der Washingtoner Konferenz von 1927, den Funkamateuren etliche der heute selbstverständlich erscheinenden Amateurfunkbänder auf Kurzwelle zuzuteilen. Dies war damals längst nicht sicher. Denn obwohl die Funkamateure die Eigenschaften der Kurzwelle für Funkverbindungen über große Entfernungen entdeckt hatten und zuerst nutzten, beanspruchten bald kommerzielle und staatliche Funkdienste diesen Wellenbereich zunehmend für sich.

Doch nun erhielt der Amateurfunk erstmals als Funkdienst offizielle Anerkennung mit entsprechenden Bandzuweisungen. Auch die späteren Erfolge erweiterten unsere Funkmöglichkeiten erheblich, etwa die Zuweisung der sogenannten WARC-Bänder 30 m, 17 m und 12 m auf der Weltfunkverwaltungs-konferenz von 1979 in Genf. Weitere Ergebnisse im Interesse der Funkamateure stehen in einem Beitrag in diesem Heft ab Seite 268.

Zusätzlich zu den erwähnten Funkaktivitäten zum IARU-Jubiläum hat der Weltverband seine Präsenz auf der diesjährigen Amateurfunkmesse Ham Radio in Friedrichshafen angekündigt. Bis dahin will ich aber nicht warten: Daher schon jetzt herzlichen Glückwunsch, IARU, und vielen Dank für die ersten erfolgreichen 100 Jahre!

Harald Kuhl, DL1AX

Harald Kuhl, DL1AX

Amateurfunk

Doppel-DXpedition auf französische Pazifikinseln



Im Februar und März 2024 reisten die erfahrenen bulgarischen DXpeditionäre Stan, LZ1GC, und Ted, LZ5GQ, in den Pazifik und aktivierten mit Wallis und Futuna sowie Neukaledonien gleich zwei gesuchte DXCC-Gebiete. Dank gründlicher Vorbereitungen und einem guten Gespür bei der Standortwahl schafften es trotz technischer Probleme auch zahlreiche europäische DXer ins Log der Doppel-DXpedition.

Foto: LZ1GC

264

HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack

270

Fobos: SDR-Empfänger für 100 kHz bis 6 GHz



Mit dem Fobos SDR hat RigExpert nun ebenfalls einen leistungsfähigen und zukunftsorientierten Breitband-SDR-Empfänger vorgestellt. Dieser Beitrag beschreibt das Gerät und gibt einige Tipps zu dessen Verwendung mit diversen Softwareprodukten.

Werkfoto

274

Verbesserung der Anpassung einer endgespeisten Halbwellenantenne



Antennenexperimente sind ein interessantes Betätigungsfeld für Funkamateure. Selbst hinlänglich bekannte, einfache Drahtantennen eignen sich als Versuchsobjekte und lassen sich optimieren.

Foto: DK6ED

293

QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (2)

296

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (3)

300

Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon



Ein Teleskopmast eignet sich gut als temporärer Träger für eine Drahtantenne. Dieser Beitrag zeigt, wie sich der Aufbau auf einem Balkon kipp-sicher, ohne größere Metallarbeiten und mit leicht verfügbaren Materialien so realisieren lässt, dass man die Konstruktion ohne Schaden an der Bausubstanz wieder zurückbauen kann. Tipps zur Nutzung vervollständigen die Beschreibung.

Foto: DK3RED

305

Funk

CB- und Jedermannfunk

321

Aktuell

Editorial 255

Postbox 258

Markt 260

Literatur 263

Ausbreitung April 2025 324

Inserentenverzeichnis 334

Vorschau FA 5/25 334

QTCs

AATiS e.V. 320

Bergfunk-QTC 325

SWL-QTC 325

DX-QTC 326



QSL-Splitter 327

Sat-QTC 327

CW-QTC 327

Digital-QTC 328

QRP-QTC 329

UKW-QTC 330

DL-QTC 332

Afu-Welt 332

OE-QTC 333

HB-QTC 333

Termine April 2025 334

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Entgegen dem Namen kann HamClock mehr als nur die Weltzeit anzeigen. Das Programm bietet auch Informationen aus dem DX-Cluster und stellt z.B. Sonnen- daten sowie Ausbreitungsbedingungen grafisch dar, wie ab S. 270 erläutert. Außerdem kann es bei Auswahl einer auf der Karte angezeigten Funkverbindung auch gleich die zugehörigen Daten für beide Funkpartner und den Übertragungsweg ausgeben und auf Wunsch darüber hinaus den Transceiver oder einen Antennenrotor steuern.

Fotos: nurudean/Adobe Stock, Pixabay;
Screenshots: DL3AS; Collage: DC2HB

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 322

BC-DX-Informationen 323



Texas Radio Shortwave bestätigte eine Testsendung mit einer solchen eQSL. QSL: DL1AX

Geschichtliches

100 Jahre IARU

268

Wissenswertes

Individuell erstelltes Zubehör fürs Shack und zum Antennenbau



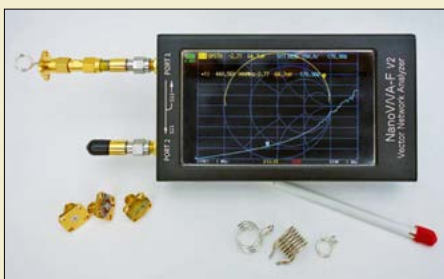
Lassen sich Projekte nicht mit vorgefertigten Lösungen realisieren, sind kreative Eigenentwicklung und Selbstbau gefragt. Anhand von drei Beispielen werden Tipps gegeben, wie sich mittels des 3D-Drucks oder Aluminiumprofilen nützliche Gegenstände anfertigen lassen.

Foto: DM6RAC

288

Elektronik

Messung kleiner Induktivitätswerte mit einem Netzwerkanalysator



In Sendern und Empfängern für das 2-m- oder 70-cm-Band hat man es mit Spulen zu tun, deren Induktivitätswerte im Nanohenry-Bereich liegen. Übliche RLC-Messgeräte liefern hier keine brauchbaren Ergebnisse mehr. Mit einem vektoriellen Netzwerkanalysator lässt sich jedoch die Induktivität einer solchen Spule sogar bei der Betriebsfrequenz hinreichend genau messen.

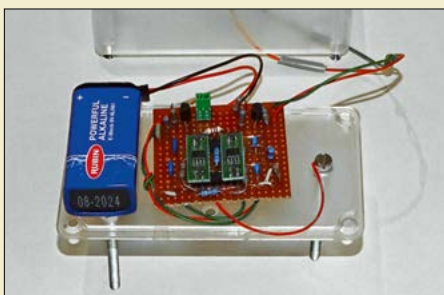
Foto: DL3ETW

278

Erstellung von Software mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit

282

Elektronischer Wassermelder für Haus und Wohnung



Die Beseitigung eines Wasserschadens in Gebäuden kann sehr aufwendig und kostspielig sein. Ein Wassermelder ist somit als vorbeugende Maßnahme durchaus sinnvoll. Er kann helfen, die Gefahr früh zu entdecken, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Hier wird ein Gerät mit lautstarker Signalisierung beschrieben, das die Erkennung selbst geringer Wassermengen ermöglicht.

Foto: Sander

286

Einfacher Mantelstromdetektor

289

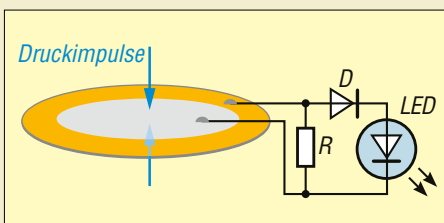
Erkennung und Vermeidung von Gleich- und Gegentaktstörungen

290

9-V-Batterietester mit Duo-LED

295

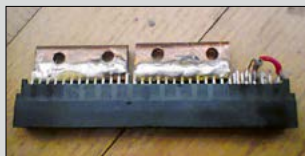
Energy Harvesting mit Piezokeramik



Energy Harvesting bezeichnet den Vorgang, in der Umwelt vorhandene geringe Energiemengen zu sammeln und in elektrische Energie umzuwandeln. Diese reicht in der Praxis oft schon aus, um Sensoren mit niedrigem Strombedarf zu versorgen. Als Energiewandler kommen in diesem Beitrag Piezokeramikscheiben zum Einsatz.

304

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateure.de



Amphenol-Flanschstecker



HP-Server-Netzteil
Fotos: OE3RSU

E-Mail-Adresse für Manuskripte

Aus organisatorischen Gründen bitten wir darum, Manuskripte ausschließlich an

redaktion@funkamateure.de

zu senden. Manuskripte bitte als eigenständige E-Mail schicken und nicht mit anderer Korrespondenz „mischen“. Siehe auch: www.funkamateure.de → Schreiben für uns sowie FA 3/2021, S. 209 ff.

HP-Server-Netzteile im Shack

Vielen Dank für den Beitrag „Hochleistungsnetzteil für Amateurfunktransceiver“ zu den HP-Server-Netzteilen im FA 2/2025 ab S. 126. Ich verwende diese selbst seit einigen Jahren. Allerdings bin ich ein Fan davon, die Steckerleisten des Netzteils nicht direkt zu belöten, wie im Beitrag gezeigt, sondern die zugehörigen Amphenol-Flanschstecker zu verwenden. Im Bild ist ein solcher Stecker mit den nötigen Anschlüssen zu sehen. Das verwendete Kupferblech ist ein aufgesägtes, flachgeklopftes Installationsrohr, das mit der oberen und unteren Kontaktreihe verlötet sowie mit Bohrungen für je zwei 5-mm-Bananenstecker versehen wurde. Es gibt aber sicher professionellere Kontakte als Bananenstecker.

Die Netzteile nutze ich nicht nur zum Funken, sondern auch für die Bettheizung eines 3-D-Druckers. Sie sind gut geschirmt und entstört – bis jetzt habe ich keine HF-Störungen beobachten können. Es existieren aber wohl auch Nachbauten, die diesbezüglich nicht so gut abschneiden. Meines Wissens gibt es diese Netzteile bis 1200 W, das sind 100 A an 12 V in einer relativ kleinen Bauform! Im zweiten Bild ist eines mit einer 1-Cent-Münze als Größenvergleich zu sehen. Noch ein wichtiger Nachtrag: Viele Funkgeräte, z. B. mein Kenwood TS-590, brauchen keine 13,8 V für volle Sendeleistung. In diesem Fall ist kein Umbau nötig. Ralf Schlatterbeck, OE3RSU

S-Meter-Werte prüfen

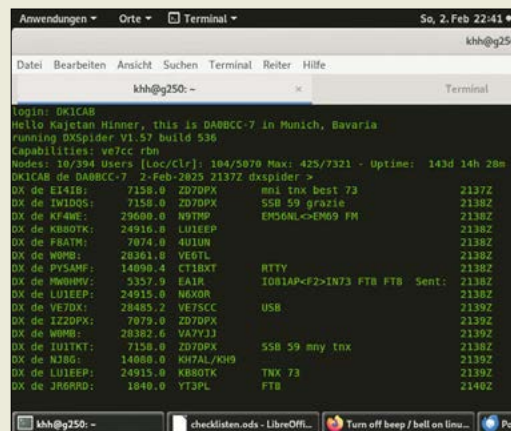
Ich hatte mir kürzlich einen gebrauchten KW-Empfänger gekauft und habe den Eindruck, dass dessen S-Meter falsche Werte anzeigt. Gibt es eine Möglichkeit diese Funktion zu prüfen?

Darius Kronenberg

Der FA-Leserservice bietet einen S9-Normpegelgenerator als Bausatz an, mit dem sich das S-Meter eines KW-Empfängers überprüfen bzw. kalibrieren lässt (Bestellnr. BX-099). Dieser Generator liefert S9-Signale (−73 dBm) im 100-kHz-Abstand über den gesamten KW-Bereich. Wenn Sie ihn an den 50-Ω-Antenneneingang des Empfängers anschließen und z. B. in der Sendart CW die Frequenz 3,500 MHz einstellen, muss ein korrekt anzeigendes S-Meter den Zeigerausschlag S9 ergeben, ebenso bei 3,600 MHz, 3,700 MHz usw. Da der Abstand zwischen den S-Stufen 6 dB beträgt, führt demnach ein zwischengeschaltetes 30-dB-Dämpfungsglied zu einer Anzeige von S4. Red. FA

DX-Cluster

Vielen Dank für den guten Beitrag „DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure“ im FA 2/2025, ab S. 104. Noch eine kleine Ergänzung: Es



DA0BCC-DX-Cluster via Telnet Screenshot: DK1CAB

gibt auch die Möglichkeit, über Telnet auf das DX-Cluster zuzugreifen. Bei Linux ist der Befehl meistens vorinstalliert, unter neueren Windows-Versionen muss man ihn nachinstallieren, bei macOS X fehlt er leider in den neueren Versionen. Beispiel für die Nutzung: „telnet dx.da0bcc.de 7300“

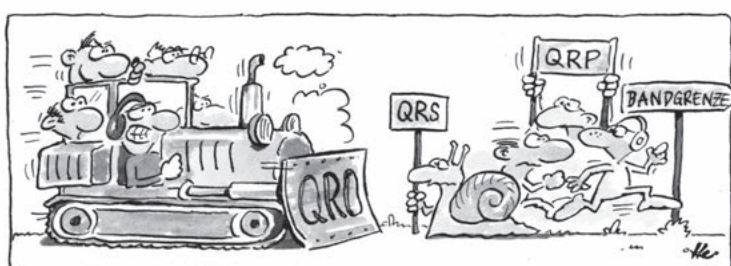
Die eventuell störenden Hinweisöne kann man unter Einstellungen → Terminalglocke abschalten. Bei mir läuft das DX-Cluster oft in einem derartigen Fenster im Hintergrund mit.

Kajetan Hinner, DK1CAB

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100

Der Beitrag „Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100“ im FA 2/2025 ab S. 128 und im FA 3/2025 ab S. 216 ist sehr interessant, nur meiner Auffassung nach für Einsteiger auf dem QO-100 eher abschreckend. Das Projekt ist sehr schön, jedoch auch sehr aufwendig. Funkverbindungen über den QO-100 kann man mit wesentlich weniger Aufwand erreichen. Viele Einsteiger sind zurückhaltend, weil sie etwas von 13 cm und 3 cm hören, und diese hohen Frequenzen als nicht „beherrschbar“ betrachten. Zusätzlich irritieren sie die Preise der Anbieter, die mit hochwertigen Komponenten Werbung für den Satellitenbetrieb machen.

Deshalb schlage ich vor, sich einmal mit den vielen Möglichkeiten der Realisierung einer QO-100-Anlage auseinanderzusetzen. Man benötigt für den Empfang lediglich einen Parabolspiegel, einen TV-LNB, einen SDR-Stick und einen selbst gebauten Bias-T sowie einen PC mit SDR-Software. Die Empfängerhardware lässt sich umgehen, indem man einen der im Internet erreichbaren Web-SDR bemüht. Auf der Sendeseite sind ein meist schon vorhandener SSB-tauglicher Transceiver ab 28 MHz aufwärts (möglichst mit CAT-Schnittstelle), ein Up-Konverter entsprechend der Sendefrequenz auf 2,4 GHz, eine 2,4-GHz-Endstufe sowie eine Sendeantenne (Patch oder Helix) erforderlich. Damit ist stabiler Sende- und Empfangsbetrieb ohne grundlegende





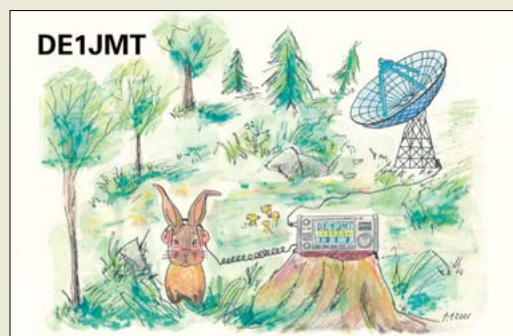
theoretische Kenntnisse bzgl. hoher Frequenzen möglich, der preislich nicht budgetsprengend ist.

Jurij Hinze, DL1RNO

Selbstverständlich haben Sie recht: Die beschriebene QO-100-Station ist nicht der Maßstab für den erforderlichen Aufwand. Dass es auch einfacher geht, haben wir im FA ja bereits in mehreren Beiträgen der vergangenen Jahre gezeigt. Dies war auch gar nicht das Anliegen des Beitrags von Rüdiger Möller, DJ1MR. Es gibt nach wie vor nicht wenige Funkamateure, für die die technische Seite des Hobbys im Vordergrund steht und die anspruchsvollen Lösungen anstreben, die dem Stand der Technik entsprechen. Den damit oft verbundenen höheren Aufwand nehmen sie im Interesse einer möglichst zuverlässigen, gut durchdachten Lösung gern in Kauf. Für diese Leser ist das beschriebene Selbstbauprojekt wahrscheinlich sehr interessant, zumal die beschriebenen Komponenten auch anderweitig einsetzbar sind.

Red. FA

Zu Ostern gibts was auf die Ohren ...



Amateurfunkgeräte-Import

Ich habe den im QRP-QTC im FA 2/2025, S. 163, vorgestellten Transceiver „Old Fried“ bei dem dort genannten Händler in den USA bestellt. Doch das Paket landete trotz angegebener TARIC-Nummer auch beim zweiten Versuch mit dem Vermerk „Eingeschränkt“ wieder beim Absender.

Kennen Sie eine bewährte Zolltarifnummer, mit der sich ein Paket von den USA nach Deutschland schicken lässt? Oder ist das heutzutage vielleicht nicht mehr möglich? Bitte lassen Sie es mich wissen.

Werner Ehrhardt

Christian Janssen, DL1MGB, hat auf <https://dl1mgb.com/info/zolltarif.php> Zolltarifnummern für amateurfunkrelevante Produkte zusammengefasst. Die einzelnen Nummern sind jedoch nicht in Stein gemeißelt und werden vom Zoll manchmal durch andere ersetzt. Mit der in der ersten Zeile der Tabelle genannten „8517 6990 000“ für Sendeempfänger (Transceiver) könnte es derzeit funktionieren.

Red. FA

Anytone-Handbuch

Sehr geschätzte Redaktion des Funkamateurs, ich nehme Bezug auf den Postbox-Beitrag im FA 2/25, S. 91, „Bedienung von Anytone-Geräten“. Es gibt eine sehr gute und brauchbare Bedienungsanleitung auf Deutsch unter https://wiki.dg9vh.de/_media/dmr:anytone_d868uv:handbuch_d868uv_deutsch.pdf. In diesem Handbuch von Kim Hübel, DG9VH, ist alles für die Anytone-Funkgeräte beschrieben und erklärt. Die Anleitung wird laufend ergänzt und aktuell gehalten.

Robert Murer, HB9BMC

Drehspulmessinstrument-Preisfrage

Gefragt war, wie groß die prozentuale Abweichung von dem mit einem sehr hochohmigen Digitalvoltmeter ermittelten Messwert bei Verwendung eines Drehspulmessinstruments mit 20 kΩ/V Kennwiderstand im 5-V-Messbereich ist, wenn an einem 12-V-Spannungsteiler aus 150 kΩ und 56 kΩ über dem niederohmigeren Widerstand gemessen wird. Die Spannung über dem niederohmigeren Widerstand $R_2 = 56 \text{ k}\Omega$ des unbelasteten Spannungsteilers beträgt bei 12 V am Eingang:

$$U_2 = U_E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \text{ V} \cdot \frac{56 \text{ k}\Omega}{150 \text{ k}\Omega + 56 \text{ k}\Omega} = 3,26 \text{ V}$$

Dieser Wert ist auch mit dem sehr hochohmigen Digitalvoltmeter messbar, da dieses den Spannungsteiler praktisch nicht belastet.

Der Innenwiderstand R_I des Drehspulmessinstruments ergibt sich aus dem Kennwiderstand $K_R = 20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ und dem Messbereichsendwert $U_{\text{MBE}} = 5 \text{ V}$:

$$R_I = K_R \cdot U_{\text{MBE}} = 100 \text{ k}\Omega$$

Da dieser Innenwiderstand parallel zu R_2 liegt, verringert sich der Widerstand des Spannungsteilers dort auf:

$$R_{2I} = \frac{R_2 \cdot R_I}{R_2 + R_I} = \frac{56 \text{ k}\Omega \cdot 100 \text{ k}\Omega}{56 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega} = 35,9 \text{ k}\Omega$$

Die Spannung über dem 56-kΩ-Widerstand bricht auf den Messwert

$$U_M = U_E \cdot \frac{R_{2I}}{R_1 + R_{2I}} = 12 \text{ V} \cdot \frac{35,6 \text{ k}\Omega}{150 \text{ k}\Omega + 35,6 \text{ k}\Omega} = 2,3 \text{ V}$$

zusammen. Die Abweichung beträgt

$$\Delta U = 3,25 \text{ V} - 2,3 \text{ V} = 0,96 \text{ V}$$

und somit fast 30 %.

Man ist bei Spannungsmessungen zur Vermeidung von Anzeigegehlern somit immer gut beraten, ein Digitalmultimeter zu verwenden, da dies meist einen Innenwiderstand von etwa 10 MΩ besitzt.

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Leonie Hauber

Norbert Spiller, DF2II

Hans Gerd Heuser, DL1NM

Herzlichen Glückwunsch!

Temperatur-Preisfrage

Welche Temperaturerhöhung ergibt sich beim Fall ins untere Becken der Niagarafälle, wenn die Energie der aus 48 m Höhe herabstürzenden Wassermassen vollständig in Wärme umgewandelt wird?

3 × 25 €

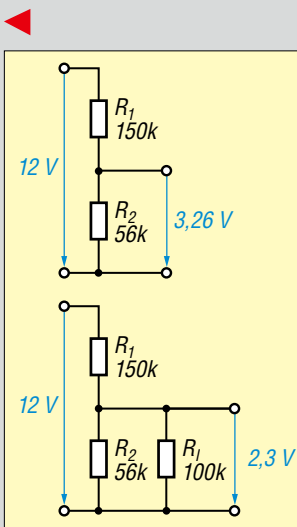
Einsendeschluss ist der 30.4.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Ringkern-Preisfrage vom FA 3/25 können Sie sich noch bis zum 31.3.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de



Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

**Interessengruppe
Intruder-Watch**





Der voraussichtlich ab Ende März 2025 wieder erhältliche **IC-718** unterscheidet sich äußerlich und konzeptionell nicht von dem vor 15 Jahren abgekündigten Gerät, weist aber intern einige Neuerungen auf.

Icom IC-718: Bewährte Technik kehrt zurück

Der von **Icom** im Jahr 2000 eingeführte **IC-718** wurde zwar auf dem europäischen Markt vor etwa 15 Jahren abgekündigt, ist in diesem Frühjahr jedoch technisch leicht verändert wieder erhältlich. Beim neuen **IC-718** handelt es sich nach wie vor um einen konventionell aufgebauten KW-Transceiver mit 100 W Sendeleistung. Das Grundkonzept blieb erhalten, Veränderungen sind nur im Inneren des Geräts erkennbar.

Der Empfänger ist als Doppel-Superhet ausgelegt. Die PLL und der Empfängereingang wurden neu gestaltet und führen so zu einer hohen Empfindlichkeit bei gleichzeitig robustem Großsignalverhalten. Auch bei den ZF-Filtern hat sich etwas getan. Statt der bisher verwendeten, steckbaren Quarzfilter nutzt Icom die langjährige Erfahrung mit digitalen Filtern. Die ZF-Filter basieren nun auf einem FPGA (Field Programmable Gate Array) und wurden um jeweils eine zusätzliche Bandbreite ergänzt. Das Bedienkonzept blieb unverändert.

Der kompakte Transceiver bietet sendeseitig alle Amateurfunkbänder von 160 m bis 10 m, wobei als Sendarten SSB, CW, RTTY und AM möglich sind. Der Empfänger lässt sich durchgehend von 30 kHz bis 29.999 kHz einstellen. Der Lautsprecher strahlt nach vorn ab, ein externer lässt sich rückseitig anschließen. Das Gerät verfügt über die Standardfunktionen moderner Transceiver, wie z.B. die Möglichkeit der Fernsteuerung über die CAT-Schnittstelle.

Das Konzept des IC-718 mit seiner Konzentration auf das Wesentliche dürfte das Gerät für jene Funkamateure interessant machen, die zwar die guten HF-Eigenschaften eines modernen Transceivers nutzen möchten, jedoch auf luxuriöse Zusatzfunktionen verzichten können. Der neue IC-718 ist voraussichtlich ab Ende März 2025 zu einem Preis um 900 € erhältlich.

Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm; Tel. (061 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com

Bezug: autorisierter Fachhandel

IC-718

Transceiver

- Amateurfunkbänder: 160 m, 80 m, 40 m, 30 m, 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 10 m
- Sendarten: SSB, CW, RTTY, AM
- Sendeleistung: 2... 100 W (SSB, CW, RTTY), 2... 35 W (AM)
- Frequenzbereich Empfänger: 0,030... 29,999 MHz
- Empfindlichkeit (SSB, CW, RTTY): unter 0 dBµV bei $f \geq 3$ MHz; unter 10 dBµV bei $f < 3$ MHz
- Bandbreiten: SSB 2,4 kHz, CW 500 Hz, RTTY 500 Hz, AM 6 kHz
- NF-Leistung: 2 W an 8 Ω
- RIT: $\pm 1,2$ kHz
- Speicherkäle: 101 einschließlich zwei Suchlaufgrenzen
- Antennenanschluss: SO259, 50 Ω
- weitere Anschlüsse: u. a. CI-V-Schnittstelle; Antennenkoppler AH-730 oder AH-740, ALC
- Spannungsversorgung: 13,8 V
- Stromaufnahme: Empfang 0,7 A Stand-by, ≤ 2 A volle Lautstärke; Senden ≤ 20 A
- Abmessungen (B x H x T): 240 mm x 95 mm x 239 mm
- Masse: 3,9 kg
- Preis: um 900 €



Frühlingszeit – Wanderzeit

Mit den ersten warmen Frühlingstagen erwacht das Interesse an Funkaktivitäten außerhalb des Shacks. Ein besonderer Reiz sind Bergwanderungen. Was ist da naheliegender, als an exponierten Standorten portabel aktiv zu sein. **ANjo Antennen** hat dafür das Wanderset **W2-70STV** zusammengestellt, welches – bis auf das Funkgerät – alles Notwendige für eine leistungsfähige Richtantennenanlage beinhaltet.

Die sehr leichte, als logarithmisch-periodische Duobandantenne ausgeführte **LP145435SO** für das 2-m- und 70-cm-Band mit dem auf 3 m ausziehbaren Teleskop-GFK-Mast **GFK 33M5**, das aufklappbare Stativ **STV-WSET** mit den erforderlichen Erdnägeln und ein 6 m langes konfektioniertes Kabel mit BNC-Steckern vervollständigen das Wanderset. Mit einer Gesamtmasse von nur 1260 g ist es auch auf schwierigen Pfaden im Gebirge noch gut transportierbar. Der Aufbau ist durch eine zweckmäßige Mechanik und markierte Antennenelemente auch für Ungeübte in wenigen Minuten möglich.

ANjo-Antennen, **Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH**, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

Firmware-Update V1.10 für Icom IC-7760

Zu den wichtigsten Neuerungen des Updates auf die Firmware V 1.10 für den Transceiver **Icom IC-7760** gehört die Möglichkeit, die Verbindung zwischen dem Bedienteil und dem **RF-Deck** sowohl per Kabel als auch für die Remote-Nutzung via WLAN oder das Internet herstellen zu können.

Zusätzlich wurde das Netzwerkmenü überarbeitet und um eine erweiterte Auswahl für die Audio-Puffergröße ergänzt, was eine bessere Abstimmung auf verschiedene Netzwerkbedingungen ermöglicht.

Außerdem werden nach dem Firmware-Update SDXC-Speicherkarten mit bis zu 256 GB unterstützt.

Wer den IC-7760 zusammen mit der 1-kW-Endstufe **IC-PW2** betreiben möchte, sollte deren Firmware auf die Version 1.20 bringen. Ein Link zu diesem Update ist auf der angegebenen Website vorhanden.

Bezug: www.icomjapan.com/support/firmware_driver/4328/

Logarithmisch-periodische Duobandantenne **LP145435SO** für 2 m und 70 cm



W2-70STV

Antennenanlage

- Prinzip: logarithmisch-periodisch
- Amateurfunkbänder: 2 m, 70 cm
- Antennengewinn: 7,1 dBi auf 2 m, 8,7 dBi auf 70 cm
- Belastbarkeit: 200 W CW oder 400 W PEP
- Anschluss: BNC-Buchse
- Koaxialkabel: 6 m mit BNC-Steckern
- Transportlänge: 0,62 m
- Masthöhe: 3 m
- Stativstellfläche: 0,26 m²
- Gesamtmasse: 1260 g
- Preis: 185 €

Die mit rutschfesten Gummifüßen versehene Morsetaste **CQ-K557** ist mit einem batteriebetriebenen Tongenerator ausgestattet und deshalb auch als selbstständiges Übungsgerät gut verwendbar.



CQ-K557

Morsetaste

- Basis: Mahagoniholz
- rutschfeste Gummifüße
- zuschaltbarer Tongenerator
- Masse: 230 g
- Abmessungen (B x H x T): 65 x 40 mm x 115 mm
- Preis: 60,90 €

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Morsetaste mit Tongenerator

Die bei **WiMo** erhältliche Morsetaste **Chelegance CQ-K557** lässt sich nicht nur für den Funkbetrieb, sondern aufgrund des integrierten Tongenerators auch zum Erlernen von CW-Zeichen verwenden.

Der Sockel besteht aus Mahagoniholz und ist mit rutschfesten Gummifüßen ausgestattet. Mit ihrer Masse von nur 230 g ist die Taste leicht zu transportieren und gut für den Portabelbetrieb geeignet. Der Kontaktabstand und die Hebelkraft lassen sich kontinuierlich einstellen. Lediglich für den Übungsbetrieb mit Licht- und Tonsignalen ist eine Knopfzelle erforderlich.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Schirmzelt für Messgeräte bei ESD-Prüfungen

Die Messung von ESD-Vorgängen in elektronischen Systemen birgt Risiken durch Störfelder, die das Oszilloskop und damit die Ergebnisse beeinflussen oder sogar die Technik beschädigen können. Störströme gelangen leitungsgeführt über Messeingänge, Stromversorgung oder Schnittstellen ins Messgerät. Feldgebundene Störungen können zudem über das Messpistolen-Gehäuse einkoppeln, was Messergebnisse verfälschen oder unbrauchbar machen kann.

Um diese Probleme zu vermeiden, werden Messungen in geschirmten Kabinen durchgeführt. Der alternative Messaufbau mit einer aus Schirmzelt und Grundplatte bestehenden Anordnung wie dem **Z23-1 set** der **Langer EMV-Technik** reduziert diesen Aufwand erheblich und schützt zugleich das Oszilloskop. Die Messeingänge werden über geschirmte SMA-Steckverbinder ins Zelt geführt, in dem sich das Messsystem befindet. Nur sehr gut

14-m-Teleskopmast

Spiderbeam bietet mit dem **MF-14** einen 14 m langen Teleskopmast der HD-Serie an, der aus UV-beständigem, glasfaserverstärktem Kunststoff besteht und 1,19 m Transportlänge besitzt. Der Mast wurde eigens im Rahmen der fortlaufenden Bemühungen um höherbelastbares Portabel-Equipment entwickelt. Die HD-Versionen sind sehr robust und haben deutlich dickere Wände als die herkömmlichen „Angelruten“.

Spiderbeam GmbH, Otto-von-Guericke-Str. 3, 03130 Spremberg, Tel./Fax (035 63) 98 98 12; www.spiderbeam.com



MF-14

Teleskopmast

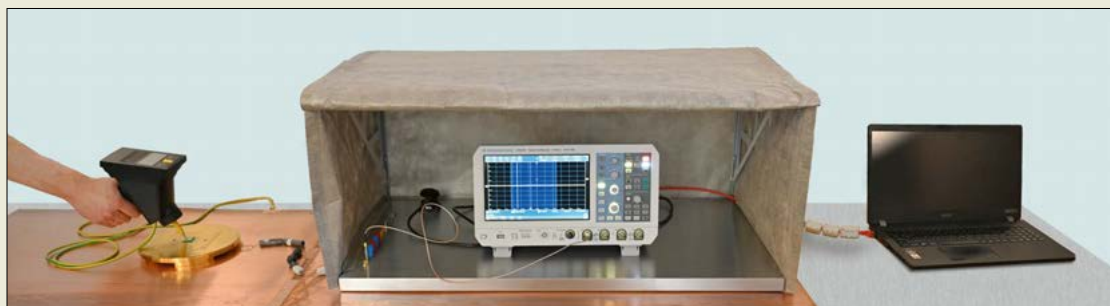
- Länge: 14 m
- Transportlänge: 1,19 m
- Segmentanzahl: 14
- unterstes Segment: Ø 65,5 mm, Wanddicke ≥ 8 mm
- oberstes Segment: Ø 8 mm, Wanddicke ≥ 1,4 mm
- Gummikappe: Ø 75 mm
- Material: GFK, schwarz, UV-beständig, mehrlagig gewickelt, speziell verstärkt
- Masse: 5,12 kg
- Preis: 140 €

Eingeschobener Mast mit Gummikappe; der 14 m lange **MF-14** misst eingeschoben nur 1,19 m. Die Segmente der HD-Mastversionen sind mehrlagig gewickelt und aufgrund der Wanddicke besonders stabil.

Z23-1 set

Messzubehör

- Einsatzgebiet: ESD-Messungen
- Schirmzelt (B x H x T): 900 mm x 400 mm x 500 mm
- Grundplatte: 900 mm x 500 mm
- Versorgungsanschlüsse: 110/230 V, 4 x 50 V, 12 V
- Prüfungsanschlüsse: RJ45, USB, 1 x BNC, 4 x SMA
- Schirmdämpfung: 45...50 dB bei 30...1000 MHz
- Lieferumfang: Grundplatte G23, Schirmbezug BZ 23-1, Zeltgestänge ZG 23-1
- Masse: 12 kg
- Preis: auf Anfrage



Das Schirmzelt des **Z23-1 set** mit der zugehörigen Grundplatte wird vor Beginn der Messungen geschlossen. Die Steuerung erfolgt von einem PC oder Laptop aus.

Die beidseitig mit N-Buchsen konfektionierten flachen Fensterdurchführungen **FD-N-BUBU-xx** besitzen eine Impedanz von 50 Ω .



Neues aus dem Leserservice

Beim **FA-Leserservice** sind beidseitig mit N-Buchsen versehene flache Fensterdurchführungen mit einer Länge von 30 cm (**FD-N-BUBU-30**), 40 cm (**FD-N-BUBU-40**) und 50 cm (**FD-N-BUBU-50**) erhältlich. Die Preise liegen zwischen 11,90 € und 12,90 €. Alle Durchführungen besitzen eine Impedanz von 50 Ω und sind bis 1300 MHz einsetzbar. Die Belastbarkeit ist bis 30 MHz mit 100 W angegeben. Im 2-m- und 70-cm-Band sind 60 W bzw. 40 W, oberhalb 900 MHz sind 10 W zulässig.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateurl.de, shop@funkamateurl.de



Powerstation mit 245 Wh

Die bei **Conrad Electronic** unter der Bestellnummer 3344238 erhältliche kompakte und mit 3,55 kg relativ leichte Powerstation **River 3** des tschechischen Herstellers **Ecoflow Europe** besitzt einen Energiespeicher auf LiFePO₄-Basis für 245 Wh. Das vollständige Aufladen kann mithilfe des integrierten Ladereglers aus dem 230-V-Netz innerhalb von 60 min erfolgen, aus anderen Spannungsquellen dauert es länger.

Aufgrund der verbesserten Zusammensetzung der LiFePO₄-Zellen lassen sich die Geräte der River-3-Serie über 3000 Mal auf- und entladen. Dies entspricht in etwa einem täglichen Einsatz über zehn Jahre. Außerdem ist die Serie dank der verwendeten Zelltechnologie selbst bei höheren Temperaturen betriebssicher und hocheffizient.

Besonderheiten sind die mit 10 ms angegebene Umschaltzeit bei der Nutzung als unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und die Tatsache, dass dabei eine sinusförmige Wechselspannung mit 230 V und 50/60 Hz erzeugt wird.

Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 2, 92530 Wernberg-Köblitz; Tel. (096 04) 40 87 87, Fax 01 80-5 31 21 10; www.conrad.de
Hersteller: Ecoflow Europe S.R.O., 53353 Pardubice, Tschechien; <https://de.ecoflow.com>

Ecoflow River 3

Powerstation

- **Ausgänge:**
230 V, 50/60 Hz, \leq 300 W
USB A \leq 12 W
USB C \leq 100 W
Kfz-Adapter \leq 126 W
- **Ladeoptionen:**
am Wechselstromnetz,
über Kfz-Bordnetz,
mit Solarpanel,
über USB-C
- **Akkumulator:** LiFePO₄, 245 Wh
- **Temperaturbereich:**
-10 ... 45 °C
- **Abmessungen (B x H x T):**
255 mm x 113 mm x 212 mm
- **Masse:** 3,55 kg
- **Preis:** 240 €



Kaltschrumpfschlauch KSS-35-178 vor (rechts) und nach dem Schrumpfen (links)

Kaltschrumpfschläuche

Standard-Schrumpfschläuche für Kabel und Steckverbinder werden durch gezielte Wärmezufuhr passgenau geschrumpft. Im Gegensatz dazu wird bei Kaltschrumpfschläuchen der Innendurchmesser durch eine Spiralröhre groß gehalten.



Der Durchmesser des Kaltschrumpfschlauchs ist vor dem Schrumpfen so groß, dass sich das zu schützende Kabel samt Steckverbinder hindurchschieben lässt.

Das Kabel führt man samt Steckverbinder so weit in die Röhre ein, bis der betreffende Abschnitt vom Schrumpfschlauch abgedeckt ist. Anschließend zieht man am Ende des spiralförmigen Spreizers und entfernt somit stückweise den weißen „Platzhalter“. Der Durchmesser des schwarzen Schrumpfschlauchs verringert sich dann ohne Wärmezufuhr so weit, bis dieser den Kabelmantel bzw. Steckverbinder vollständig und fest umschließt. Kaltschrumpfschläuche sind somit der Problemlöser für all jene Anwendungsfälle, wo keine Wärmequelle zur Verfügung steht oder nicht wärmeschrumpft werden kann oder darf.

Bei **UKW-Berichte** sind die für alle 10-mm-Koaxialkabel passende Version **KSS-35-178** (35 mm Durchmesser vor, weniger als 8 mm nach dem Schrumpfen) sowie die für 5-mm-Kabel geeignete Variante **KSS-28-125** (28 mm Durchmesser vor, 4 mm nach dem Schrumpfen) erhältlich.

Die große Variante KSS-35-178 mit einer Länge von 178 mm kostet 9,38 €, die kleinere Variante KSS-28-125 mit 125 mm Länge 8,52 €. Diese beiden Kaltschrumpfschläuche erweitern das Angebotsspektrum an Montagezubehör für Koaxialkabel und -steckverbinder.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de

KSS-35-178

Kaltschrumpfschlauch

- **Durchmesser:**
ungeschrumpft 35 mm
geschrumpft $<$ 8 mm
- **Länge:** 178 mm
- **Preis:** 9,38 €

KSS-28-125

Kaltschrumpfschlauch

- **Durchmesser:**
ungeschrumpft 28 mm
geschrumpft $<$ 4 mm
- **Länge:** 125 mm
- **Preis:** 8,52 €



**Banisch, J.:
Die Sonne –
Eine Einführung
für Hobby-Astronomen**

Der auch über eine selbst erstellte eigene Sternwarte unter dunklem Landhimmel verfügende Autor erklärt hier die Phänomene auf der Sonne und zeigt, wie man diese mit modernen Sonnentelaskopen ansehen und fotografieren kann.

Neben dem herkömmlichen Licht widmet er sich auch der Beobachtung in speziellen Spektrallinien der Elemente Wasserstoff und Kalzium. Zudem erklärt er verschiedene Filtermethoden.

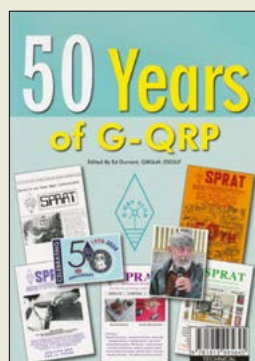
Dabei kommt auch die Interaktion mit dem Erdmagnetfeld und der Ionosphäre zur Sprache, wodurch das populärwissenschaftliche Werk für KW-Funkamateure interessant wird. So können eigene Beobachtungen zum besseren Verständnis wie auch zur Vorhersage der Ausbreitungsbedingungen beitragen.

Daneben ist das eindrucksvoll bebilderte und hervorragend illustrierte Buch eine Augenweide für alle, die ein wenig über das eigene Shack hinausblicken wollen.

Die zweite Auflage hat Banisch astronomisch und technisch auf den neuesten Stand gebracht und erweitert. Zahlreiche neue Abbildungen spiegeln die Entwicklung auf unserem Zentralstern in den jüngst vergangenen Jahren wider.

-rd

**Oculum-Verlag
Erlangen 2014
2., aktualisierte Auflage
240 Seiten, 12,45 €
ISBN 978-3-938469-68-2**



**Durrant, E., G8GLM
(Hrsg.):
50 Years of G-QRP**

2024 feierte der G-QRP Club den 50. Jahrgang seines Klubmagazins SPRAT. Mittlerweile wurden 200 Ausgaben veröffentlicht, in denen neben dem Aufbau von Antennen, Transceivern und Stationszubehör auch Messmittel beschrieben sind.

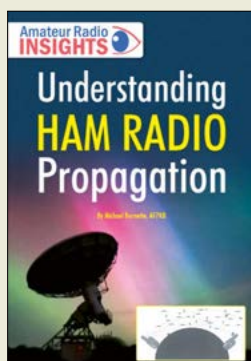
Verständlicherweise berücksichtigt dieses Buch nur ausgewählte Bauprojekte. Darunter befinden sich ein DSB-Röhrensender für 80/160 m, ein Clone des Sputnik-Senders, ein 10-m-Sender, ein 1-W-VHF-Sender und ein 70-MHz-Bakensender. Doch auch Freunde der Empfangstechnik kommen auf ihre Kosten, denn das zweite Kapitel enthält zahlreiche Schaltungen zu diesem Thema. So findet man den *Pocket*- ebenso wie den *Pink*-Receiver oder einen Direktmischempfänger mit LED-Produkt-detektor.

Unter den Transceivern im dritten Kapitel sind u. a. das 17-m-Phonie-Gerät *Peregrino* und der *Kitten 2* zu finden. Kapitel 4 ist den Antennen vorbehalten, zu denen „ausgewachsene“ Exemplare wie eine *Bobtail*-Antenne gehören, unter denen aber auch platzsparende Versionen wie eine *Magnetic Loop* zu finden sind. Weitere Kapitel behandeln Mess- und Testgeräte sowie verschiedene andere Themen.

Das Buch entstand in Gemeinschaftsarbeit mit der RSGB.

-red

**RSGB
Bedford 2024
312 Seiten, englisch, 20 €
FA-Leserservice R-5645**



**Burnette, M., AF7KB:
Understanding Ham
Radio Propagation**

Ob eine Funkverbindung zustande kommt oder nicht, hängt nicht zuletzt von den zu diesem Zeitpunkt herrschenden Ausbreitungsbedingungen ab. Entsprechende Kenntnisse zu den Mechanismen der Funkwellenausbreitung gehören daher insbesondere bei den DXern unter den Funkamateuren zum Grundlagenwissen.

Gute, leicht verständliche Literatur zu diesem Thema findet man selten. Michael Burnette, AF7KB, möchte mit seinem Buch diese Lücke füllen. Er hat es sich mit dem vorliegenden Leitfaden zur Aufgabe gemacht, dem Leser die wichtigsten Aspekte der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen auf anschauliche und unterhaltsame Weise näherzubringen. Es geht hier also um das, was mit dem Signal geschieht, nachdem es die Antenne verlassen hat.

Das Buch ist in zwölf Kapitel gegliedert, die von der Bodenwellenausbreitung über Ionosphäre, Raumwellen und Aurora bis zum Einfluss des Weltraumwetters reichen.

Angehende DXer erhalten wertvolle Hinweise, wie sie ihre Station optimal aufbauen und Ausbreitungsvorhersagen effektiv nutzen können. Diese sind aber sicher auch für erfahrene Funkamateure von Interesse, sodass das Buch in keinem Shack fehlen sollte.

-jsp

**RSGB
Bedford 2024
152 Seiten, englisch, 18 €
FA-Leserservice R-5591**



**Hilker, H.; Pehlemann,
A.; Ulrich, A.;
Wagner, J. (Hrsg.):
Power von der Eastside!**

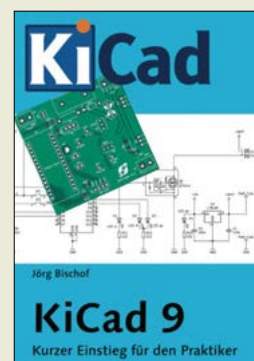
DT64 war eigentlich nur als örtlicher Veranstaltungssender auf MW und UKW zum *Deutschlandtreffen 1964* geplant. Walter Ulbricht wollte hiermit das Regime liberalisieren und für die Jugend attraktiver machen. Der Erfolg war so groß, dass DT64 bis über die Wende hinaus auf Sendung blieb und teils frecher und journalistischer, aber manchmal auch unschuldig-naiver unterwegs war als so manches Westprogramm. Wie dem restlichen Ostrundfunk traute man den Machern von DT64 nicht zu, dass sie sich längst vom DDR-System emanzipiert hatten.

1991 sollte DT64 abgeschaltet werden, wogegen eine extrem engagierte Bewegung kämpfte – die zunächst teils siegte, letztlich aber scheiterte. Nur der MDR setzte mit *MDR Sputnik* das Programm auf MW und Satellit fort – für die damalige Jugend waren dies jedoch ungeeignete Übertragungsmedien.

Unter dem Eindruck dieser Dramatik beschrieben diverse Insider und Außenstehende in diesem ursprünglich 1993 erschienenen Buch die DT64-Geschichte. Es wurde anlässlich 60 Jahren DT64 mit einer Ergänzung und Fortschreibung bis zum heutigen Tag neu aufgelegt. Lesenswert für jeden, der an Journalismus, Radio- oder DDR-Geschichte interessiert ist.

-mcd

**Ventil Verlag
Mainz, 2024
384 Seiten, 28 €
ISBN 978-3-95575-231-6**



**Bischof, J., DM6RAC:
KiCad 9**

Viele Funkamateure und Hobbybastler nutzen das kostenlose und quelloffene Programm *KiCad* zum Zeichnen von Schaltplänen und zur Erstellung von Platinenlayouts. Inzwischen liegt dieses Softwarepaket in der Version 9 vor.

Jörg Bischof bietet mit seinem Buch eine kompakte Einführung in die Nutzung von *KiCad 9*. Er konzentriert sich dabei auf die grundlegenden Schritte und Einstellungen, die für den Praktiker relevant sind, ohne dabei auf jede einzelne Option der Software einzugehen. Beginnend mit Hinweisen zur Programminstallation und allgemeinen Tipps zur Gestaltung einer Leiterplatte geht er in den weiteren Kapiteln auf die Handhabung von Schaltplan- und Platineneditor ein. Anhand von einfachen Beispielen beschreibt er wichtige Begriffe und Arbeitstechniken, die besonders für Einsteiger entscheidend sind, um sich schnell auf der Bedienoberfläche zurechtzufinden.

Da es bei einem Elektronikprojekt nicht zuletzt darum geht, die entworfene Leiterplatte auch herzustellen oder fertigen zu lassen, erfährt der Leser in einem weiteren Kapitel, wie man Gerberdaten aus *KiCad* exportiert. Ein Abstecher zum integrierten Simulationswerkzeug *ngspice* rundet das Buch inhaltlich ab.

-jsp

**Eigenverlag
Wulkenzin 2025
88 Seiten, 9,50 €
ISBN 979-8-30877-582-9**

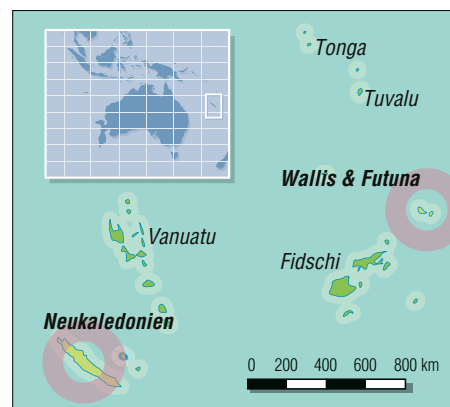
Doppel-DXpedition auf französische Pazifikinseln

STAN VATEV – LZ1GC

Im Februar und März 2024 aktivierte der bulgarische DXpeditionär Stan, LZ1GC, mit Wallis und Futuna sowie Neukaledonien zwei bei europäischen DXern begehrte DXCC-Gebiete. Mit dabei war sein Funkfreund Ted, LZ5QZ. Unter FW8GC und TX8GZ bzw. FK/LZ1GC und FK/LZ5QZ sorgten sie für Pile-ups auf den Bändern. In Europa musste man oft genau hinhören, um ins Log zu kommen, denn beide mitgereisten Endstufen waren ausgefallen.

Unsere DXpedition zum pazifischen DXCC-Gebiet Wallis und Futuna, Präfix, FW, fand vom 19.2. bis 9.3. vergangenen Jahres statt. Diese Funkreise kombinierten wir mit einer zehntägigen Aktivität aus Neukaledonien, Präfix FK. Die Idee, beide DXCC-Gebiete auf den Ama-

Klima ist subäquatorial mit einer hohen Luftfeuchtigkeit von etwa 80 % und zwei Jahreszeiten: Von November bis April herrscht feuchtheißes und von Mai bis Oktober etwas kühleres und trockeneres Wetter. Die jährliche Durchschnittstemperatur liegt bei über 26 °C. Auf Wallis und



Ted, TX8GZ, und Stan, FW8GC (r.), bei einem Ausflug zum Kratersee Lalolalo auf der Insel Wallis

Fotos: LZ1GC

teurfunkbändern zu aktivieren, war bereits im Sommer 2023 entstanden. Zu jenem Zeitpunkt hatte ich die Vorbereitungen für meine geplante DXpedition zur Insel Niue, E6AM, vom 10. bis zum 22. 10. jenes Jahres (s. FA 12/24, S. 935 ff.), fast abgeschlossen.



Unsere an der Küste gelegene Unterkunft auf Wallis

Geografisches

Wallis und Futuna ist ein französisches Überseegebiet im Südpazifik mit einer Fläche von knapp über 142 km². Es besteht aus der Hauptinsel Uvea sowie den Inseln Futuna und Alofi. Alle drei sind vulkanischen Ursprungs und erheben sich nur wenig über den Meeresspiegel. Das

Futuna leben etwa 15000 Menschen, offizielle Landessprache ist Französisch. Neukaledonien ist ein französisches Überseegebiet mit Sonderstatus und umfasst die Hauptinsel Grand Terre sowie weitere Inseln, darunter die Loyalitätsinseln. Grand Terre erstreckt sich etwa 450 km von Nordwesten nach Südosten und erreicht eine Breite von bis zu 50 km. Zwei Drittel der Landmasse bestimmen zwei Bergketten, die durch ein längliches Tal getrennt sind. Den Rest der Insel prägen Hügel, Plateaus und kleinere Flächen mit Tiefland. Die Bevölkerung Neukaledoniens besteht aus rund 250 000 Menschen. Das vorherrschende Klima ist tropisch und



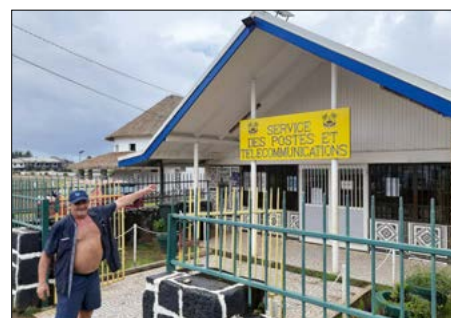
Katholische Kathedrale und Bischofssitz in der Inselhauptstadt Mata Utu

feucht, mit monatlichen Durchschnittstemperaturen zwischen 20 °C und 27 °C. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei knapp 24 °C. Die heiße Sommerperiode dauert von Oktober bis Ende März und die kühle Wintersaison liegt zwischen Ende März und Oktober.

Vorbereitungen

Im Juli 2023 entwickelte ich einen detaillierten Reiseplan für die DXpedition nach Wallis und Futuna. Zur Anreise gehörten fünf Flugetappen, wobei zwei davon 14 h bzw. 9 h dauern würden. Ted, LZ5QZ, der Sohn meines Amateurfunkfreundes Kolyo, LZ1QZ, teilte mir mit, dass er großes Interesse an einer Teilnahme hatte. Also beschlossen wir, gemeinsam 18 Tage von Wallis und Futuna zu funken und auf dem Rückweg über Neukaledonien auch von dort aktiv zu werden.

Ich kontaktierte per E-Mail Jean-Gabriel, FW1JG. Dieser sagte zu, beim Erhalt einer Gastlizenz sowie bei der Suche nach einer für unsere Amateurfunkaktivität geeigneten Unterkunft behilflich zu sein. FW1JG und ich vereinbarten, im November noch einmal in Kontakt zu treten, da die erforderlichen Unterlagen über ihn an die zuständige Behörde geschickt werden sollten. Ich kontaktierte Herrn Arnold, der für die Ausstellung von Amateurfunklizenzen in dieser Pazifikregion zuständig ist. Er erklärte mir, dass wir aus Neukaledonien auf Grundlage der geltenden CEPT-Bedingungen einfach als FK/LZ1GC bzw.



Stan, FW8GC, vor dem kleinen Postamt auf Wallis

FK/LK5QZ funken konnten. Die Beantragung einer gesonderten Amateurfunklizenz für Neukaledonien war somit nicht erforderlich.

Im Dezember 2023 erhielten wir die Gastlizenzen für die Rufzeichen FW8GC und TX8GC. Gleichzeitig buchten wir die Unterkunft auf Wallis. Diese lag direkt an der Küste und würde viel Platz zum Aufstellen der Antennen bieten. Während des Jahreswechsels kontaktierte ich Eric, FK8GM, und Philippe, FK4QX. Die beiden Funkfreunde aus Neukaledonien unterstützten uns bei der Suche nach einer geeigneten Unterkunft und wir entschieden uns für eine in Port Ouenghi. Weitere Fragen zu unserem Aufenthalt in beiden DXCC-Gebieten ließen sich dank der Unterstützung durch FW1JG, FK8GM und FK4QX klären. Wir waren sehr beeindruckt und dankbar für die Unterstüt-



Diese 20-m-Vertikal bauten wir an beiden Standorten zuerst auf.

zung. Nun testeten wir die Geräte und Antennen, die während unserer kombinierten Pazifik-Aktivität zum Einsatz kommen würden. Anfang Februar vergangenen Jahres packten wir die Ausrüstung sowie das persönliche Gepäck und warteten voller Vorfreude auf den Tag der Abreise.

■ Flug in den Pazifik

Die Flugreise nach Wallis führte zunächst von Sofia über London-Heathrow und Singapur nach Australien. Am 17.2.24 um 6.30 Uhr Ortszeit landete die Boeing 777 der *British Airways* auf dem internationalen Flughafen von Sydney. Dort waren wir Gäste meines Freundes Nick, LZ1QP, und seiner Frau Olga, LZ1QG, die bereits seit vielen Jahren in Australien leben. Am frühen Morgen des folgenden Tages brachte uns Olga zum Flughafen und wir traten den nächsten Reiseabschnitt



Für 160 m und 80 m verwendeten wir diese Vertikalantenne.

an. Nach einem dreistündigen Flug erreichten wir gegen 11.30 Uhr Ortszeit den internationalen Flughafen *La Tontouta* in Noumea, der Hauptstadt Neukaledoniens.

Dort erwarteten uns Eric, FK8GM, und Philippe, FK4QX. Beide hatten ihre Fahrzeuge mitgebracht und fuhren uns zu der Unterkunft, die wir für eine Nacht gebucht hatten. Der Anschlussflug nach Wallis würde am folgenden Tag starten. Unser Treffen verlief sehr herzlich und die vier gemeinsamen Stunden vergingen wie im Fluge. Dank ihrer Hilfe konnten wir zudem ein großes Problem mit unserem mehr als 50 kg schweren Übergepäck lösen. Für Flüge nach Wallis und Futuna gilt nämlich die Beschränkung, dass Passagiere kein zusätzliches Gepäck mitführen dürfen. Eric und Philippe erklärten den Mitarbeitern der Fluggesellschaft *Aircalin* jedoch, dass Ted und ich eine Amateurfunkexpedition unternähmen, die ohne Mitnahme des zusätzlichen Gepäcks nicht erfolgreich verlaufen würde. Daraufhin stellte man uns in Aussicht, dass die Fluggesellschaft das Übergepäck ausnahmsweise mitnehmen würde, falls noch genü-



Erfahrener Pazifik-DXpeditionär: Stan beim CW-Betrieb unter FW8GC

gend Platz im Flugzeug vorhanden wäre. Zu unserer großen Erleichterung konnten wir tatsächlich die komplette Ausrüstung auf unserem Flug mitnehmen. Uns fiel selbstredend ein Stein vom Herzen.

■ FW8GC und TX8GC sind aktiv

Am 19.2. landeten wir gegen 12 Uhr mittags Lokalzeit auf dem Flughafen *Hihifo*. Nach der Kontrolle der Reisepässe er-



Vertikalstrahler für 40 m bis 10 m

wartete uns am Ausgang unser Vermieter Manuel Alvez. Die Unterkunft im Dorf Vaimalau lag etwa 20 min per Auto entfernt. Dort angekommen, installierten wir als erste Antenne sofort einen Vertikalstrahler für das 20-m-Band. Um 0405 UTC war ich unter dem Rufzeichen FW8GC auf 14074 kHz in FT8 auf Sendung. Der erste Funkkontakt lief mit Argelio, CO2AV, gefolgt von Hiram, XE2J. Wie vorausszusehen, entstand sofort ein großes Pile-up von Anrufern, die alle mit FW8GC funken wollten.



Ted, LZ5QZ, beim SSB-Betrieb unter TX8GC

Anschließend installierten wir eine Vertikalantenne für 30 m und eine EXP-Multiband-Groundplane für 10 m bis 40 m. Zunächst errichteten wir den 30-m-Strahler und funkten darüber zusätzlich auf 10 145 kHz in FT8. Nun waren wir also auf 20 m und 30 m in FT8 aktiv. Danach



Jean-Gabriel, FW1JG, im Gespräch mit Stan, FW8GC (r.)

stellten wir die EXP-Groundplane auf, was uns gerade noch rechtzeitig vor Einbruch der Dunkelheit gelang. Trotz Müdigkeit setzten wir den Funkbetrieb abends in CW, SSB und FT8 unter den Rufzeichen FW8GC und TX8GC fort.

Am frühen Morgen installierten wir nach wenig Schlaf weitere Antennen: eine Vertikal für 40 m, 80 m und 160 m sowie eine *Inverted-V* für 60 m. Am dritten Tag baute Ted aus Draht eine 4-Element-Yagi-Antenne für das 10-m-Band. Diese zeigte in Richtung Japan sowie Europa und brachte sehr gute Ergebnisse. Von nun an funkten wir in CW, SSB, FT8, FT4 und RTTY nahezu durchgehend. Ted war unter TX8GC aktiv, ich unter FW8GC. Als Transceiver waren zwei Kenwood TS-480SAT und ein Yaesu FTDX10 im Einsatz, außerdem zwei Transistorendstufen mit 700 W und 1200 W.

■ Ausfall der Endstufen

Alles schien nach Plan zu laufen, doch hielt unser Glück nicht lange an. Am vierten Tag der Aktivität von Wallis fiel unsere Endstufe vom Typ Acom 700S aus. Doch damit nicht genug, denn bereits einen Tag später stellte die Acom 1200S

ebenfalls den Betrieb ein. Ich hätte mir niemals träumen lassen, dass dies eintreten könnte, während ich mich auf einer Funkexpedition inmitten des Pazifiks befand. Nun mussten wir unsere Strategie entsprechend anpassen, obwohl wir noch am Beginn der Aktivität standen. Trotz des Ausfalls beider Endstufen setzten wir die DXpedition fort, doch nun „barfuß“, also allein mit der Sendeleistung unserer Transceiver. Selbstverständlich versuchten wir, die Fenster mit guten Bandöffnungen noch besser zu nutzen. Zudem funkten wir weiter auch auf den unteren Bändern 40 m, 60 m, 80 m und 160 m, wobei aber nur rund 90 W Sendeleistung zur Verfügung standen.

Vom 19.2. bis zum 9.3. konnten wir trotzdem unter FW8GC und TX8GC 54 806 Funkkontakte mit 141 DXCC-Gebieten von 10 m bis 160 m in CW, SSB, FT8, FT4 und RTTY in unser Log tippen. Hiervon liefen 34,8 % der Verbindungen mit Europa, 41,3 % mit Asien, 16,8 % mit



Ted, TX8GZ, beim FT8-Betrieb auf 10 m

Nordamerika, 5 % mit Ozeanien, 1,6 % mit Südamerika und 0,5 % mit Stationen aus der Antarktis. Nähere Informationen zur FW8GX-Statistik sind bei Club Log abzurufen.

Während unseres Aufenthalts auf Wallis besuchte uns öfters Jean-Gabriel, FW1JG. Aus den Gesprächen mit ihm und unserem Gastgeber Manuel erfuhren wir viel Interessantes. Demnach unterstützt Frankreich dieses Überseegebiet nicht nur finanziell, sondern zudem durch die Entsendung von Fachpersonal in den Berei-

chen Medizin, Soziales und Verwaltung. Viele französische Spezialisten arbeiten dort auf der Grundlage zeitlich befristeter Verträge mit einer Laufzeit von zwei bis vier Jahren. Die Inselbewohner stehen Frankreich sehr positiv gegenüber und nehmen die von dort kommende Unterstützung dankbar an. Ted und ich werden uns immer an den Besuch im Haus von FW1JG und seiner charmanten Ehefrau Emilie erinnern. Jean-Gabriel hatte eine Party der französischen Gemeinschaft organisiert, zu der wir eingeladen waren.

Dank der Unterstützung durch FW1JG unternahmen wir an einem unserer letzten Tage auf Wallis einen Ausflug über die Insel. Wir bestaunten die beeindruckende katholische Kathedrale in der Inselhauptstadt Mata-Utu, besuchten das kleine örtliche Postamt und erklimmen den höchsten Punkt der Insel. Außerdem bewunderten wir das größte Naturdenkmal der Insel, den vulkanischen Kratersee Lalolalo, der von über 30 m hohen Klippen umgeben ist.

■ Weiterreise nach FK

Am frühen Morgen des 9.3. begannen wir noch vor Sonnenaufgang mit dem Abbau der Antennen und dem Verpacken der Ausrüstung für die Weiterreise. Gegen 16.20 Uhr Ortszeit verließen wir mit dem Flug SB 341 Wallis und flogen wieder in Richtung Noumea, der Hauptstadt Neukaledoniens, wo weitere neun Tage Funkaktivität vor uns lagen. Gegen 18.25 Uhr landeten wir dort und wie abgesprochen holte uns Eric, FK8GM, mit seinem Jeep ab. Er fuhr uns zur gebuchten Unterkunft in Port Ouenghi, die etwa 40 km vom Flughafen entfernt lag. Bei letztem Tageslicht erreichten wir unser Ziel, einen gut ausgestatteten Bungalow. Die Unterkunft besaß eine Klimaanlage und lag auf einem Privatgrundstück mit genügend Platz zum Aufbau der Antennen. Die jungen Eigentümer, Lucie und Martin, begrüßten uns sehr freundlich.

■ Signale von Neukaledonien

Da es bereits dunkel war, nutzten wir die Nacht zum Schlafen und wollten die Antennen am neuen Standort erst am folgenden Tag aufstellen. Nach 18 Tagen mit 24/7-Funkbetrieb von Wallis waren wir erschöpft und benötigten etwas Schlaf. Am frühen Morgen des 10.3. begannen wir mit dem Aufbau der Strahler, wobei erneut eine Vertikalantenne für 20 m an erster Stelle stand. Unmittelbar darauf begann ich unter FK/LZ1GC mit FT8-Betrieb. Etwa 3 h später errichteten wir unsere Multiband-Groundplane für 10 m



Abendstimmung mit Antennen für 160 m und 60 m

bis 40 m und Ted nahm unter dem Rufzeichen FK/LZ5QZ ebenfalls den Funkbetrieb auf. Die Antennenarbeiten setzten sich mit dem Aufbau der 4-Element-Drahtyagi für 10 m und der *Inverted-V* für das 60-m-Band fort. Tags darauf folgte der Vertikalstrahler für 40 m, 80 m und 160 m.

Vom 10.3. bis 18.3. waren wir nun unter FK8/LZ1GC und FK/LZ5QZ rund um die Uhr auf allen KW-Amateurfunkbändern in CW, SSB, FT8, FT4 und RTTY aktiv. Da beide Endstufen weiterhin ausfielen, mussten die verfügbaren 90 W bis 100 W aus den Transceivern für weltweite Verbindungen reichen. In den letzten drei Tagen unserer Aktivität aus FK erlebten wir eine freudige Überraschung: Auf dem 6-m-Band herrschten gute Ausbreitungsbedingungen und es gelangen mehr als 500 Verbindungen im Digimode FT8. Dies hauptsächlich mit Funkpartnern in Japan, aber auch mit Südkorea, China und den USA.

Am dritten Tag in Port Ouenghi besuchten uns Eric, FK8GM, und Alan, FK8FI, und es entwickelten sich sehr angenehme Gespräche. Zwei Tage vor dem Ende der DXpedition überraschten uns Mic, FK8IK, Patrice, FK8HA, Yves, FK4RD, Philippe, FK4QX, und Eric, FK8GM, mit ihrem Besuch. Mehr als 6 h diskutierten wir über unser großartiges technisch-wissenschaftliches Hobby und tauschten Informationen über Amateurfunk-Themen aus. Unsere Funkfreunde aus Neukaledonien zeigten dabei großes Interesse an den von uns verwendeten Antennen und waren ebenfalls sehr an der MSHV-Software interessiert, die wir für die Sendearten FT8 und FT4 verwendeten. Dieses angenehme Treffen wird mir immer in Erinnerung bleiben. Obwohl ich mich mehr als 15000 km von meinem Heimatland entfernt befand, fühlte ich mich wohl unter Gleichgesinnten und Freunden – eben Funkamateuren!



Stan, FW8GC, routiniert im Pile-up

Am 18.3. um 1100 UTC beendeten FK/LZ1GC und FK/LZ5QZ den Funkbetrieb aus Neukaledonien. In neun Tagen Funkbetrieb gelangen ohne Endstufen immerhin noch 15077 Verbindungen. Das Interesse der weltweiten Amateurfunkgemeinschaft an unserer Aktivität auf Wallis und Futuna, aber auch an der anschließenden aus Neukaledonien, war ausgeprägt.

■ Geburtstag in der Südsee

Am 19.3. holte uns Eric um 5.30 Uhr Ortszeit in seinem Jeep ab und wir fuhren zum Flughafen von Noumea. Von dort würde es über Sydney zurück in unsere Heimat Bulgarien gehen.

Für mich war es ein besonderer Tag, da dies mein Geburtstag war. Als wir gegen 6 Uhr den Flughafen erreichten, wartete dort eine freudige Überraschung: Unsere Funkfreunde Mic, FK8IK, Philippe, FK4QX, Patrice, FK8HA, Yves, FK4RD, und Alan, FK8FI, waren zu dieser frühen Stunde eigens gekommen, um zu meinem Geburtstag zu gratulieren und uns zu verabschieden, was mich sehr berührte. Für mich bedeutete dies eine besondere Geste des Respekts, für die ich mich an dieser Stelle herzlich bei den genannten

Funkfreunden bedanke. Zum Glück hatte das Flughafencafé bereits geöffnet, sodass für eine bescheidene Stärkung mit Kaffee, Gebäck und Getränken gesorgt war.

Nachdem wir uns von den neuen Freunden verabschiedet hatten, begaben wir uns zur Passkontrolle und anschließend zum Abflug-Gate. Um 8.35 Uhr hob unser *Aircalin*-Flug SB 140 in Richtung Sydney ab, dem ersten Abschnitt der langen Heimreise nach Europa. In Sydney verbrachten wir noch zwei Tage in der Gesellschaft unserer Freunde Olga und Nick. Dann flogen wir über Singapur und London zurück nach Bulgarien, wo wir am 23.3. um 19.30 Uhr Ortszeit nach einer 37-tägigen Reise in den Pazifik wohlbehalten landeten.



Philippe, FK4QX, Stan, FW8GC, und Eric, FK8GM, beim Fachsimpeln (v.l.n.r.)

Zum Abschluss dieses Beitrags bedanke ich mich bei allen Einzelspendern, die dazu beigetragen haben, diese Funkreise zu ermöglichen. Weiterhin danke ich allen Stiftungen und Klubs, die uns ihren Möglichkeiten entsprechend finanziell unterstützt haben: Clipperton DX Club, CDXC (U.K.), LA DX Group, GM DX Group, Twin City DX Association, Mediterraneo DX Club, Swiss DX Foundation, German DX Foundation, EUDXF, Southeastern DX Club, KC5WXA – Jake McClain Driver Memorial A.R.C., Oklahoma DX Association, Lone Star DX Association und Greater Milwaukee DX Association.

**Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**



Unsere Freunde auf Neukaledonien verabschiedeten uns.

QSO-Statistik nach Bändern und Sendearten

Band	FT8	FT4	CW	SSB	RTTY	total	[%]
160 m	191	1	0	0	0	192	0,5
80 m	719	0	18	0	0	737	2,0
60 m	581	0	0	0	0	581	1,6
40 m	2609	187	1061	16	15	3888	10,6
30 m	2603	84	1048	0	64	3799	10,4
20 m	3008	146	1164	458	3	4779	13,1
17 m	2965	368	1584	187	80	5184	14,2
15 m	3513	1107	1352	288	201	6461	17,7
12 m	2028	407	1252	179	91	3957	10,8
10 m	2780	849	1570	1629	160	6988	19,1
gesamt	20 997	3149	9049	2757	614	36 566	

100 Jahre IARU

HARALD KUHL – DL1AX

Jährlich am 18. April feiern Funkamateure weltweit mit Sonderstationen den World Amateur Radio Day. Dieser erinnert an die Gründung der International Amateur Radio Union, IARU, vor bald 100 Jahren [1].

In den frühen 1920er-Jahren ging man allgemein noch davon aus, dass Funkkommunikation über große Entfernungen nur auf sehr langen Wellen möglich war: je niedriger die Frequenz, desto besser. Große Antennen und hohe Sendeleistungen waren bei kommerziellen sowie staatlichen Sendern die Regel. Dann entdeckten Funkamateure, dass Kurzwellensignale mit weitaus weniger Aufwand überall auf der Welt zu hören waren. Schon bald begann der Ansturm, dieses neu entdeckte Phänomen zu nutzen. Die Funk-

ein weiteres Treffen in Paris statt und man kam überein, im kommenden Jahr in Paris eine internationale Amateurfunkorganisation zu gründen. Deren Satzung sollten Vertreter der ARRL bis dahin erarbeiten. Im Frühjahr 1925 trafen sich in Paris erneut Delegierte aus nun 23 Nationen, darunter Deutschland [1], zu einer Konferenz und am 18.4. jenes Jahres wurde an der Universität Sorbonne die *International Amateur Radio Union* (IARU) gegründet. Es galt die von der ARRL erarbeitete Satzung und fortan konnte jedes Land



Am 18. April 1925 gründeten nordamerikanische und europäische Funkamateure in Paris die *International Amateur Radio Union* (IARU), die sich seither unter anderem um die Sicherung und Erweiterung der Amateurfunkbänder bemüht.

Foto: IARU

amateure, die mit ihren Experimenten den Wert der Kurzwelle entdeckt hatten, liefen Gefahr, verdrängt zu werden [1], [2]. Zu dieser Zeit gab es nur wenige Länder, in denen sich Funkamateure in nationalen Verbänden organisierten. Um diese zu unterstützen, kam bei den Verantwortlichen des US-Amateurfunkverbands *American Radio Relay League* (ARRL) die Idee zu einer internationalen Amateurfunkorganisation auf [3], [4]. So wie die ARRL bei der US-Bundesregierung, sollte ein internationaler Verband die Funkamateure in solchen Ländern gegenüber Regierungsbehörden vertreten, die dem Amateurfunk ablehnend gegenüberstanden. Eine internationale Organisation, so nahm man an, könnte den Funkamateuren zu mehr Freiheiten verhelfen und die Koordinierung gemeinsamer Aktivitäten unterstützen. Vertreter der ARRL kontaktierten daraufhin Funkamateure in mehreren europäischen Ländern und es kam zu einem ersten Treffen am 12.3.1924 in Paris mit Delegierten aus neun Ländern: Großbritannien, Frankreich, Belgien, Schweiz, Italien, Spanien, Luxemburg, Kanada und USA. Aus Dänemark lag ein Schreiben vor, dass man organisatorische Beschlüsse unterstützen würde. Zwei Tage später fand

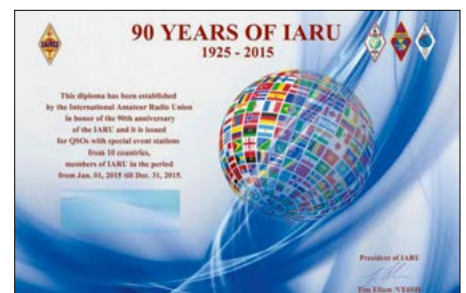
Mitglied werden, in dem mindestens 25 Funkamateure aktiv waren. Der Einfluss der ARRL war offensichtlich, da deren Vertreter leitende Ämter übernahmen. Die ARRL-Zeitschrift *QST* war das offizielle Organ der IARU, die nach ihrer Gründung zunächst 112 individuelle Mitglieder hatte. Jeder Funkamateur bezahlte für seine Mitgliedschaft 1 US-\$. Die Zahl der aktiven Funkamateure stieg in den folgenden Jahren weltweit schnell an und am 30. 10. 1928 verabschiedete die IARU eine überarbeitete Satzung. Von nun an waren nicht mehr einzelne Personen Mitglied bei der IARU, sondern die in einer zunehmenden Zahl von Ländern gegründeten nationalen Amateurfunkverbände, von denen es mittlerweile 14 gab [4].



Erinnerungskarte aus Paris zum 25-jährigen Jubiläum der Gründung der IARU

■ Washingtoner Funkkonferenz 1927

Entwicklungen in der Funktechnik, darunter Röhrensender, Amplituden-Sprachmodulation und die Verwendung höherer Frequenzen führten bald zu einer erheblichen Zunahme der Nutzung des Funkfrequenzspektrums. Obwohl einzelne Länder begannen, dies national zu regulieren, gab es bislang keine internationalen Funkvorschriften. Funkkonferenzen hatten zwar bereits 1903, 1906 und 1912 stattgefunden, doch befassten sich diese fast ausschließlich mit der Nutzung des Seefunks durch Schiffe und Landstationen. Seit 1912 hatte es aber so viele Veränderungen bezüglich der Technik sowie der Nutzung des Frequenzspektrums gegeben, dass 1927 eine Funkkonferenz in Washington einberufen wurde. Dort schuf man einen Rahmen für die internationale Funkregulierung, der bis heute besteht. Eine Vielzahl von Funkdiensten war zu koordinieren und auf dieser Konferenz wurde auch der Amateurfunk zum ersten Mal international anerkannt [3]. Den verschiedenen Funkdiensten und damit auch dem Amateurfunk wies man eigene Bänder zu. Dies war ein großer Erfolg, denn die Funkamateure erhielten 1927 für ihre Experimente die bis heute gültigen Amateurfunkbänder 160 m, 80 m, 40 m, 20 m und 10 m weltweit zugewiesen. Hinzu kam zunächst das 5-m-Band, das nach dem Zweiten Weltkrieg auf 6 m geändert wurde.



Zum 90-jährigen Gründungsjubiläum brachte die IARU ein solches Diplom heraus.

■ Internationale Vertretung

Bis heute ist die Hauptaufgabe der IARU, die Interessen der Funkamateure auf internationalen Funkkonferenzen zu vertreten und sich dort um zusätzliche Bandzuweisungen zu bemühen. Dabei ist die 1947 gegründete Internationale Fernmeldeunion (ITU) seit langem ein Arbeitsschwerpunkt der IARU, da dort während regelmäßiger Weltfunkkonferenzen (WRC) die grundlegenden Entscheidungen über diese Zuteilungen getroffen werden [2]. Dass der Amateurfunk heute bei der ITU als respektierter Funkdienst gilt und Vertreter der IARU als Gesprächspartner ak-



QSL-Karte der Sonderstation ON90IARU mit Fotos der Gründungsversammlung

zeptiert werden, ist unter anderem dem früheren IARU-Präsidenten Richard Baldwin, W1RU, zu verdanken. IARU-Vertreter reisten jahrelang zu zahlreichen Treffen und Konferenzen der ITU, auch wenn diese überwiegend keine direkten Auswirkungen auf den Amateurfunkdienst hatten. Doch war es das Ziel, den Amateurfunk als verantwortungsvolles Mitglied der Gemeinschaft der Frequenznutzer zu etablieren [3]. Außerdem nahm W1RU an Seminaren des *International Frequency Registration Board* (IFRB) der ITU in Genf teil. Wieder ging es hauptsächlich darum, Personen kennenzulernen, die in ihren nationalen Verwaltungen Einfluss auf die Frequenzvergabe hatten und später auf ITU-Konferenzen zu den Entscheidungsträgern gehören könnten. Diese Bemühungen zeigten über die Jahre hinweg eine positive Wirkung: Überwog bei der ITU anfangs noch eine eher ablehnende Haltung gegenüber dem Amateurfunkdienst, steht man unseren Wünschen heute offener gegenüber.

Die Arbeit der IARU auf ITU-Konferenzen findet bis heute weitgehend im Hintergrund statt. Mitglieder bei der ITU sind die nationalen Telekommunikationsorganisationen, während die IARU ein sogenanntes Sektormitglied (Beobachter) der ITU ist. Vertreter der IARU reichen also keine eigenen Vorschläge ein, sondern verfolgen ihre Themen über die stimmberechtigten Mitglieder der ITU. Dennoch muss eine kleine IARU-Delegation bei den Sitzungen und Konferenzen anwesend sein, um bei Bedarf zeitnah Einfluss nehmen zu können. Weltradiokonferenzen wie die von 2023 in Dubai (WRC-2023) dauern rund einen Monat und die Kosten des Aufenthaltes trägt die IARU. Diese wird wiederum durch Mitgliedsbeiträge der nationalen Amateurfunkverbände finanziert, darunter der DARC e.V. Folglich finanzieren alle Vereinsmitglieder durch einen Teil ihrer Beiträge die Arbeit der IARU – im Interesse aller Funkamateure weltweit.

■ Erfolge der IARU

Dass die IARU erfolgreich zum Wohle der Funkamateure gearbeitet hat, zeigt eine Auswahl der bei ITU-Konferenzen er-



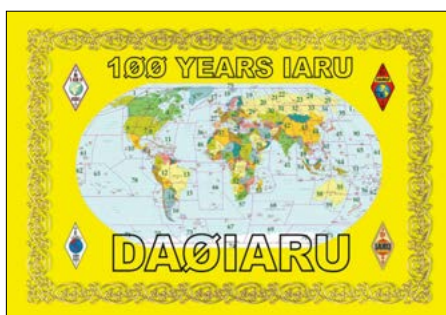
Zum World Amateur Radio Day sind jährlich am 18.4. Sonderstationen aktiv.

reichten Empfehlungen als Grundlage für nationale Regelwerke [2]:

- 15 m als weltweites Amateurfunkband (WARC 1947)
- Anerkennung des Amateurfunk-Satellitendienstes (WRC-Space 1971)
- 30 m, 17 m, 12 m als weltweite Amateurfunkbänder (WARC 1979)
- weitere Amateurfunk-Satellitenbänder (WARC 1979)
- erweitertes 160-m-Band (WARC 1979)
- 40-m-Erweiterung (WRC 2003)
- 136-kHz-Band weltweit (WRC 2007)
- 472-kHz-Band weltweit (WRC 2012)
- 60-m-Band weltweit (WRC 2015)
- erweiterte Möglichkeiten für Aktivitäten in anderen Ländern (CEPT & CITEL)
- globales 6-m-Band, insbesondere für die Region 1 (WRC 2019)
- Vereinbarung für das 23-cm-Band sowie die Koexistenz von Amateurfunk und Satellitennavigation (insbesondere Galileo; WRC 2023)

■ Unterstützung der Verbände

Zu den Zielen der IARU gehört es, im Interesse der nationalen Mitgliedsverbände zu agieren und diese wo nötig zu unterstützen. Dazu gehören mitgliederstarke und gut organisierte, ebenso wie kleine Amateurfunkverbände, deren Bestand gefährdet ist. Der IARU-Arbeitsbereich STARS (*Support to The Amateur Radio Service*) bemüht sich um die Unterstützung des Amateurfunks in solchen Ländern. Dies geschieht durch Vereinbarungen mit dortigen Behörden u. a. über die Ausbildung von Funkamateuren oder durch die Unterstützung neuer Amateurfunkorganisationen in Ländern mit wenigen Funkamateuren. So hat die IARU 2024 eine



Sonderstation DA01IARU anlässlich des 100. IARU-Jubiläums

Vereinbarung (MoU) mit der *African Telecom Union* (ATU), dem afrikanischen Äquivalent zur europäischen CEPT, als Grundlage für Verhandlungen über den Amateurfunk in afrikanischen Ländern geschlossen. Wie die Arbeit innerhalb der ITU sind auch solche Aktivitäten langfristig angelegt.

■ 75 Jahre IARU-Region 1

In Übereinstimmung mit der ITU-Einteilung ist die IARU in die Regionen 1, 2 und 3 unterteilt. Die Region 1 umfasst Europa, Afrika, den Nahen Osten sowie einen Teil Nordasiens mit derzeit 103 Mitgliedsländern. Weltweit hat die IARU derzeit 167 Mitgliedsländer. Die IARU-R1 wurde 1950 gegründet und feiert dieses Jahr ihr 75-jähriges Bestehen. Weitere In-



Der belgische Amateurfunkverband UBA vergibt derzeit ein solches Diplom.

formationen stehen unter www.iaru-r1.org, wo die Tätigkeitsbereiche vorgestellt werden. Dazu gehört u. a. die Entwicklung von Bandplänen für die Amateurfunkbänder, um deren Nutzung mit Empfehlungen zu optimieren.

Zunehmende Bedeutung erhalten Konzepte für den Notfunkverkehr zur Unterstützung der Gesellschaft im Katastrophenfall. Um unsere Amateurfunkbänder vor Bandeindringlingen zu schützen, deren Aktivitäten zeitnah zu dokumentieren und mithilfe nationaler Frequenzbehörden zu beenden, wirken die Bandwachen der nationalen Verbände unter dem Dach der IARU. Nicht zuletzt ist die Motivierung junger Menschen, sich für den Amateurfunk und seine faszinierenden Möglichkeiten zu interessieren, eine wichtige Aufgabe. Hierfür unterstützt die IARU unter anderem das YOTA-Programm (*Youth on the Air*).

Literatur

- [1] Warner, K. B., W1EH: *International Amateur Radio Union Formed*. QST 9 (1925) H. 6, S. 9–16
- [2] Espling, M., SM6EAN: *International Amateur Radio Union, IARU, 100 Ar. IARU Region 1*, März 2025
- [3] Baldwin, R., W1RU: *The International Amateur Radio Union*. IARU 1993
- [4] Bartlett, R. A.: *The World of Ham Radio, 1901–1950*. Jefferson und London 2007

HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack

Dipl.-Ing. (FH) REINHARD GRÄNZ – DL3AS

Anders als der Name vermuten lässt, kann HamClock mehr als nur die Weltzeit anzeigen. Das Programm bietet auch Informationen aus dem DX-Cluster und stellt z. B. Sonnendaten und Ausbreitungsbedingungen grafisch dar. Außerdem kann es bei Auswahl einer auf der Karte angezeigten Funkverbindung auch gleich diese Daten und den Übertragungsweg anzeigen und auf Wunsch darüber hinaus den Transceiver oder einen Antennenrotor steuern.

HamClock ist ein von Elwood Downey, WB0OEW, entwickeltes Programm, das auf nur einem Bildschirm die für Funkamateure wichtigen Ausbreitungsbedingungen anzeigt, gleichzeitig jedoch z. B. auch Meldungen des DX-Clusters kompakt aufbereitet zur Verfügung stellt und sich zur Steuerung des Stationssequipments eignet.

Die Frage nach einem geeigneten Display muss jeder für sich beantworten. Selbstverständlich funktioniert HamClock auch auf einem Raspberry Pi mit angeschlossenem 7-Zoll-Display. Doch die Daten z. B. des DX-Clusters sind dann so klein dargestellt, dass man nicht mehr viel erkennen kann. Ein 14-Zoll-Monitor ist als Mindestgröße

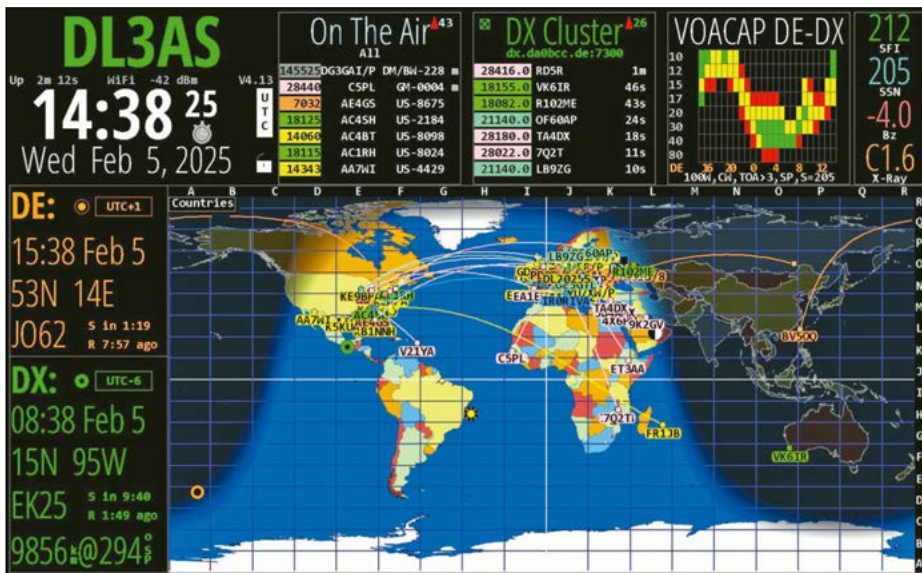


Bild1: Das Hauptfenster von HamClock lässt sich unterschiedlich konfigurieren und so an die Anforderungen des Nutzers anpassen. Screenshots: DL3AS

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, sich HamClock ins Shack zu holen. Die einfachste Variante ist die Installation auf einem Raspberry Pi. Einige Anwender berichten, dass die Portierung der Software sogar auf einem Raspberry Pi Zero W gelungen sei. Eine weitere Möglichkeit ist die Installation auf einem Linux-PC. Auch unter macOS sollte es mithilfe von XQuartz funktionieren. Der Kauf eines Fertiggeräts mit dem Namen HFClock bei Händlern wie Veritium Research [1] oder Lutz Electronic [2] ist ebenfalls möglich. Ersterer liefert derzeit wegen der exorbitanten Versandgebühren nicht nach Europa. Bei Letzterem gehört ein 22,5-Zoll-Display im Edelholzrahmen zum Produkt, welches natürlich seinen Preis hat.

zu empfehlen. Die in der Gallery auf [3] veröffentlichten Bilder zeigen Monitore bis 22 Zoll.

Funktionen

Bei mir bildet die zylindrische Projektion einer farbigen Weltkarte die zentrale Fläche auf dem Bildschirm, Bild 1. Die Karte ist jedoch auch in Mercator- oder Azimutal-Projektion darstellbar. Unter dem eigenen Rufzeichen werden u. a. die Uhrzeit in UTC, der Wochentag, das Datum und die Programmversion angezeigt. Ein weiteres Feld darunter zeigt in Orange die UTC, den Wochentag und das Datum bezogen auf die UTC der auf der Karte angeklickten DE-Station an. Darunter werden in einem zweiten Feld die entsprechenden Daten

der zur markierten Verbindung gehörenden DX-Station eingeblendet.

Rechts neben dem Rufzeichenfeld gibt es vier kleine Fenster, in denen wahlweise kompakte Anzeigen möglich sind. Die Fenster können u. a. zur Darstellung von Aurora-Warnungen, des Wetters am eigenen Standort oder an dem der DX-Station dienen. Auch die Anzeige des solaren Flux oder der Röntgenwerte ist möglich, ebenso die Einblendung von geomagnetischen Informationen sowie der mit VOACAP ermittelten Ausbreitungsbedingungen für die Verbindung von der DE- zur DX-Station. Ebenfalls auf den Bildschirm bringen lassen sich der DX-Cluster und eine On-The-Air-Anzeige. Die Darstellung wechselt in jedem Feld zyklisch durch die ausgewählten Inhalte, wobei sich die Anzeigedauer ebenfalls vorgeben lässt.

HamClock dient aber nicht nur zur Visualisierung von Daten. Mithilfe zusätzlicher Softwarekomponenten ist beispielsweise die CAT-Steuerung des Transceivers oder die Nachführung eines Rotors möglich, wenn eine in den Listen aufgeführte Funkverbindung mit der Maus angeklickt wird. Außerdem lassen sich die Listen nach individuell festgelegten Kriterien filtern, sodass man gezielt z. B. nach bestimmten DXCC-Gebieten Ausschau halten kann. HamClock wird ständig weiterentwickelt. Daher kann es vorkommen, dass einzelne, von den Entwicklern als entbehrlich angesehene Funktionen in neueren Versionen nicht mehr zur Verfügung stehen. Dies betrifft z. B. die in der Version 4.09 noch enthaltene SOTA- und POTA-Liste. Die derzeit aktuelle Versionsnummer lautet 4.13.

Installation

Die Installationsdateien stehen bei [4] unter Download zur Verfügung. Nach dem Entpacken lassen sich die enthaltenen Dateien im Terminal des Raspberry Pi oder des Linux-PC installieren. Die Installation auf dem Raspberry Pi erfolgt durch Eingabe der folgenden Befehlszeilen:

```
cd
curl -O https://www.clearskyinstitute.com/ham/HamClock/install-hc-rpi
chmod u+x install-hc-rpi
./install-hc-rpi
```

Die Befehle lassen sich auch automatisch nacheinander ausführen. Hierzu sind sie, durch Semikola getrennt, hintereinander im Terminal einzugeben. Nach Betätigen der Enter-Taste beginnt die Installation.

hamclock &

im Terminal starten. Auf einem Linux-PC sieht das Installationskript wie folgt aus:


```
cd
rm -fr ESPHamClock
curl -O https://www.clearskyinstitute.com/
ham/HamClock/ESPHamClock.zip
```

Nach dem Entpacken der ZIP-Datei folgt:

```
cd ESPHamClock
make -j 4 hamclock-800x480
sudo make install
```

Auch hier ist alles zusammen zu kopieren und ins Terminal einzufügen. Wenn die Fehlermeldung auftritt, *curl* sei nicht bekannt, sind folgende Befehle aufzurufen:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get -y install curl make g++
libx11-dev libgpiod-dev
```

Kennt der Raspberry Pi *libX11-devel* nicht, muss außerdem

```
sudo yum install gcc-c++ libX11-devel
```

ausgeführt werden. Wem die Bildschirm-darstellung zu klein ist, der kann mit

```
cd ~/ESPHamClock
make -j 4 hamclock-1600x960
sudo make install
```

eine größere erzeugen, hier für 1600 × 960 Pixel. Dadurch lässt sich die Darstellung individuell dem Display anpassen. Im Setup ist auch eine zentrale Positionie-

rung des HamClock-Programmfensters mit schwarzem Bildschirmhintergrund auswählbar.

■ Konfiguration

Unter *User Guide* steht auf [4] eine ausführliche Anleitung zur Konfiguration und Nutzung des Programms zur Verfügung. Ein Hinweis vorweg: Die nachfolgend aus Platzgründen nur kurz dargestellten Konfigurationsschritte können versionsabhängig anders strukturiert sein.

Nach dem bereits beschriebenen Starten des Programms mittels

```
hamclock &
```

gelangt man in das Setup-Menü. Durch einen Klick mit der rechten Maustaste auf die neben der jeweiligen Seitenbezeichnung (z. B. *Page 1*) angeordneten Zeichen < und > erreicht man die verschiedenen Menüseiten, auf denen nacheinander Einstellungen vorzunehmen sind, um das Programm möglichst optimal nutzen zu können. Änderungen auf der Seite sind jeweils mit *Done* zu bestätigen. Der Anschluss einer Tastatur ist am Raspberry Pi nicht erforderlich, da auf jeder Einstellungsseite eine virtuelle Tastatur eingeblendet wird, siehe Bild 16.

Eigener Standort

Zuerst sind auf *Page 1* das eigene Rufzeichen und der Locator einzugeben, Bild 16. Daraus errechnet das Programm die jeweiligen Längen- und Breitengrade. Ergänzen lassen sich die Angaben durch die Eintragung, ob auf dem PC ein GPS-Daemon läuft oder ob das Programm die NMEA-Daten eines externen GPS-Geräts einlesen soll.

Normalerweise dienen die NMEA-Daten oder der GPS-Daemon lediglich zur Zeitermittlung. Wird *follow* eingestellt, kann auch der eigene Standort bestimmt werden. Dies kann besonders dann nützlich sein, wenn man von einem externen Standort funkt und HamClock dabei hat.

IP Geolocate verwendet die eigene IP-Adresse zur Standortbestimmung. Dies ist aber nicht sehr genau. *NTP* sucht sich im Internet den besten Zeitserver und ermittelt damit die genaue Uhrzeit.

DX-Cluster

Auf *Page 2* werden die Daten zum DX-Cluster (DXCL) angezeigt, Bild 17. *Port* und *Host* sind den Daten des jeweils genutzten Clusters zu entnehmen. Wer hierbei Probleme hat, kann mit *PuTTY* im Telnet-Modus die DX-Cluster-Einstellungen überprüfen. Werden Daten empfangen, ist die Einstellung in Ordnung.

Es ist sinnvoll, das Rufzeichen im Cluster mit einem Suffix von *-1* bis *-9* zu versehen. Dadurch werden Kollisionen verhindert, wenn derselbe Cluster gleichzeitig noch auf einem anderen PC laufen soll. DXCC-Gebiete lassen sich im DX-Cluster auch ausklammern, wenn z. B. ausschließlich DX-Stationen angezeigt werden sollen, jedoch keine DL-Stationen. Dazu weiter unten mehr.

Gefilterte und/oder beobachtete Spots werden im DX-Cluster-Bereich nach dem Eintreffen aufgelistet und entsprechend den Optionen für Spot-Beschriftungen und Spot-Pfade auf der Karte angezeigt. Das Senderende des Pfads erhält einen Kreis, das andere ein Quadrat. Nach dem Anklicken eines Eintrags in der Liste aktualisiert HamClock die Standortdaten und kann die ermittelten VOACAP-Daten anzeigen. Steht *WSJT-X* auf *Yes* wird bei laufendem Programm *wsjtx* jeweils die neueste FT8-Meldung in der DX-Cluster-Fensterliste von HamClock angezeigt.

Wer möchte, dass Anwendungen auf mehr als einem Computer ausgeführt werden, muss den UDP-Server entweder auf eine Multicast-Adresse (z. B. 224.0.0.0) oder die Broadcast-Adresse fürs eigene Netzwerk (z. B. 192.168.1.255) einstellen. Befinden sich alle Anwendungen auf demselben Computer, ist 127.0.0.1 zu verwenden. Die Portnummer des UDP-Servers sollte in allen Fällen auf der Standardeinstellung 2237 belassen werden.

Über *Rigctrl* in Bild 18 wird die Verbindung zu *hamlib* aktiviert und über *rotctrl*

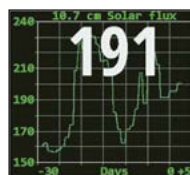


Bild 2:
Solarer Flux gemessen
bei 10,7 cm

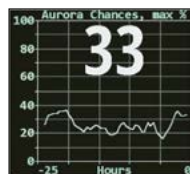


Bild 3:
Darstellung der
Wahrscheinlichkeit
des Auftretens einer
Aurora



Bild 4:
DRAP zeigt die höchste
Frequenz an, die
in den letzten 24 h
irgendwo auf der Erde
um mindestens 1 dB
gedämpft wurde.

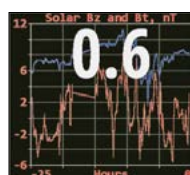


Bild 5:
Anzeige des
Interplanetary
Magnetic Fields

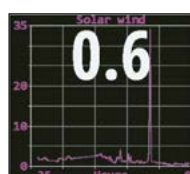


Bild 6:
Anzeige des
Sonnenwinds

Bild 7:
Ruhiges Funkwetter
laut Vorhersage zu
Radio Blackouts (R),
Solar Radiation
Storms (S) und Geo-
magnetic Storms (G)

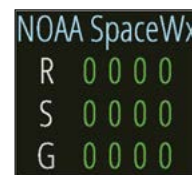


Bild 8:
Darstellung der
Sonnenflecken

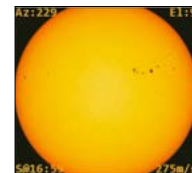


Bild 9:
Anzeige des
X-Ray Flux

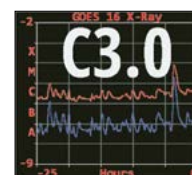


Bild 10:
Auswertung und
Vorhersage des
Planetary K Index

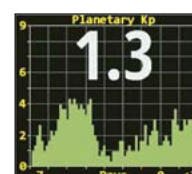




Bild 11: Dieses Kleinfenster dient nur als Legende für die auf der Karte eingeblendeten, aktiven NCDXF/IARU-Baken.



Bild 12: Die Solardaten lassen sich auch kompakt im Bereich über der Karte darstellen ...



Bild 13: ... ebenso die lokalen Wetterdaten.

zum angeschlossenen Rotor. Es ist sinnvoll, die Rotorsteuerung zuerst auf einem PC zu testen und zum Laufen zu bringen, bevor man die Steuerung an HamClock übergibt. Ein zweiter Rotor zur Einstellung der Elevation beim Funkbetrieb über Satelliten kann ebenfalls angeschlossen werden.

Mit *flrig* aktiviert man die Verbindung zum gleichnamigen Programm, das die Steuerung eines Transceivers ermöglicht. Bei aktivierter CAT-Verbindung werden die in den Listen aufgeführten Sendefrequenzen nach dem Anklicken zum Transceiver übertragen und dieser somit gleich auf die richtige Frequenz eingestellt.

Prinzipiell lassen sich bei aktiviertem *ADIF* auch die bisher getätigten Funkverbindungen als Liste *ADIF watch* auswerten. Darauf habe ich verzichtet.

Im DX-Cluster werden die Frequenzen und Bänder gemäß den Einstellungen auf *Page 6* dargestellt. Die Aktualisierung erfolgt alle 2 s.

Beobachtungslisten werden verwendet, um z.B. DX-Cluster und *On-The-Air*-Spots zu filtern. Sie lassen sich entweder auf den Einstellungsseiten oder in den Pop-up-Menüs für jeden Bereich bearbeiten. Jede Beobachtungsliste besteht aus einer oder mehreren durch Kommas getrennten Spezifikationen, die wiederum aus einem oder mehreren Präfixen und/oder Bereichen bestehen. Letztere können entweder als Band oder als Wertebereich in Megahertz angegeben werden.

Für die Übereinstimmung gelten die folgenden Regeln: Bei Präfixen wird nur die Anzahl der Zeichen auf Übereinstimmung geprüft. So stimmt beispielsweise das Präfix AA mit AA0 und AA1 überein, aber nicht mit A oder AB. Rufzeichen, die einen Schrägstrich (/) enthalten, werden in die Teile *dx* und *home* aufgeteilt, wobei deren Position zueinander unerheblich ist. Als *dx* wird stets der kürzere von beiden angenommen. Er wird jedoch ignoriert, wenn er nur aus einem Buchstaben oder

einer Ziffer besteht, eine der Abkürzungen wie *MM* oder *AM* ist oder drei oder mehr Buchstaben ohne Ziffern umfasst.

Einträge mit Rufzeichen ohne Schrägstrich gelten somit immer als Heimatrufzeichen. Beispiele: VK2/WB00EW und WB00EW/VK2 weisen beide auf VK2 als *dx* und WB00EW als *home* hin. Jedoch wird WB00EW/0 als WB00EW für *home* gewertet und der *dx*-Teil 0 ignoriert. Bei VK werden alle australischen Stationen aufgelistet, bei VK/ hingegen nur die mit entsprechendem Prä- oder Suffix.

Filter für Amateurfunkbänder lassen sich auf unterschiedliche Weise eingerichtet. So selektiert *40M* nur Meldungen auf dem 40-m-Band, während es bei *20-10M* die Bänder von 20 m bis 10 m sind. Sendarten lassen sich durch ihre nachgestellte Abkürzung (*CW*, *DATA*, *FT4*, *FT8*, *RTTY*, *SSB*) auswählen. Beispielsweise werden bei *40CW* nur Meldungen zu Telegrafiesignalen auf 40 m ausgegeben. Bereiche kann man auch durch Angabe der Frequenzgrenzen spezifizieren – und dies sogar bandübergreifend. Während *14-14.02MHZ* nur den DX-Bereich auf 20 m überwacht, überprüft *7.0-10.15MHZ* den gesamten Bereich von der Untergrenze auf 40 m bis zur Obergrenze von 30 m.

Der Spot in einer Liste gilt als Übereinstimmung, wenn er durch mindestens ein Präfix und mindestens einen Frequenzbereich in einer beliebigen Spezifikation enthalten ist. Spezifikationen ohne Präfixe entsprechen allen Anrufen, solche ohne Frequenzbereiche entsprechen allen Bän-



Bild 14: Die Anzeigeform der Uhrzeit in UTC ist variabel. Hier sind zwei weitere Möglichkeiten zu der Variante in Bild 1 dargestellt.

Cluster		
dx.da0bcc.de:7300		
28429.8	K1RX	5m
7007.0	9K2MU	4m
14325.0	IU3EDK/P	4m
10136.0	UY7IV	4m
28420.0	LU7VCH	4m
21317.0	R5EC	3m
28365.0	SV9THE	3m
10111.0	K4EAK	2m
40680.0	EA7KBX	2m
28074.0	KE8IGL	2m
7063.5	RA4Y	2m
24916.4	Z36W	2m
7147.0	WE6M	1m
24916.4	TC8DX	1m
14280.0	IQ9MY/P	1m
7100.0	IQ9AAM	1m
28499.0	EA8DGS	1m
7117.0	HA5KR8	50s
21074.0	OH6DHM	44s
28490.0	OZ8ABA	27s

Bild 15: Auf der linken Seite des Programmfensters ist auch die Darstellung einer gegenüber Bild 1 längeren Liste mit DX-Cluster-Einträgen möglich.



Bild 16: Die Einstellungen auf *Page 1* betreffen die Position und die Uhrzeit.

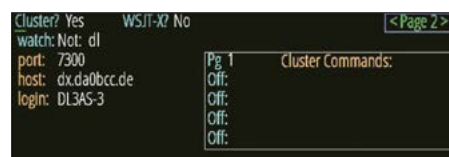


Bild 17: Die Einstellungen auf *Page 2* beziehen sich auf den DX-Cluster.



Bild 18: Die Einstellungen auf *Page 3* dienen u. a. zur Steuerung externer Geräte und der ADIF-Liste.

dern. Jede Beobachtungsliste kann nach einer von vier Kategorien gefiltert werden:

- *Off*: HamClock speichert zwar die Spezifikation für die betreffende Beobachtungsliste, zeigt jedoch alle Spots normal an.
- *Red*: Alle Spots werden angezeigt, aber diejenigen, die einem Spezifikationskriterium entsprechen, werden in der jeweiligen Liste rot hervorgehoben.
- *Only*: Es werden nur die Spots angezeigt, die einer Spezifikation entsprechen, alle anderen bleiben unberücksichtigt.
- *Not*: Das Gegenteil von *Only*, d.h., es werden nur Spots angezeigt, die nicht einer Spezifikation entsprechen.

Das Beispiel *JA 20M* wählt alle Meldungen aus, bei denen mit JA beginnende Stationen auf dem 20-m-Band aktiv sind. Mittels *Red VK ZL 7.0-7.1MHZ* werden australische und neuseeländische Stationen auf 40 m in der Liste rot markiert angezeigt.

Im oberen Teil der in Bild 19 dargestellten *Page 4* legt man das Kartenzentrum fest. *0E* für 0° östlicher Länge beziehen sich auf den Nullmeridian. Mit *12E* für 12° bzw. *13E* für 13° östlicher Länge rückt Deutschland in die Mitte der Karte.

HamClock unterstützt mehrere optional anschließbare Geräte, um das Bedienerlebnis zu verbessern. Dazu gehören ein oder zwei BME280-Umweltsensoren für Temperatur, Druck und Luftfeuchtigkeit sowie ein LTR329-Lichtsensoren für automatisches Dimmen je nach Umgebungslicht.

Wenn ein Lichtsensor installiert und die Option *Full scrn direct?* auf *Page 5* auf *Yes*

eingestellt ist, lässt sich der äußerste rechte Bereich auf dem Display so einstellen, dass zwei vertikale Skalen zu sehen sind. Die linke zeigt die aktuelle Displayhelligkeit und die rechte den aktuellen Wert des Lichtsensors. Beide enthalten jeweils Kalibriermarken. Da ich keine Helligkeitsanpassung wünsche und *Full scrn direct?* somit auf *No* steht, wird die auf *Page 4* mögliche Einstellung der Helligkeit von *brMin* bis *brMax* nicht dargestellt. Wenn das Display ohnehin nur ein- oder ausgeschaltet werden kann, zeigt die Helligkeitsskala oben oder unten nur eine Markierung an. Wer die Helligkeit automatisch einstellen lassen möchte, muss den Lichtsensor zuvor kalibrieren. Dazu setzt man den Sensor zunächst einer hellen Lichtquelle aus und klickt mit der Maus auf die obere Hälfte der linken Skala oder stellt *On* ein. Ist der Sensor schwachem Licht ausgesetzt, wird auf die untere Hälfte geklickt oder *Off* eingestellt.

Weiterhin lassen sich mehrere Schalter und LEDs als Ergänzung zur *On-the-Air*-Anzeige, zu einem Timer- oder Weckereignis anschließen. Die besonders für den Funkbetrieb über Satelliten wichtige genaue Uhrzeit und die Standortdaten kann HamClock aus den NMEA-Informationen eines seriell angeschlossenen GPS-Empfängers ermitteln. Darüber hinaus lässt sich der Transceiver Elecraft KX3 in zwei Konfigurationen direkt mittels HamClock steuern.

Der Anschluss externer Geräte an den Raspberry Pi, einen Linux-PC oder an ei-

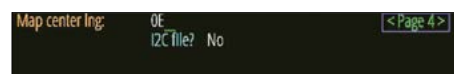


Bild 19: Auf *Page 4* wird u. a. der Mittelpunkt für die Kartendarstellung festgelegt.



Bild 20: Die Grundeinstellungen lassen sich auf *Page 5* vornehmen.

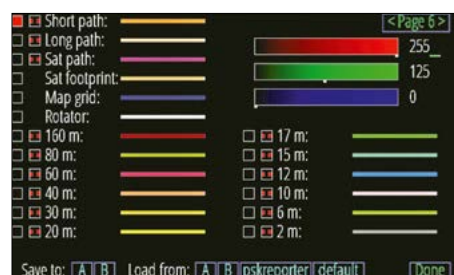
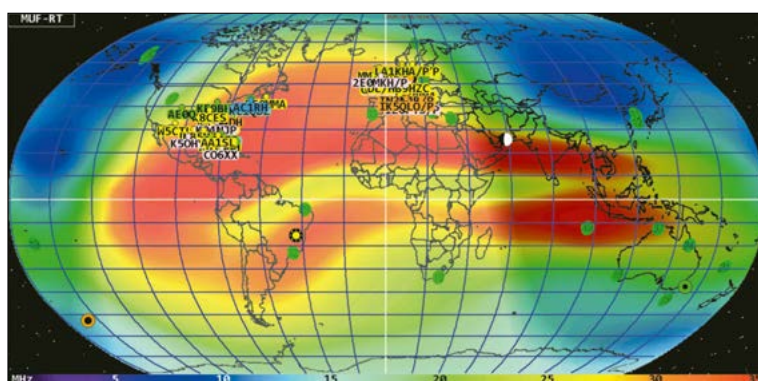


Bild 21: *Page 6* definiert u. a. die Farben zur Verbindungsdarstellung auf der Karte.

Bild 22: Bei *MUF-RT* wird die maximal nutzbare Frequenz (MUF) auf der gewählten Kartenprojektion dargestellt.



nen Mac-Computer unter Verwendung des *I2CMini* von <https://i2cdriver.com> ist im Manual beschrieben.

Grundeinstellungen

Auf der in Bild 20 dargestellten *Page 5* ist u. a. die Datumsreihenfolge an die europäische Form anzupassen. In *Log usage* lässt sich festlegen, ob die eigenen Einstellungen an die Programmentwickler gesendet werden dürfen. Mit *Week starts* stellt man den Wochenbeginn auf *Sunday* oder *Monday*. Steht *Demo mode* auf *Yes*, werden die eigenen Einstellungen zur Demonstration ständig gewechselt. Ein Wechsel der Maßeinheiten ist bei *Units?* durch Auswahl von *Metric*, *Imperial* oder *British* möglich. Ich bevorzuge *Metric* für Grad Celsius und Kilometer.

Nutzer von Antennenrotoren können bei *Bearing* zwischen dem magnetischen (*Magnetic North*) und dem geografischen Norden (*True North*) auswählen. Steht *Show public IP?* auf *Yes*, wird zusätzlich zur stets angezeigten lokalen IP-Adresse auch die des Internetzugangs angezeigt.

Die Einblendung von Wetterdaten der eigenen oder der DX-Station ist über *New DE/DX Wx?* steuerbar.

Spot labels and paths beeinflusst die Darstellung der Rufzeichen an den auf der Karte dargestellten Funkverbindungen. Diese Einstellmöglichkeit hängt von der verwendeten Bildschirmgröße ab.

Scroll direction, *Gray display*, *Pane rotation* und *Map rotation* betreffen die Anzeige der Daten und der Karte.

Bei *Full scrn direkt* wird die Befehlszeile ausgeblendet. HamClock lässt sich dann über das Schlosssymbol unter dem Rufzeichen beenden.

Kartenfarben

Page 6 in Bild 21 definiert die für Kartenpfade und Bandanzeigen verwendeten Farben. Bei Pfaden sind auch Stile einstellbar.

Abschluss der Konfiguration

Ist die Einrichtung abgeschlossen, kann als Startbefehl

```
hamclock -k -w 20000 -t 20
```

genutzt werden. Damit überspringt man die Setup-Seiten und öffnet das Programm mit einem schwarzen Hintergrund.

Kartendarstellung

Den größten Teil des Programmfensters von HamClock nimmt die Darstellung von Karten ein. Klickt man mit der Maus auf die obere linke Ecke der Karte, öffnet sich ein Menü zur Einstellung von Optionen für den Stil, das dargestellte Raster und die Kartenprojektion.

Aufschlussreich ist z. B. die *DRAP*-Anzeige. Das Modell sagt die Absorption bei der Ausbreitung von HF-Signalen durch solare Röntgen- und Protonenflussereignisse voraus.

MUF-VCAP zeigt das VOACAP-Modell für die mittlere maximal nutzbare Frequenz zwischen dem eigenen Standort und anderen Punkten der Welt für etwa die Hälfte der Zeit eines jedes Monats. Dieses Modell ist für die mittelfristige Planung einer Funkaktivität nützlich. *MUF-RT* ist ein besserer Indikator für die aktuellen Bedingungen. Dabei werden die weltweit von Ionosonden ermittelten Daten angezeigt und alle 15 min aktualisiert.

Aurora zeigt die Wahrscheinlichkeit für Aurora-Aktivität basierend auf der gesamten ionosphärischen Energieabgabe. Diese Karte lässt sich am besten mit der Azimutalprojektion betrachten.

Die Darstellungsmöglichkeiten des Programms sind so umfangreich, dass ich jeden Nutzer nur ermutigen kann, verschiedene Einstellungen zu testen, um die für ihn geeignete auswählen zu können. Dabei kann der in Englisch verfasste *User Guide* wertvolle Hilfe leisten.

dl3as@dark.de

Literatur

- [1] Veritium Research: HFClock. <https://veritiumresearch.com/hf-clock>
- [2] Lutz Electronic: HFClock. <https://lutz-electronics.ch/stationaer/geraetebetrieb/hf-clock>
- [3] Veritium Research: Gallery. www.veritiumhfclock.com/gallery
- [4] Clear Sky Institute: HamClock. <https://www.clearskyinstitute.com/ham/HamClock>

Fobos: SDR-Empfänger für 100 kHz bis 6 GHz

ERWIN SERLÉ – PE3ES

Mit dem Fobos SDR hat der bekannte ukrainische Hersteller RigExpert einen leistungsfähigen und zukunftsorientierten Breitband-SDR-Empfänger vorgestellt. Dieser Beitrag beschreibt das Gerät und gibt einige Tipps zu dessen Verwendung mit diversen Softwareprodukten.

Eine wichtige Überlegung bei der Konzeption eines SDR (*Software-Defined Radio*) besteht darin, festzulegen, ob die rechenintensive digitale Signalverarbeitung direkt in der SDR-Hardware oder durch einen externen Computer erfolgen soll. Dabei gilt: je höher die Abtastrate und je größer der Dynamikbereich, desto höher die zu verarbeitende Datenmenge.



Bild 1: Fobos SDR mit Gehäuse

Einige Hersteller implementieren den DSP (*Digital Signal Processor*) in einen FPGA (*Field-Programmable Gate Array*), andere senden nur die Basisbandsignale oder ein Audiosignal an einen Computer. RigExpert setzt auf moderne integrierte Schaltkreise, die in der Lage sind, große Datenmengen ohne Vorverarbeitung an einen angeschlossenen PC zu übertragen, der die Berechnungen durchführt. Für einen weiten Dynamikbereich und die korrekte Darstellung der Amplitude des Eingangssignals muss die Analog-Digital-Umsetzung mit ausreichender Verarbeitungsbreite erfolgen. Bei einer großen Empfangsbandbreite stellt das hohe Anforderungen an die Abtastrate, was zusammengefasst wiederum eine hohe Datenübertragungsrate voraussetzt. So ergeben sich beispielsweise, ausgehend von 14 Bit und einer Abtastrate von 50 MBit/s für eine nutzbare Bandbreite von 25 MHz, bereits mehr als 700 MBit/s. Dies übersteigt bei weitem die Leistungsfähigkeit des Standards USB 2.0, der theoretisch maximal 480 MBit/s bewältigen kann.

Möchte man diese Daten zur weiteren Verarbeitung an ein anderes Gerät wie z.B. einen Computer weiterleiten, ist die Nutzung des USB-3.0-Standards oder eine andere Art der Übertragung erforderlich.

RigExpert

Vielen Funkamateure ist der Name dieses ukrainischen Unternehmens im Zusammenhang mit Antennenanalysatoren, aber auch anderen Produkten geläufig. Seit einiger Zeit ist aus dem Hause RigExpert nun der Fobos SDR [1] erhältlich,

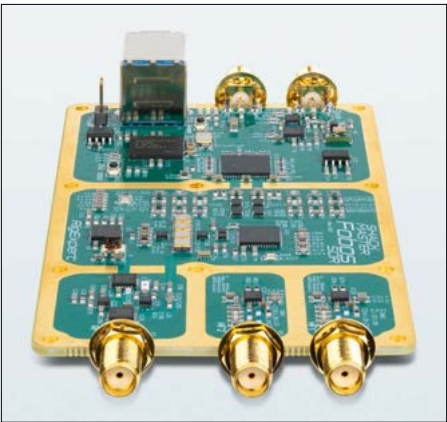


Bild 2: Die Leiterplatte des Fobos SDR ist nur 110 mm x 60 mm groß. Werkfotos

welcher sich für eine Vielzahl von Anwendungen einsetzen lässt. Hauptmerkmale sind eine Breitbandabdeckung von 100 kHz bis 6 GHz, eine Frequenzumsetzung nach dem Superhet-Prinzip, direkte Abtastkanäle für mehr Flexibilität,

Tabelle der technischen Daten nach Herstellerangaben	
Funktionsprinzip	zweikanalige Direktabtastung
Frequenzbereich	100 kHz ... 25 MHz (Direktabtastung) 25 MHz ... 6 GHz (Superhet)
IQ-Abtastrate (Bandbreite)	4 ... 50 MHz über Software ≤ 80 MHz
ADU-Auflösung	14 Bits
Frequenzstabilität	±0,5 ppm
Dynamikumfang	82 dB UHF/VHF 86 dB bei KW
Selektivität	-110 dBm kombinierte Selektivität
Spiegelfrequenzunterdrückung	52 dB (Software)
Eingangspegel	≤ +10 dBm
Spannungsversorgung	USB-Stecker, 3,8 ... 5,5 V nominal
Stromaufnahme	450 mA, im Leerlauf 670 mA, im Direktabtast-Modus 850 mA
Taktquelle	extern (wählbar innerhalb der API) oder intern
Externer Takteingang	10 MHz, hohe Impedanz
Taktausgang	10 MHz, 50 Ω, U _{ss} = 3,0 V permanent
Betriebstemperatur	0 ... +60 °C
Abmessungen	Leiterplatte: 110 mm x 60 mm Gehäuse: 130 mm x 60 x 16 mm
B x H x T	
Masse	48 g

ein hochwertiger 14-Bit-ADU, eine IQ-Abtastrate von bis zu 50 MHz für die präzise Signalaufzeichnung sowie eine USB-3.0-Schnittstelle. Da mich dieses Gerät sehr interessierte, erhielt ich auf meine diesbezügliche Anfrage bei RigExpert ein Exemplar zum ausgiebigen Test.

Beschreibung

Die nur 110 mm x 60 mm große Leiterplatte ist in einem ansprechenden blauen Kunststoffgehäuse untergebracht. Thermische Probleme, wie man sie von einigen anderen Produkten mit ähnlicher Bandbreite kennt, konnte ich bislang nicht feststellen. Auf der rechten Seite befinden sich zwei SMA-Buchsen für Eingangssignale von 100 kHz bis 25 MHz

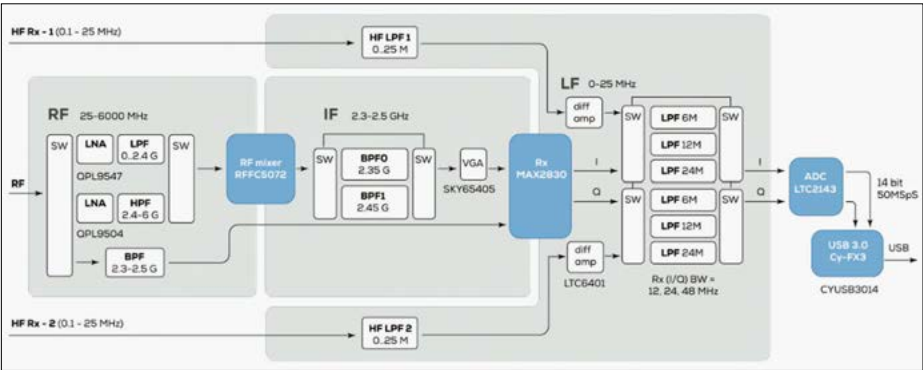


Bild 3: Blockdiagramm des Fobos SDR

Quelle: Handbuch [1]

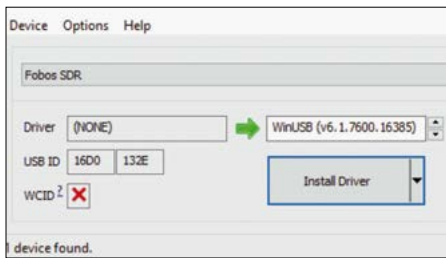


Bild 4: Treiberinstallationsdialog für den Fobos SDR in Zadig

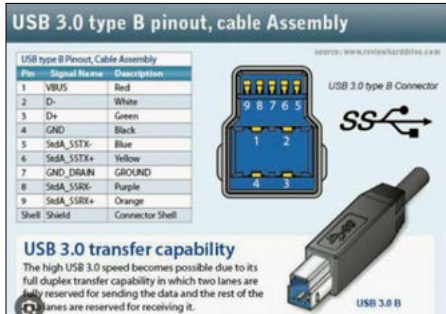


Bild 5: Kontaktbelegung eines USB-3.0-Steckers vom Typ B

(HF 1 und HF 2) sowie eine weitere für den Bereich von 25 MHz bis 6 GHz (RF). Auf der linken Seite sind der USB-3.0-Anschluss sowie je eine SMA-Buchse für die Einspeisung eines externen Taktsignals bzw. die Ausgabe des geräteeigenen 10-MHz-Taktsignals zu finden.

Die beiden Empfangszweige für den Bereich bis 25 MHz sind einfacher aufgebaut als der dritte Kanal und passieren zunächst zwei Schaltkreise vom Typ LTC6401 mit einem festen Verstärkungsfaktor von 20 dB. Im RF-Kanal folgt eine zweistufige Frequenzumsetzung und ein Mischer vom Typ Qorvo-RFFC5072, der das Eingangssignal mithilfe eines Si5351 für den Maxim MAX2830-Transceiver (2,3 ... 2,5 GHz) auf die gewünschte Frequenz bringt. Dies führt auch dazu, dass für den 2,4-GHz-Bereich keine Konvertierung erforderlich ist.

Die Signale durchlaufen dabei zwei einstellbare Verstärkerstufen, die zum einen aus einem QPL95xx LNA (je nach Frequenzbereich ein xx04 oder ein xx47) und zum anderen aus einem SKY65405 LNA (Low-Noise Amplifier), der ebenfalls aus der 2,4-GHz-WLAN-Welt stammt, bestehen. Den 6-, 12- und 24-MHz-Tiefpassfiltern der beiden Kanäle folgt der zweikanalige Analog-Digital-Umsetzer LTC2143 mit 14 Bit Verarbeitungsbreite. Den Abschluss bildet der USB-Schaltkreis Cypress FX3.

Software

Während Unternehmen wie *SDRplay* die Software für ihre Produkte selbst schreiben (*SDRuno*, *SDRConnect*), verlassen

sich andere Anbieter eher auf Anwendungen, die von Dritten entwickelt wurden. Hier sind beispielsweise die unter Windows lauffähigen Programme *HSDR*, *μ-SDR* und *SDR#* zu nennen.

Vor ihrer Nutzung ist es erforderlich, den Treiber für den Fobos SDR zu installieren. Nach dessen Anschluss an den PC erscheint im Windows-Gerätemanager unter *Andere Geräte* der mit einem gelben Warnsymbol versehene Eintrag *Fobos SDR*. Mithilfe von *Zadig* [2], das mit Administratorrechten ausgeführt werden muss, lässt sich der richtige USB-Treiber zuweisen. Hierzu ist *WinUSB (v6.xxxxx)* auszuwählen, Bild 4. War der Vorgang erfolgreich, ist der Fobos SDR nun am Ende der Liste der *Universal Serial Bus Devices* zu finden. Hinsichtlich der hohen Datenübertragungsrate zum PC ist es erforderlich, ein für USB 3.0 geeignetes Kabel zu verwenden, Bild 5.

Die Art und Weise, wie Windows seine USB-Anschlüsse selbst verwaltet, kann unter Umständen zu einem Problem werden. Daher sollte sichergestellt sein, dass



Bild 6: Einstellungen zum Energiemanagement der USB-Schnittstelle

der USB-Anschluss durch das Powermanagement nicht ausgeschaltet werden kann. Die Option *Selektives Suspendieren* ist somit zu deaktivieren, Bild 6.

Softwareinstallation

Das bislang vermutlich eher unbekannte Programm *μ-SDR* wurde von einem der

RigExpert-Entwickler geschrieben. Seit der Version 0.1.7.0 ist es mit der Hardware des Fobos SDR kompatibel und kann aus dem *sourceforge.net*-Repository [3] bezogen werden. Ein Link dorthin findet sich auch auf der Website von RigExpert.

Sobald der Fobos SDR vom Programm erkannt wird, beginnt die Datenübertragung. Derzeit sind die Einstellmöglichkeiten für VNA und VGA-Gain nur im RF-Bereich aktiv, nicht jedoch im HF-Bereich. Für den schnellen Einstieg in *μ-SDR* sind die in Bild 7 auf der rechten Seite sichtbaren Menüs für *Display*, *Passband*, *Demodulator* und *Audio* besonders wichtig.

Nach etwas Eingewöhnung kam ich zu der Erkenntnis, dass es sich um ein übersichtliches und leistungsfähiges Programm handelt. So ermöglicht es nicht nur Funkamateuren oder KW-Hörern, nach Signalen zu suchen, sondern es ist zudem auch für spezialisierte SIGINT- (*Signal Intelligence*) und COMINT-Anwendungen (*Communication Intelligence*) im gesamten Spektrum von 0,1 MHz bis 6 GHz nutzbar.

HSDR

HSDR ist eine Software, welche die *ExtIO*-Lösung verwendet und die ebenfalls auf der Website von RigExpert zum Download bereitsteht, Bild 8. Mittels der Taste F8 gelangt man in das Einstellungsfenster. Wie auch bei *μ-SDR* bewirkt eine Veränderung der Gain-Regler im HF-Bereich nichts. Weitere Besonderheiten im Vergleich zur Bedienung anderer Hardware konnte ich nicht feststellen.

SDR#

SDR# liegt bereits in der Version 1921 vor, doch hier soll es um die frühere Variante 1716 gehen. Von RigExpert erhielt ich dazu folgende Aussage: „... SDR# 1716 hat ein praktisches SDK für die Plugin-Entwicklung. Neuere Versionen

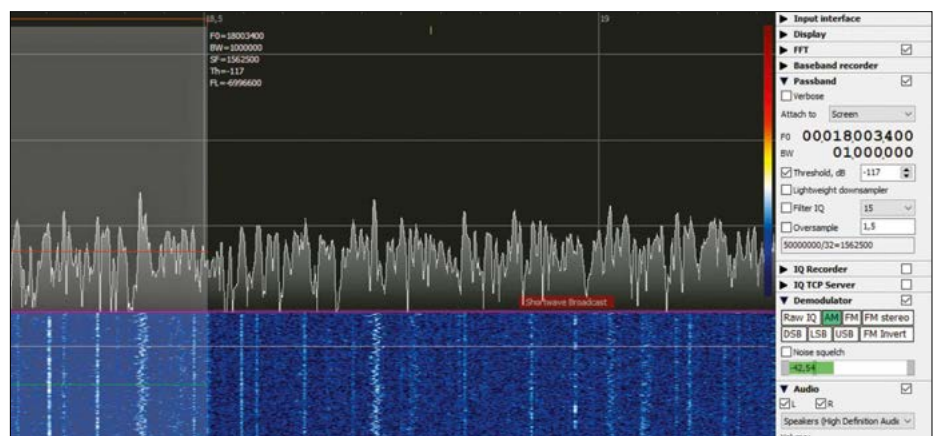


Bild 7: Wasserfall und Spektrogramm mit Steuerungsmenüfeldern in *μ-SDR*

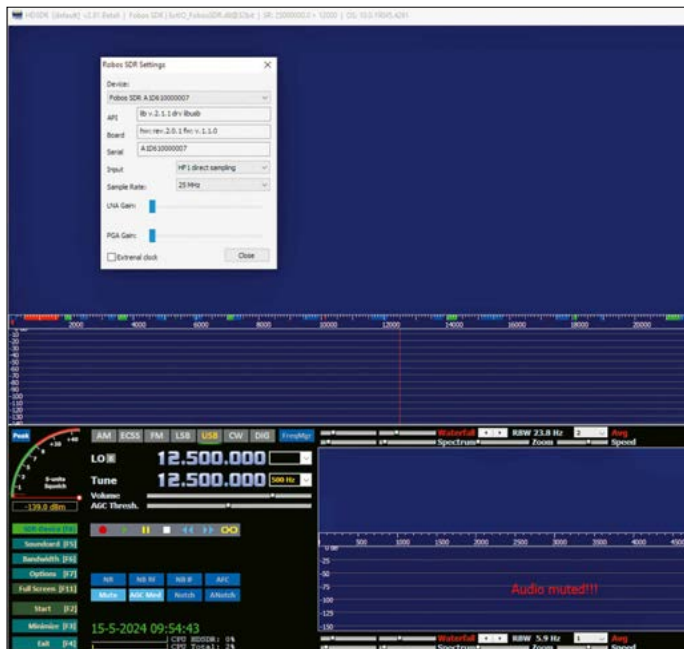


Bild 8: Ausschnitt der Bildschirmanzeige von HSDR

von SDR# sind sehr ressourcenintensiv und nicht so stabil. Außerdem ist die neue Programmierschnittstelle extrem kompliziert ...“ Nach meiner bisherigen Erfahrung funktioniert diese Version der Software mit dem Fobos SDR sehr gut, Bild 9.

Die vorgenannten Programme lassen sich auch unter Linux nutzen, zum Beispiel beim Einsatz des Programms *Wine*. RigExpert hat jedoch auch daran gedacht, in Form eines sogenannten *Out of tree RF source block* für *GNU Radio Companion GRC* [4] die Nutzung unter Linux zu ermöglichen.

Hierbei handelt es sich um eine Art Software-Baukasten mit HF-Quellen, Filtern, Mischern, Modulatoren und Demodulatoren, Arithmetikblöcken, DSP-Blöcken, Ausgängen u. v. m., Bilder 10 und 11. Jedoch steht damit noch keine unmittelbar nutzbare Lösung bereit. Insbesondere wenn man mit GRC noch nicht vertraut ist, muss man mit einer längeren Lernphase rechnen. Sobald diese Hürde genommen ist, bietet sich mit GRC allerdings eine reichhaltige Plattform für eigene Experimente. Hierzu empfehle ich neben dem Studium der über das Github-Repository erhältlichen Einführung auch das entsprechende Wiki [5].

Für einen ersten Versuch setzte ich mithilfe der kostenlosen *Oracle Virtual Box* ein virtuelles, auf der aktuellen *Ubuntu*-Distribution basierendes Linux-System auf meinem Windows-PC auf. Sofern man die einfache Anleitung zur Installation des *OOT Source Blocks* von Fobos befolgt, verfügt man relativ schnell über eine funktionierende Lösung.

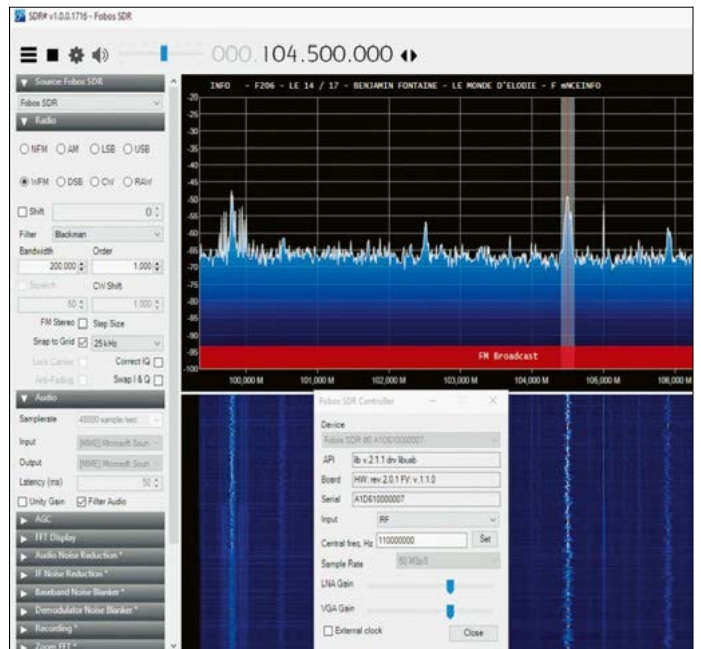


Bild 9: Ausschnitt der Bildschirmanzeige von SDR#

Für erfahrene Programmierer ist eine in C geschriebene Open-Source-API-Bibliothek (*Advanced Programmes Interface*) mit Beispielen verfügbar. Hiermit lassen sich in eigenen Programmen Aufrufe zu den Funktionen dieser Bibliothek integrieren und so eine maßgeschneiderte Lösung schreiben. Entwickler von bereits bestehender SDR-Software können diese ebenfalls schnell nutzen, um den Fobos SDR in ihre Softwarepakete zu integrieren.

■ Neue Hardware, neue Software

Noch während ich den vorliegenden Beitrag verfasste, führte das RigExpert-Team Mitte Juni 2024 eine weitere neue Funktion ein. Eine Implementierung für *SoapySDR* steht nun auf Github zur Verfügung. *SoapySDR* bildet zusammen mit der SDR-Entwicklungsumgebung *PothosSDR*

eine hard- und softwareunabhängige SDR-Plattform.

Diverse interessante Anwendungen wie *SDR++*, *Quisk* oder *CubicSDR* können Soapy-Treiber verwenden und somit eine Vielzahl unterschiedlicher Hardware ansteuern. Auch für GRC ist ein Soapy-Quellblock verfügbar. Damit eröffnet sich für das oben erwähnte Paket eine weitere Nutzungsmöglichkeit. Unter Linux ist es recht einfach, diesen Soapy-Treiber zu bauen.

Die auf Github veröffentlichte Anleitung für einen Windows-Build ist meiner Meinung nach nur für erfahrene Benutzer geeignet. Außerdem erfordert sie die Installation zusätzlicher Software wie *Git bash*, *Pothos Flow*, *Cmake GUI* und *Microsoft Visual Studio*.

Das interne 10-MHz-Taktsignal des Fobos SDR lässt sich an der mit *Clock Out*

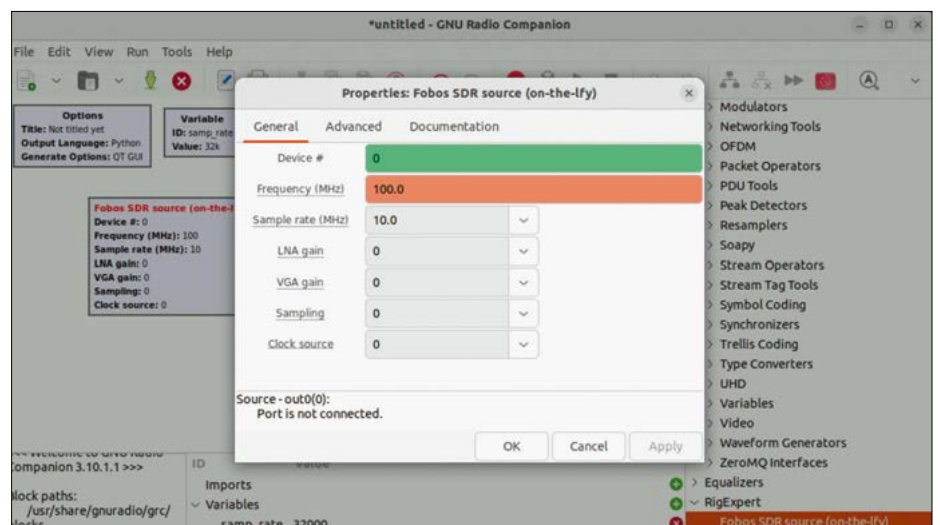


Bild 10: Einstellungs Menü für den Fobos SDR in GNU-Radio

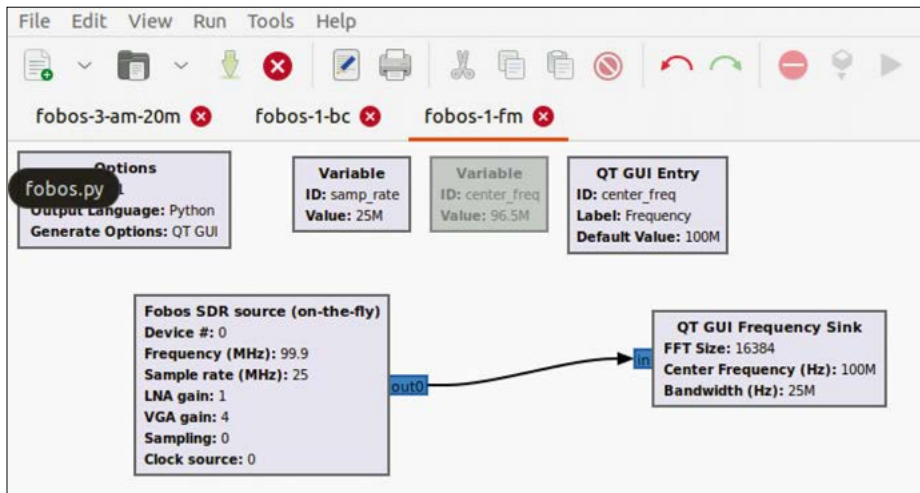


Bild 11: Virtuelle Verdrahtung der Funktionsblöcke in GNU-Radio Screenshots: PE3ES

bezeichneten SMA-Buchse abnehmen, was u. a. zur Synchronisierung mit anderen Geräten nützlich sein kann. Umgekehrt lässt sich über den Eingang *Clock* ein Taktsignal mit höherer Präzision ein koppeln. Die Abweichung der intern eingestellten Frequenz ist mit deutlich unter 1 ppm jedoch sehr gering, was für die meisten Anwendungen ausreichend sein dürfte. So ist beispielsweise für die Messung der im Millihertz-Bereich liegenden Dopplerverschiebung die kurzfristige Stabilität (geringe Drift) viel wichtiger als der absolute Wert.

Die Decodierung von FST4W-Aussendungen ermöglicht es, dies mitzulesen. Hiermit habe ich mich bislang jedoch noch nicht eingehender beschäftigt, denn dazu wäre es hilfreich, wenn der Fobos SDR direkt im Multiband-Modus arbeiten könnte. Dies würde auch die Chancen, FST4W-Signale aus dem Spektrum herauszufiltern, deutlich erhöhen. Allerdings gibt es, im Gegensatz zu WSPR, nur sehr wenige aktive FST4W-Baken.

■ Bedien- und Anzeigenelemente

Sofern erforderlich, lässt sich der Fobos SDR mittels eines auf der Leiterplatte befindlichen Miniaturtasters auch ohne Unterbrechung der Stromversorgung zurücksetzen bzw. ein USB-Reset durchführen. Die ebenfalls auf der Leiterplatte angeordnete 5-V-Steckbrücke kann bei Bedarf auch für den Anschluss eines externen Ein-/Aus-Schalters verwendet werden. Sieben, leider nur bei geöffnetem Gehäuse sichtbare LEDs geben Auskunft über den gewählten Kanal und die jeweiligen Betriebszustände.

■ Ausblicke

Es steht zu erwarten, dass das Softwareangebot für den Fobos SDR umfangreicher wird und sich somit noch mehr Nut-

zungsmöglichkeiten dieser leistungsfähigen Hardware ergeben. So hat RigExpert kurzerhand das Softwareangebot um eine sehr schnelle Scan-Funktion erweitert. Meine eigenen Versuche ergaben, dass der Fobos-SDR mithilfe von *KA9Q-Radio* und *wsprdaemon* auch für den KW-Multibandbetrieb eingesetzt werden kann. Außerdem fand ich heraus, dass durch Einstellung einer Taktfrequenz (*Sample Rate*) von bis zu 80 000 000 (entsprechend 40 MHz) nun auch das 10-m-Band abgedeckt wird.

Parallel dazu finden auch aktuelle Entwicklungen in Richtung einer neuen Generation der derzeit verwendeten integrierten Schaltkreise statt. So wurde beispielsweise jüngst der *Cypress FX10* angekündigt, welcher eine Datenübertragungsrate von 10 GBit/s über USB ermöglichen soll.

■ Schlussfolgerungen

Basierend auf einem zukunftsorientierten Design und solide produziert, ist der Fobos SDR ein Gerät, das man im Blick behalten sollte. Es kann sich mit den vielen anderen derzeit angebotenen Empfängern messen. Trotz der aktuell sehr schwierigen Situation im Ursprungsland sind die Softwareentwickler von RigExpert bemüht, die Geräte zu liefern und die verfügbare Software ständig zu erweitern.

pe3es@veron.nl

Literatur und Bezugsquellen

- [1] RigExpert: Fobos SDR. <https://rigexpert.com/products/software-defined-radio-sdr/fobos-sdr>
- [2] Batard, P.: Zadig. <https://zadig.akeo.ie>
- [3] Taler, V.: μ -SDR. <https://sourceforge.net/projects/u-sdr>
- [4] RigExpert: Sourceblock for GNURadio. <https://github.com/rigexpert/gr-rigexpert>
- [5] Wiki: GNURadio. https://wiki.gnuradio.org/index.php/Guided_Tutorial_Hardware_Considerations
- [6] Serlé, E., PE3ES: Breitbandverstärker nach DC2PD mit dem Arduino gesteuert. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 6, S. 545

WIR SUCHEN

FUNKTECHNIKER (m/w/d)

in Vollzeit, unbefristet zur Verstärkung der Pfalzwerke Netz AG in Mutterstadt

Vielseitige Aufgaben, die herausfordern

- Konzeption, Planung und Projektierung, Betrieb und Störungsbearbeitung funktechnischer Einrichtungen (Sender, Antennenanlagen usw.)
- Absprache mit Lieferanten über technische Lösungen und Angebote zu allen Komponenten, Subsystemen und Softwareapplikationen
- Beantragung und Absprache mit der Bundesnetzagentur über neue und bestehende Frequenzgenehmigungen und Standortbescheinigungen
- Bauüberwachung, Abnahmen, Inbetriebnahme und Durchführen von Funktionstests für verschiedene Bereiche
- Parametrierung und Überwachung des gesamten Funknetzes in der Funkleitstelle
- Erstellung von Bedienungsanleitungen zur Sicherstellung der Systemverfügbarkeit sowie der Systemsicherheit

Unsere Anforderungen

- Abgeschlossene technische Ausbildung und Weiterbildung z.B. Meister*in oder Techniker*in (Fachrichtung Kommunikationstechnik / Informationstechnik oder ähnliches) oder elektrotechnische Ausbildung mit einschlägiger Berufserfahrung im Bereich Funk-/Kommunikationstechnik
- Vertiefte Kenntnisse Bereich Hochfrequenzmesstechnik, Antennentechnik, Erdung von Antennenanlagen (Blitzschutz)
- Fähigkeit Antennenmasten zu besteigen
- gültige Fahrerlaubnis für PKW

Mitarbeiter Vorteile

- Weiterbildung & Entwicklung – weil Sie bei uns richtig durchstarten können
- Betriebliche Altersvorsorge – weil Sie gut umsorgt sein sollen
- Zusammenarbeit auf Augenhöhe – weil wir alle von einander lernen
- Und viele weitere Vorteile – weil wir noch so viel mehr zu bieten haben

Möchten Sie uns bei dieser anspruchsvollen Aufgabe in einem herausfordernden Umfeld unterstützen? Dann bewerben Sie sich noch heute auf karriere.pfalzwerke.de!

Ihre Ansprechpartnerin für Bewerbungen erreichen Sie unter:



PFALZWERKE Netz AG
Frau Anita Lizinski
Wredestraße 35
67059 Ludwigshafen a. R.
hr@pfalzwerke.de



Messung kleiner Induktivitätswerte mit einem Netzwerkanalysator

CLEMENS VERSTAPPEN – DL3ETW

Beim Eigenbau oder bei der Reparatur von Sendern und Empfängern für das 2-m- oder 70-cm-Band hat man es mit Spulen zu tun, deren Induktivitätswerte im Nanohenry-Bereich liegen. Entsprechende Luftspulen haben dort nur wenige Windungen und die üblichen Induktivitätsmessgeräte liefern hier keine brauchbaren Ergebnisse mehr. Wer allerdings einen vektoriellen Netzwerkanalysator wie z. B. den NanoVNA besitzt, kann die Induktivität einer solchen Spule sogar bei der Betriebsfrequenz hinreichend genau messen, wie im Folgenden gezeigt.

Übliche RLC-Messgeräte arbeiten mit einer vergleichsweise niedrigen Frequenz von wenigen Hundert Kilohertz. Bei der Messung von Spulen im Nanohenry-Bereich stößt man dann schnell an Grenzen, weil der Blindwiderstand einer solchen Spule nur noch im Milliohm-Bereich liegt und sich ein entsprechend hoher Messfehler ergibt. Oft gibt es aus diesem Grund noch nicht einmal einen Messbereich kleiner 100 nH beim betreffenden Gerät. Hinzu kommt, dass sich der Messfehler

parasitärer Effekte, die bei kleinen Induktivitätswerten die Messung erschweren und das Ergebnis ungenau machen. So erzeugen z. B. auch noch so kurz angelötete Enden einer Messleitung eine zusätzliche Streuinduktivität.

■ Grundlegendes zur Messung mit dem NanoVNA

Stand der Technik bei der Impedanzmessung ist mittlerweile die Darstellung des Ergebnisses im Smith-Diagramm auf ei-

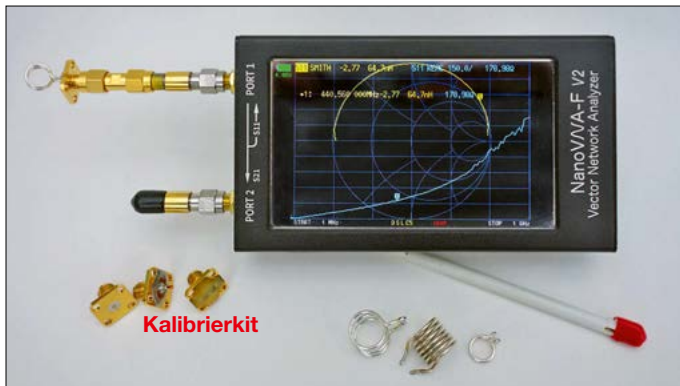


Bild 1: Vektorieller Netzwerkanalysator NanoVNA-F V2 mit angeschlossenerem Messobjekt und Messwertanzeige im Smith-Diagramm auf dem Grafikdisplay; im Vordergrund links ist das Kalibrierkit zu sehen.

wegen der unvermeidlichen Anschlussdrähte und -leitungen kaum eliminieren lässt.

Vektorielle Netzwerkanalysatoren (VNA) haben in den vergangenen Jahren auch Einzug in den Hobbybereich gehalten. Ein Beispiel dafür ist der von mir genutzte NanoVNA, erhältlich z. B. bei [1]. Dieses Gerät bietet eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten bis in den Gigahertz-Bereich. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich zwar darauf, sind aber grundsätzlich auf andere vektorielle Netzwerkanalysatoren übertragbar.

Neben den Standardfunktionen wie der Messung der Reflexions- und Einfügedämpfung bieten VNAs auch die Möglichkeit, Werte von Bauteilen wie Widerständen, Kondensatoren und Spulen zu ermitteln [2], [3]. Jedoch steigt mit zunehmender Frequenz auch der Einfluss

des Anschlussdrähtes, Bild 1. Mithilfe eines Markers werden bei einer gewählten Frequenz der Wirkwiderstand (engl. *resistance*) und der Blindwiderstand (engl. *reactance*) angezeigt. Aus dem Blindwiderstand bei gegebener Frequenz kann die Software eines modernen Netzwerkanalysators den Induktivitätswert berechnen und auf dem Display anzeigen. Auch der NanoVNA verfügt über diese Funktion.

Der durch die Anschlussdrähte verursachte Messfehler lässt sich verringern, indem die zu messende Spule direkt auf einen Steckverbinder aufgelötet wird. Schon hierbei sollten die Anschlussdrähte soweit gekürzt werden, wie es die Anwendung erfordert. Bevor es jedoch ans Messen geht, sind noch einige Zusammenhänge zu klären, die man später stets im Blick haben sollte.

■ Exkurs in die Theorie

Den Einfluss der 50-Ω-Messleitung oder eines entsprechenden Adapters zwischen der Spule und dem Eingang des Netzwerkanalysators erläutere ich anhand des Smith-Diagramms. Hierzu ein kurzer Abstecher in die Theorie des Reflexionsfaktors und der sogenannten Kalibrierebene.

Smith-Diagramm

Das Smith-Diagramm ist üblicherweise auf 50 Ω normiert. Alle Wirk- und Blindwiderstände wurden zu diesem Zweck durch den Wert des Wellenwiderstands $Z_L = 50 \Omega$ dividiert. Das Ergebnis sind dimensionslose Zahlen. Ein reiner 50-Ω-Abschlusswiderstand erscheint im Smith-Diagramm im Zentrum mit 1, Bild 2. Ein Kurzschluss taucht ganz links bei 0 auf und ein Leerlauf ganz rechts bei ∞ . Alle reinen Wirkwiderstände erscheinen auf der horizontalen Achse, alle reinen Blindwiderstände, wie z. B. die von idealen Kondensatoren und idealen Spulen, auf dem äußeren Kreisbogen. Dabei bewegen sich die Spulenwerte frequenzabhängig auf dem oberen Kreisbogen und die Kondensatorwerte auf dem unteren. Erst eine Kombination von L und C mit einem Wirkwiderstand R erzeugt einen Punkt in der dazwischenliegenden Kreisfläche. Für die Induktivitätsmessung reduziert sich der im vorliegenden Fall interessante Bereich auf die obere Kreishälfte.

Der Vollständigkeit halber muss hier angemerkt werden, dass dies nur am Ort der Kalibrierung gilt. Jedes Stück Leitung – Wellenwiderstand 50 Ω vorausgesetzt – erzeugt eine Drehung auf dem äußeren Kreisbogen und ergibt somit einen Messfehler.

Dies führt nun zum Reflexionsfaktor, bei dem für diese Anwendung des NanoVNA

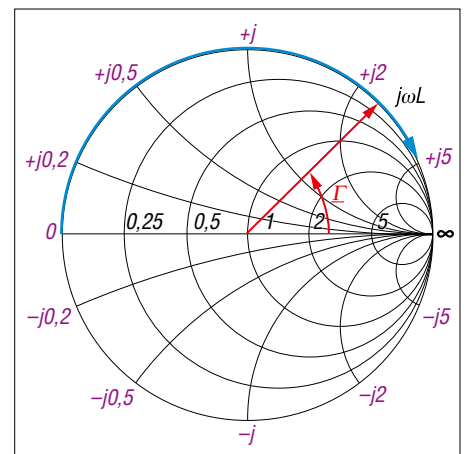


Bild 2: Normiertes Smith-Diagramm; die Ortskurve einer idealen Spule bei zunehmender Frequenz ist blau eingezeichnet, rot markiert ist der Reflexionsfaktor nach Betrag und Phase.

der Phasenwinkel von Bedeutung ist und weniger der Betrag.

Reflexionsfaktor

Der komplexe Reflexionsfaktor Γ ist ein Vektor nach Betrag und Phase mit dem Ursprung im Zentrum des Smith-Diagramms. Der Betrag kann nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Hierbei bedeuten 0 optimale Anpassung und 1 Totalreflexion. Eine ideale Spule erzeugt Totalreflexion. Mithilfe folgender Gleichung lässt sich aus dem Blindwiderstand X_L der Reflexionsfaktor Γ berechnen:

$$\Gamma = \frac{Z_x - Z_L}{Z_x + Z_L} \quad (1)$$

Dabei ist Γ der Reflexionsfaktor nach Betrag und Phase φ . Für die Impedanz gilt $Z_x = R + j X_L = R + j\omega L$ und Z_L ist der Wellenwiderstand, im vorliegenden Fall beträgt dieser 50 Ω .

Mittels etwas komplexer Berechnung liefert diese Gleichung den Phasenwinkel φ , wie er in Bild 2 in rot eingezeichnet ist. Die Beispielrechnung für eine Spule mit 53 nH bei 435 MHz ist in der Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de zu finden.

Der NanoVNA berechnet für 101 Frequenzen die Werte des Reflexionsfaktors. Diese ergeben dann eine Ortskurve, wie sie in Bild 2 blau eingezeichnet und charakteristisch für den Abschluss mit einer idealen Spule ist. Mit zunehmender Frequenz entsteht ein Kreisbogen im Uhrzeigersinn. Bei sehr kleinen Induktivitätswerten ist der Blindwiderstand X_L ebenfalls äußerst gering. Die Spule bildet praktisch einen Kurzschluss, daher beginnt die Ortskurve ganz links im Smith-Diagramm. Mit zunehmender Frequenz erreicht der Blindwiderstand X_L den Wert 50 Ω und den obersten Punkt, der mit +j gekennzeichnet ist. Im weiteren Verlauf erhöht sich der Blindwiderstand X_L und bewegt sich in Richtung des hochohmigen Teils des Smith-Diagramms. Nun zurück zum Einfluss einer 50- Ω -Messleitung zwischen der Spule und dem NanoVNA: Nimmt man diese Leitung zunächst als verlustfrei an, erzeugt diese nur eine zusätzliche Laufzeit zum Messobjekt und ein weiteres Mal auf dem Rückweg zum NanoVNA. Dies hat zur Folge, dass sich die gesamte Ortskurve im Uhrzeigersinn um den Mittelpunkt des Smith-Diagramms herumdreht und zusätzlich streckt. Die Laufzeit ist abhängig von der mechanischen Länge der Leitung und dem Verkürzungsfaktor VK [4], siehe Gleichung (2). Die Änderung der Phase des Reflexionsfaktors ist frequenzabhängig und berechnet sich nach Gleichung (3):

$$\tau = \frac{l_{\text{mech}}}{VK \cdot c} \quad (2)$$

$$\varphi = -720^\circ \cdot f \cdot \tau \quad (3)$$

Dabei ist c die Lichtgeschwindigkeit mit $2,99 \cdot 10^8$ m/s, τ die Laufzeit und φ der Phasenwinkel des Reflexionsfaktors Γ in Grad. Der Wert $720^\circ = 2 \cdot 360^\circ$ ergibt sich daraus, dass die Welle die mit Gleichung (2) beschriebene Anordnung bei einer Reflexionsmessung zweimal durchläuft.

In der Anwendung als Induktivitätsmessgerät ist der durch eine Leitung zwischen dem Netzwerkanalysator und der Spule entstehende Teil des Messfehlers sicherlich am größten und muss daher kompensiert werden. Die vom NanoVNA angezeigten Induktivitätswerte sind sonst fehlerhaft. Zur Orientierung: Bereits ein Adapter mit einem Dielektrikum aus PTFE und einer Leitungslänge von 10 mm lässt den Refle-

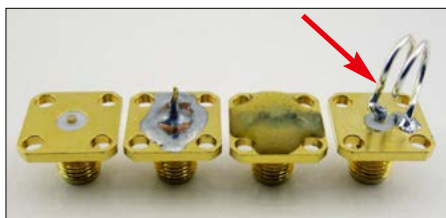


Bild 3: Eigenbau-Kalibrierkit, bestehend aus OPEN, SHORT und MATCH, daneben ein Messobjekt (Pfeil)

xionsfaktor sich bei 435 MHz um $-15,1^\circ$ drehen. Das negative Vorzeichen bedeutet in diesem Zusammenhang eine Drehrichtung im Uhrzeigersinn. Eine Berechnung hierfür ist ebenfalls in der bereits erwähnten Ergänzung zum Beitrag zu finden. Hieraus wird ersichtlich, wie wichtig die korrekte Kalibrierung und somit auch die Bezugsebene bei der Messung sind.

Kalibrierebene

Bei den nachstehenden Abkürzungen des Steckverbinders ergänze ich jeweils die Bauform bzw. das „Geschlecht“ in Klammern. Einen männlichen Steckverbinder kennzeichne ich z. B. mit SMA(m), einen weiblichen mit SMA(f). Die in Großbuchstaben geschriebenen englischen Ausdrücke OPEN, SHORT und MATCH (oft auch LOAD genannt) bezeichnen die jeweiligen physischen Kalibrieradapter. In obiger Reihenfolge sind dies ein offener Abschluss, ein Kurzschluss und ein 50- Ω -Abschlusswiderstand.

Bei der Kalibrierung werden dem NanoVNA die drei Standards OPEN, SHORT und MATCH zur Messung als Referenz angeboten. Bis zu dieser Stelle werden nicht nur die Verluste zwischen dem NanoVNA und der Kalibrierebene herausgerechnet, sondern auch die Bezugsebene festgelegt.

Die Phase des Reflexionsfaktors wird an diesem Ort auf 0° (OPEN) oder 180° (SHORT) gesetzt. Der SMA(m)-Kalibrierstandard SHORT des zum Gerät mitgelieferten Sets schließt den gegenüberliegenden Steckverbinder am Ende des Dielektrikums kurz. Exakt an dieser Stelle gilt der ermittelte Reflexionsfaktor. Ab dieser Stelle erfolgt auch die Messung der Leitungslänge.

Je nach Hersteller des Netzwerkanalysators kann die Funktion, um diese Bezugsebene zu verschieben, unterschiedlich benannt sein. Bezeichnungen wie Port Extension, De-Embedding, Offsets usw. werden in diesem Zusammenhang oft verwendet. Auch der NanoVNA besitzt über eine solche Funktion in Form eines Delays. Befindet sich vor der Spule noch ein Adapter oder eine Anschlussleitung, kann man sie hiermit kompensieren.

Verschiebung der Bezugsebene

Eine schnelle Möglichkeit zur Korrektur nach erfolgter Kalibrierung bietet die Funktion Electrical Delay im Config-Menu des NanoVNA. Hierbei wird dem Analysator die Laufzeit bis zur Messebene in Pico- oder Nanosekunden mitgeteilt. Dies kann man durch einen iterativen Prozess anhand des Smith-Diagramms realisieren. Mit einer Pinzette oder dergleichen wird ein Kurzschluss an der Spule erzeugt. Das Electrical Delay wird nun so lange geändert, bis im Smith-Diagramm im Kurzschlusspunkt nur ein Punkt erscheint. Diese Methode ist jedoch vergleichsweise ungenau und schwierig reproduzierbar.

Messung an der Kalibrierebene

Eine elegantere Methode besteht darin, genau an der Stelle zu messen, an der auch kalibriert wird. Die mitgelieferten Kalibrierstandards haben jedoch einen SMA(m)-Steckverbinder, der die Verwendung eines lötbaren Einbausteckverbinders mit SMA(m) erfordert. Ein Lötanschluss ist bei diesen jedoch unüblich.

Der Einbau-SMA(f)-Steckverbinder, wie in Bild 7 gezeigt, eignet sich dazu, an seiner planen Seite die Spule zur Messung anzulöten.

Verwendet man drei zusätzliche Steckverbinder gleichen Typs, können hiermit im Eigenbau die drei Standards OPEN, SHORT und MATCH hergestellt werden. Wenn dem NanoVNA bis dahin keinerlei Daten zu dem Eigenbau-Kalibrierkit mitgeteilt werden, liegt die Kalibrierebene genau an der Stelle, an der der Kurzschluss und der Abschlusswiderstand auf dem Steckverbinder angelötet sind. Da sich alle

Steckverbinder gleichen, befindet sich die zu messende Spule somit exakt auf der Kalibrierebene.

Anfertigung des Kalibrierkits

Wichtig ist die Verwendung von vier identischen, hochwertigen Steckverbindern. In Bild 3 sind das Kalibrierkit und der Steckverbinder für die Spule nebeneinander abgebildet, ebenso die zu messende Luftspule aus versilbertem Kupferdraht. Das nachstehend beschriebene Kalibrierkit ist für einen Frequenzbereich bis 1 GHz geeignet. Sein Aufbau geht im Wesentlichen aus den Bildern hervor. Ich habe dieses Set an unterschiedlichen Netzwerkanalysatoren erfolgreich ausprobiert.

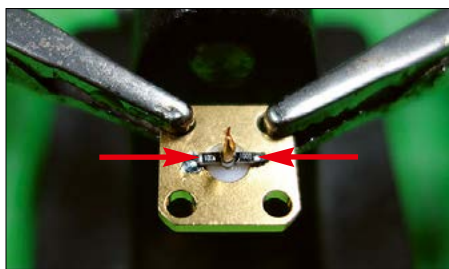


Bild 4: Zwei parallelgeschaltete 100-Ω-SMD-Widerstände an der SMA-Buchse bilden das MATCH-Element.

OPEN-Element

Den Innenleiter habe ich mittels Seitenschneider gekürzt und anschließend mit einer Feile plan gefeilt. Ein Streifen Kleband verhindert Kratzer an der Oberfläche.

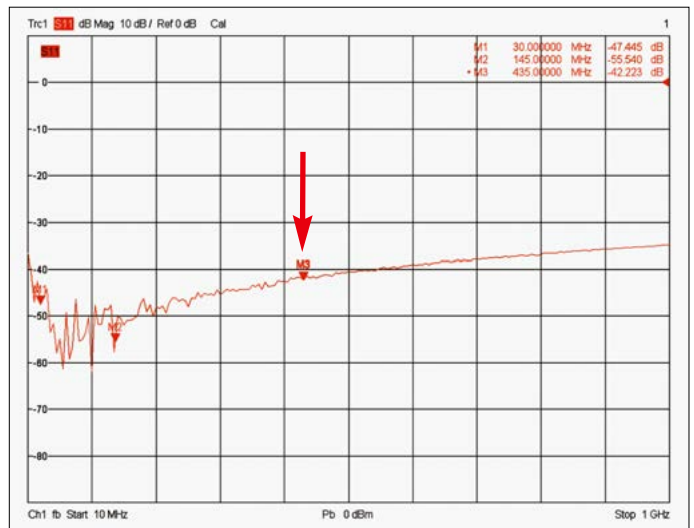
SHORT-Element

Ein kleines, rundes Stück Kupferblech ist hierfür erforderlich. In die Mitte habe ich ein Loch mit 1,3 mm Durchmesser gebohrt und dies über den Innenleiter gestülpt. Eine Lötverbindung rings um das Kupferblech herum sorgt für den induktivitätsarmen Kurzschluss zur Masse.

MATCH-Element

Der 50-Ω-Abschluss ist am aufwendigsten herzustellen. Zwei parallelgeschaltete 100-Ω-Widerstände mit 1 % Toleranz im SMD-Format 0805 bieten sich hier an. Aus einem Vorrat von 20 Stück habe ich mit einem Multimeter zwei Widerstände selektiert, die dem Wert 100,0 Ω am nächsten kamen. Die Baugröße 0805 überbrückt das Dielektrikum ziemlich genau, siehe Bild 4. Tipp für das Löten: Die beiden Widerstände sind gleichzeitig mit je einer Pinzette auf die gewünschte Position zu setzen. Die Pinzetten werden anschließend mit einem Gummiband unter Spannung gehalten, dann kann der Lötvorgang erfolgen. Den Steckverbinder

Bild 5: Gemessene Reflexionsdämpfung des selbst gebauten Kalibrierelements MATCH im Frequenzbereich von 10 MHz bis 1 GHz; bei 435 MHz liegt dieser Wert bei 42 dB (entspricht $s = 1,02$).



nicht zu früh aufschrauben! Es besteht dann die Gefahr, dass sich der Mittelpin mitdreht und unter Umständen die Lötverbindung an den Widerständen oder diese selbst zerstört. Nachdem die Lötstelle abgekühlt ist, empfehle ich eine kurze Prüfung des Widerstandswertes mittels Multimeter.

Im Anschluss sind die beiden Widerstände mit Zweikomponentenklebstoff zu versehen. Erst wenn dieser vollständig ausgehärtet ist, darf der Kalibrierstandard erstmals aufgeschraubt werden.

Qualitätsprüfung

Mithilfe eines kommerziellen Netzwerkanalysators ZVA24 von Rohde & Schwarz habe ich mich von der Qualität des selbst gebauten MATCH-Elements überzeugt. Nach 30-minütiger Aufwärmphase und sorgfältiger Kalibrierung des Analysators ermittelte ich die Reflexionsdämpfung im Bereich von 10 MHz bis 1 GHz. In Bild 5 ist das Ergebnis zu sehen.

Mein Anspruch war es, mit dem NanoVNA eine Reflexionsdämpfung $a_r = 20$ dB zuverlässig messen zu können. Das selbst gebaute MATCH-Kalibrierelement sollte daher bei der höchsten Frequenz deutlich

darüber liegen. Im 2-m- und im 70-cm-Amateurfunkband habe ich Werte über 40 dB erreicht und bei 1 GHz noch mehr als 30 dB.

Messbeispiel

Vor Beginn der Induktivitätsmessung waren einige Einstellungen am NanoVNA vorzunehmen. Von 1 MHz bis 1 GHz konfigurierte ich zwei Ausgabekanäle (engl. traces), einen als Smith-Diagramm mit

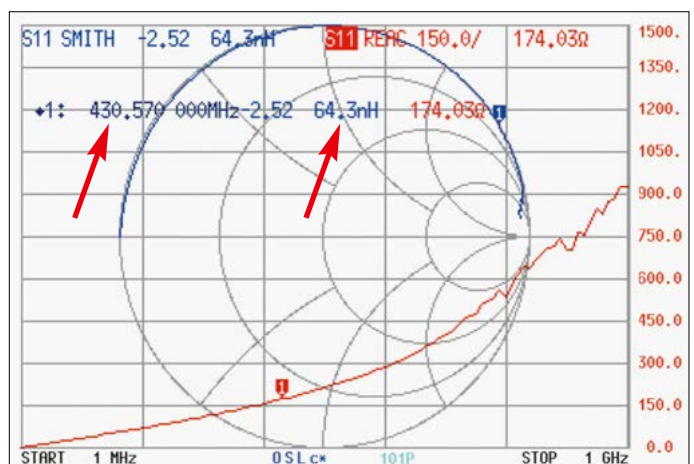
Bild 7: 53-nH-Luftspule, fertig verlötet und bereit zur Messung am NanoVNA



Tabelle 1: Ergebnisse der Online-Berechnung zur 53-nH-Luftspule

Spulendurchmesser d [mm]	7,5
Windungszahl N	3
Drahtdurchmesser d_d [mm]	1
Windungsabstand a [mm]	1
Spulenlänge h [mm]	6
Drahtlänge [m]	0,07
Induktivität L [μH]	0,053
Eigenkapazität C [pF]	0,352
Eigenresonanzfrequenz [MHz]	1165,229

Bild 6: Ergebnis der Impedanz- bzw. Induktivitätsmessung der Luftspule mit Hilfe des NanoVNA im Frequenzbereich von 1 MHz bis 1 GHz



dem Format *SMITH R+jX* und einen im Format *REACTANCE*. Für diese Darstellung des Blindwiderstands war eine Einteilung von 150 Ω pro Teilstrich sinnvoll. Einen Marker habe ich auf die Frequenz von 430 MHz gelegt. Dieser zeigte im betreffenden Ausgabefeld den Wirkwiderstand, die Induktivität und den Blindwiderstand an. In diesem Fall nicht vergessen, den *CHANNEL S11* als *REFL* anzuwählen! Mit den Eigenbau-Standards konnte nun kalibriert werden.

Luftspule

Ich habe für das Messbeispiel eine Spule mit 53 nH gewählt, da dieser oder ähnliche Werte in HF-Schaltungen für das 70-cm-Band oft vorkommen. Auf Basis der Ergebnisse, die ich mit dem Online-Rechner von Bernhard Wagner, DF7SX, ermittelt hatte [5], stellte ich eine einlagige Luftspule aus versilbertem Kupferdraht her. Die dazugehörigen Daten finden sich in Tabelle 1. Auf einen 6,5-mm-Bohrer habe ich den Draht aufgewickelt und anschließend die Wicklung so weit auseinandergezogen, bis der Abstand zwischen den Windungen von 1 mm erreicht war. Eine solche Luftspule lässt sich z. B. in einer Senderendstufe oder einem Tiefpassfilter einsetzen, Bild 7.

Die Induktivität wird aus dem Blindwiderstand berechnet. Bei einer idealen Spule würde der Blindwiderstand linear mit der Frequenz ansteigen. Jedoch ist die Spule nicht nur mit ohmschen Verlusten behaftet, sondern auch mit parasitären Kapazitäten zwischen den Windungen. Diese führen zu einer Eigenresonanz, deren berechnete Frequenz bei etwa 1,2 GHz liegt, Tabelle 1. Zu erkennen ist, dass der Kurvenverlauf nicht mehr linear ist. Die Markerfrequenz von 430 MHz ist bereits relativ dicht an der Eigenresonanzfrequenz und der Blindwiderstand steigt dann exponentiell an. Die Spule hat z. B. bei 1 MHz noch eine Induktivität von 53 nH. Dies

ist hier nicht abgebildet. Der Messwert von 64,3 nH bei 430 MHz, der späteren Betriebsfrequenz, ist aus dem genannten Grund bereits deutlich erhöht, Bild 6.

Überprüfung des Messaufbaus

Zur Überprüfung der Richtigkeit meines Messaufbaus habe ich die Messung an einer handelsüblichen 10-nH-SMD-Spule mit einer Toleranz von 10 % wiederholt. Eine solche Spule ist z. B. bei www.reichelt.de erhältlich. Die technischen Daten habe ich dem Datenblatt des Herstellers *Fastron* entnommen, Tabelle 2.

In Bild 9 ist die auf den Steckverbinder gelötete Spule zu sehen. Durch Verwendung einer SMD-Spule als Testobjekt ist der Fehler durch die zusätzliche Induktivität der Anschlussleitungen auf ein Minimum reduziert.

Bild 8 zeigt einen nahezu linearen Anstieg des Blindwiderstands mit der Frequenz, sodass bis 1 GHz eine Induktivität von etwa 10 nH gemessen werden kann. Die Eigenresonanzfrequenz ist vom Hersteller mit 4,1 GHz angegeben und damit sehr weit von der Messfrequenz 440 MHz entfernt. Die Ortskurve ist deutlich kürzer als bei der 53-nH-Spule, weil der Blindwiderstand aufgrund der höheren Eigen-

resonanzfrequenz und der geringeren Induktivität kleiner ist.

Selbst über einen Frequenzbereich von drei Dekaden ist das Messergebnis im Smith-Diagramm unbeeinflusst von Zuleitungen. Bei 440 MHz wird in der Markerfunktion ein Messwert von 11,1 nH angezeigt, was der vom Hersteller angegebenen Toleranz von 10 % entspricht.

Fazit

Der beschriebene Messaufbau ermöglicht bei Anwendung der vorgeschlagenen Kalibriermethode eine Messung sehr kleiner Induktivitätswerte bis 1 GHz.

Das Eigenbau-Kalibrierkit lässt sich problemlos auch an anderen Netzwerkanalysatoren oder vektoriell messenden Antennenanalysatoren verwenden. Die beschriebene Messmethode gilt prinzipiell auch in diesen Fällen.

Hinweis: Wird von der Anwendungssoftware vor der Kalibrierung die Auswahl eines Kits gefordert, ist dort ein *ideales Kalibrierkit* mit einem *SMA-Steckverbinder* auszuwählen. In einem solchen „idealen Kit“ sind die Standards ohne mechanische Offsetwerte und ohne weitere frequenzabhängige Werte eingetragen.

dl3etw@hotmail.com



Bild 9:
Zur Messung
vorbereitete,
kommerzielle
10-nH-SMD-Spule

Tabelle 2: Auszug aus dem Datenblatt der SMD-Spule

Bezeichnung	L-1210AS 10N
Induktivität	10 nH
Toleranz	10%
Güte	50
Eigenresonanzfrequenz	≥ 4100 MHz
Baugröße (L × B × H)	SMD 1210 3,8 mm × 3 mm × 2,4 mm

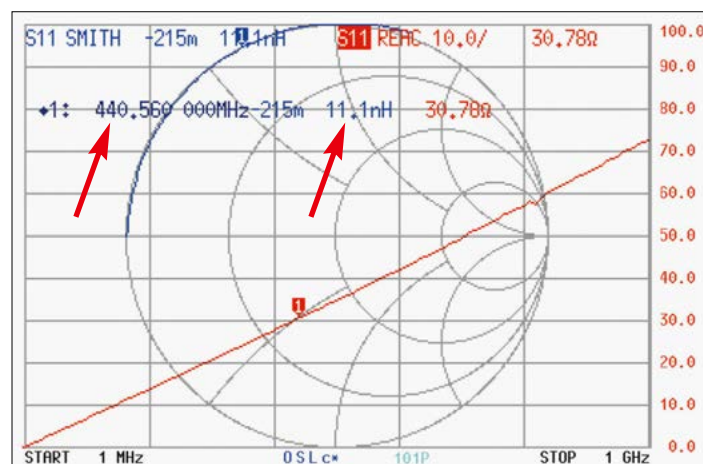


Bild 8:
Messergebnis
der kommerziellen
10-nH-Spule

Fotos und Screenshots: DL3ETW

Literatur und Bezugsquellen

- [1] WiMo GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 96680; www.wimo.de
- [2] Schnorrenberg, W., DC4KU: RLC-Messungen mit einem vektoriellen Netzwerkanalysator. FUNK-AMATEUR 73 (2024) H. 7, S. 546–547
- [3] Müller, J.: Praxiseinstieg in die vektorielle Netzwerkanalyse. beam-Verlag, Marburg 2011, FA-Leserservice: B-1590
- [4] Ostwald O.: Group and Phase Delay Measurements with Vector Network Analyzer ZVR. Rohde & Schwarz, Application Note 1EZ35_1E
- [5] Wagner, B.: Rechner – einlagige Luftspule. www.df7sx.de/luftspule

Nachlese

Ratiometrische Schaltungen FA 3/25, S. 205–207

Die Gleichung (5) auf S. 206 muss richtig lauten:

$$D = \frac{U_s}{U_{\text{ref}}} \cdot (2^n - 1)$$

QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (1) FA 3/25, S. 212–215

Der Schaltkreis U105 in Bild 3 ist ein AD8307.

Alle bekannt gewordenen Fehler werden umgehend in der digitalen Ausgabe und im FA-Jahrgangs-PDF korrigiert.

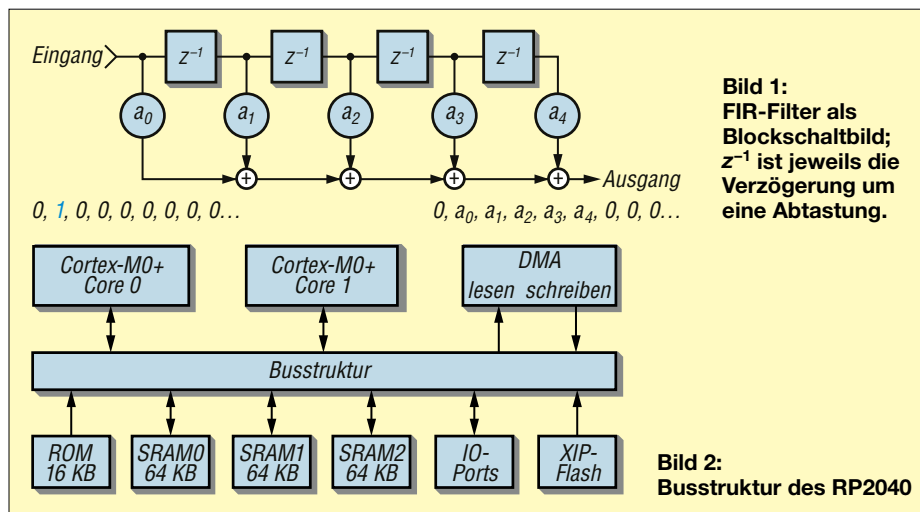
Erstellung von Software mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit

Dr. MARTIN OSSMANN

Soll beispielsweise auf einem modernen Mikrocontroller eine digitale Signalverarbeitung erfolgen, ist zu berücksichtigen, welche Ressourcen vorhanden sind und wie sich diese effizient einsetzen lassen. Auf beide Aspekte wird nachfolgend am Beispiel eines RP2040 eingegangen. Als Anwendungsbeispiele werden ein Logikanalysator mit 100 MHz Abtast-rate und ein NF-Signalgenerator beschrieben.

Eine für die Verarbeitungsgeschwindigkeit entscheidende Größe ist die Taktfrequenz. Bei dem auf den Raspberry-Pi-Boards eingesetzten RP2040 liegt sie bei maximal $clk_{sys} = 133$ MHz. Die RP2040-CPU's verfügen außerdem über eine Reihe von Takten, die flexibel konfi-

erreichbar lässt, ist das auch beim Entwurf von Schaltungen mit geringer Leistungsaufnahme (*Low Power*) hilfreich. Dann kann man die Taktfrequenz so weit absenken, dass der Rechner gerade noch schnell genug ist – weniger Verlustleistung bei voller Geschwindigkeit.



gurierbar sind. Dabei kommen zwei Phasenregelschleifen (PLL) zum Einsatz, um Signale mit zwei Ausgangsfrequenzen zu erzeugen. Von diesen ausgehend können andere Takte durch Teilung erzeugt werden. Als Zeitbasis ist z. B. ein 12-MHz-Quarzoszillator verwendbar.

Neben der Taktfrequenz ist es wichtig, Befehle zu verwenden, die nur wenige Takte zur Ausführung benötigen. Beim RP2040 werden z. B. viele Befehle innerhalb eines einzigen Takts abgewickelt.

■ Low-Power-Setup

Wenn das Prozessor-Design effizient ist, das heißt, sich mit wenigen Befehlen viel

Stromaufnahme des RP2040 bei verschiedenen Taktfrequenzen

f_{clk_sys} [MHz]	I_B [mA]	f_{clk_sys} [MHz]	I_B [mA]
120	20,5	6	2,5
60	12,0	1	1,8
12	3,3	0,1	1,5

Um eine Anpassung der Taktfrequenzen vornehmen zu können, verfügt der RP2040 über ein flexibles Takterzeugungs-Netzwerk für die CPU und die verschiedenen Ressourcen wie UART, ADU, PWM und SPI. Selbst ein Stromspar-Schlafmodus ist vorhanden.

Aus der in der Tabelle aufgeführten Stromaufnahme in Abhängigkeit vom Takt geht hervor, dass dieser Wert weitgehend proportional zur Frequenz ist. Die bei niedrigen Frequenzen gemessenen 1,5 mA sind die statische Stromaufnahme.

■ Schneller Timer

Bei einem schnellen Rechner hätte man natürlich auch gern einen schnellen Timer, um Zeiten genau messen zu können. Der üblicherweise von der C-Programmierungsumgebung eingesetzte Timer hat auf dem RP2040 64 Bit Wortbreite und wird vom Watchdog mit 1 MHz getaktet. Für viele Aufgaben ist das vollkommen ausreichend.

Wer genauer messen möchte, muss einen anderen Timer nutzen. Die RP2040 CPU verfügt mit dem sogenannten *SYStick* auch über einen 24-Bit-Timer, der vom Referenz- (ref_clk) oder Systemtakt (sys_clk) gesteuert wird. Dieser ermöglicht Zeitmessungen, die auf einen CPU-Taktpuls genau sind.

In Listing 1 wählt man vor dem Start des *SYStick* sys_clk als Timer-Takt. Im Beispiel wird eine *Sleep*-Routine von 1 ms vermessen. Dafür sind mittels *sysstick_hw->cvr* davor und danach die Zählerwerte zu ermitteln. Deren Differenz entspricht der Zeit in Mikrosekunden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass *SYStick* rückwärts zählt.

Bei $sys_clk = 125$ MHz erwartet man bei 10 ms Verzögerung eine Differenz von $125 \text{ MHz} \cdot 10 \text{ ms} = 125000$ Impulsen. Das Experiment ergibt 125245, was relativ genau ist. Überraschend ist das Ergebnis bei einer kurzen Verzögerungszeit z. B. durch zehn NOP-Befehle, die in zehn Zyklen abgearbeitet werden müssten. Bei der ersten Messung erhält man jedoch 261 Zyklen und erst bei den folgenden jeweils zehn Zyklen. Die Erklärung hängt mit der XIP-Funktion (*eXecution In Place*) zusammen.

■ XIP-Funktion

Diese regelt, wie die CPU auf den Programmcode-Speicher zugreift. Nach der Programmierung liegt dieser im Flash-EEPROM, das über eine schnelle serielle Schnittstelle mit der CPU verbunden ist. Würde die CPU den Programmcode stets aus dem Flash holen, wäre die Verarbeitungsgeschwindigkeit ziemlich langsam. Daher ist im RP2040 ein 16 KB großer Code-Cache vorhanden. Dieser speichert die zuletzt verwendeten Code-Worte. Beim erneuten Zugriff holt die CPU das Stück aus dem schnellen Cache.

Die Funktion des Cache ist transparent. Der Nutzer muss sich nicht um ihn kümmern. Für ihn sieht es immer so aus, als sei der Code an der richtigen Stelle im Speicher. Bei der Laufzeitbeurteilung von Programmen muss man jedoch das Cache-Verhalten berücksichtigen und den Cache beim Programmieren möglichst effizient nutzen.

■ Dual-Core-CPU

Als weitere Möglichkeit zur Performance-Steigerung verfügt der RP2040 über zwei CPU-Kerne. Jeder hat eigene Register, Rechenwerke usw. Bei normaler Nutzung des C-Compilers teilen sich die beiden Kerne den Adressraum, der aus Code- und Datenspeicher besteht.

Dazu ein einfaches Experiment mit der Zeitverzögerungsschleife gemäß Listing 2. In der DIS-Datei lässt sich der erzeugte Assemblercode finden, siehe Listing 3. Die Ausführungszeit der Befehle ist in eckigen Klammern angefügt.

Ein Schleifendurchlauf benötigt fünf Zyklen. Ein Aufruf mit $nn = 25\,000\,000$ ergibt bei $sys_clk = 125$ MHz die Ausführungszeit 1 s. Wenn man die Routine nur auf Kern 0 laufen lässt, ergeben sich die erwarteten 1 s als Ausführungszeit und 1,2 s, wenn der Code zeitgleich auf beiden Kernen läuft. Dieses Resultat lässt Rückschlüsse auf die Cache-Mechanismen zu. Würden beide Kerne vollkommen eigene Speicher nutzen, hätten beide Kerne eine Ausführungszeit von 1 s gezeigt. Beide Kerne greifen konzeptionell gesehen aber auf den gleichen Bereich im Arbeitsspeicher zu, weil sie denselben Code ausführen. Wenn bei einem Takt nur ein Speicherzugriff erfolgen könnte, hätten beide CPUs eine Zeit von 2 s zeigen müssen, weil die Speicherzugriffe miteinander verschränkt erfolgen würden.

In der Realität erreicht die CPU mit 1,2 s ein ziemlich gutes Resultat – die Code-Speicherzugriffe kollidieren nur wenig. Gar keine Kollision gäbe es nur, wenn beide Kerne getrennte Caches und Speicherbereiche besäßen.

Typisches Beispiel einer Anwendung für die Nutzung beider Kerne ist das aus der digitalen Signalverarbeitung bekannte FIR-Filter. Bei einem FIR-Filter der Ordnung N werden die zurückliegenden N Eingangswerte gewichtet summiert, Bild 1. Die Folge der Gewichte a_k bezeichnet man als Stoßantwort des Filters. Die Speicherung der Abtastwerte geschieht in einem Rundpuffer, um ein Verschieben der Werte zu sparen.

Die Berechnung lässt sich leicht auf zwei Kerne verteilen, bei dem jeder die Hälfte der Summationen übernimmt. Der zweite Kern (*core1*) befindet sich in einer Endlosschleife und bekommt seine Arbeit stets vom ersten Kern zugewiesen, siehe Listing 4. Er meldet, wenn er fertig ist, *core1Ready* zurück.

Der Test mit $sys_clk = 125$ MHz und $N = 20$ ergab bei *float*-Zahlen für einen einzelnen FIR-Schritt mit Einzelkern etwa 4100 Zyklen. Bei zwei Kernen war die Routine mit 2200 Zyklen fast doppelt so schnell.

■ Busstruktur

Die hohe Geschwindigkeit ist nur durch eine leistungsfähige Busstruktur innerhalb der CPU erreichbar, die beiden Ker-

Listing 1: Zeitmessung mit SYSTICK-Timer

```
void sysTickDemo1V01() {
    systick_hw->csr=1 | (1<<2);
                                // select sys_clk
    int t1=systick_hw->cvr;      // start-time
    sleep_ms(1);
    int t2=systick_hw->cvr;      // end-time
    printf(„1ms=%5d ticks\n“,t1-t2);
}
```

Listing 2: Einfache Warteschleife

```
void busyWait(int nn) {
    for(int k=0; k<nn; k++) {
        asm volatile(„myLoop: nop“);
    }
}
```

Listing 3: Assemblercode der Warteschleife

```
10000310 <myLoop>:
10000310: 46c0  nop ; (mov r8, r8)    [1]
10000312: 3301  adds r3, #1            [1]
10000314: 4283  cmp r3, r0             [1]
10000316: dbfb  blt.n 10000310
                                <myLoop>    [2]
```

Listing 4: Server-Routine des zweiten Kernels

```
void core1FIR() {
    while(true) {
        while(!core1Trigger) {}
        core1Trigger=false;
        FIR2action();
        core1Ready=true;
    }
}
```

nen und DMA-Kanälen ermöglicht, parallel auf andere Busteilnehmer (RAM, ROM, GPIO usw.) zuzugreifen, sodass pro Takt bis zu vier Zugriffe möglich sind. Vereinfacht ist diese Struktur in Bild 2 dargestellt.

Zum einen gibt es die *Master*, also die Teilnehmer am Bus, die Adressen erzeugen, im Beispiel die beiden CPU-Kerne und der DMA-Lese- und -Schreibkanal. Zum anderen existieren *Slaves*, welche z. B. Speicherzugriffe bedienen. Damit die Master parallele Zugriffe erledigen können, sind RAM und ROM in Speicherbänke unterteilt.

Aus Programmierersicht handelt es sich also um eine *Von-Neumann*-Architektur mit einem gemeinsamen Adressraum für den Programmcode und die Daten. Realisiert ist es letztlich als *Harvard*-Architektur mit getrenntem Speicher, wobei diese noch in mehrere Bänke unterteilt sind, um zusätzlich mehrere parallele Zugriffe zu ermöglichen.

Die Wortbreite beim Speicherzugriff ist immer 32 Bit. Der Programmierer kann

dafür sorgen, dass beide CPU-Kerne getrennte RAM-Blöcke für den Datenspeicher zugewiesen bekommen. Bei optimaler Anordnung können vier SRAM-Zugriffe mit 32 Bit pro Zyklus erfolgen. Dies verdeutlicht, dass man bei der Zweikern-Programmierung darauf achten muss, einen hohen Grad an Parallelität zu erreichen.

■ Thumb-Befehlssatz

Der RP2040 ist ein 32-Bit-Prozessor. Er verwendet aber meistens den sogenannten *Thumb*-Befehlssatz für ARM-CPU's. Dabei hat jeder Befehl nur 16 Bit Wortbreite. Dadurch lassen sich mit einem 32-Bit-Speicherzugriff meistens zwei Befehle zeitgleich holen, die Speicherbandbreite reduzieren und die Code-Dichte (Befehle/Speicher) erhöhen. An Performance gehen allerdings etwa 30 % verloren, weil manchmal zwei Thumb-Befehle statt eines ARM-Befehls erforderlich sind. Alternativ ist die Umschaltung auf den 32-Bit-ARM-Befehlssatz möglich.

■ PIO-Zustandsmaschinen

Für die Implementierung flexibler Ein- und Ausgaben gibt es beim RP2040 zusätzliche „Mini-CPU's“, die acht sogenannten *PIO-Zustandsmaschinen*. Jede davon ist unabhängig mit einem entsprechenden Assembler programmierbar. Hinzu kommt eine umfangreiche Konfiguration.

Über die PIO-Programmierung könnte man ein ganzes Buch schreiben. Ich beschränke mich auf ein einfaches Beispiel. Bei einem einfachen Achtkanal-Logikanalysator soll die PIO-Statemachine das Abtasten der Signale übernehmen.

Das ganze PIO-Programm ist in Listing 5 zu sehen. Die beiden *wrap*-Label legen fest, dass die umschlossenen *in*-Befehle in einer Endlosschleife ausgeführt werden. Dabei kostet die Ausführung des „Rücksprungs“ bei schließendem *wrap* keine extra Rechenzeit, denn die Zustandsmaschine bietet bei Sprüngen einen sogenannten *zero-cycle-overhead*. Ansonsten kostet jeder Befehl einen Zyklus.

Das Beipielprogramm benötigt also pro Schleifendurchlauf zwei Zyklen. Bei $sys_clk = 100$ MHz beträgt die Schleifenrate somit 50 MHz. Die *side*-Angaben führen dazu, dass an GPIO14 ein 50-MHz-Takt erzeugt wird. Der einzelne *in*-Befehl bewirkt, dass 8 Bits von den IO-Pins parallel eingelesen und ins Eingaberegister gebracht werden. Dabei erfolgt die Verschiebung des vorherigen Inhalts des Eingaberegisters um 8 Bit nach links.

Listing 5: PIO-Programm zum schnellen Einlesen

```
.wrap_target
in pins,8 side 0b0
in pins,8 side 0b1
.wrap
```

Listing 6: Abtastung ohne DMA

```
for(int k=0; k<nSamples; k++) {
    sampleBuffer[k]=gpio_get_all();
}
```

Dieser Shift wird ebenfalls in dem einen Zyklus erledigt. Das heißt, dass jede PIO über einen leistungsfähigen *Barrel-Shift*-ter verfügt.

Nach vier *in*-Befehlen stehen also 32 Bit im Register, welches damit ganz gefüllt ist. In der PIO-Konfiguration wurde weiter festgelegt, dass immer dann, wenn im Eingaberegister 32 Bit stehen, diese in die Eingabe-FIFO gelangen (*autopush*-Feature). Dieses ist ein vier Einträge tiefer Speicher, der zur Zwischenspeicherung der Eingabedaten dient. Die Daten kann dann eine CPU aus der FIFO abholen. Auch das Auslösen eines Interrupts ist möglich. Im Beispiel werden 32 Bit mit einer Rate von 25 MHz erzeugt. Da dies zu schnell für die direkte Verarbeitung durch eine CPU ist, kommt das nächste Hilfsmittel zum Einsatz.

■ Direct Memory Access

Oft werden Eingabedaten in einen Speicherbereich mit jeweils aufeinanderfolgenden Adressen geschrieben. Manchmal ist auch die serielle Ausgabe eines Datenfeldes erforderlich. In beiden Fällen ist die Aufgabe so einfach, dass sie spezialisierte Hardware ausführen kann, ohne die CPU zu nutzen. Der direkte Speicherzugriff (*Direct Memory Access*, DMA) kann oft viel schneller sein als die Datenverarbeitung durch die CPU. Im Logikanalysator sorgt der DMA z. B. dafür, dass die 32-Bit-Werte in einen Zwischenpuffer gelangen. Wenn dieser gefüllt ist, wird die CPU benachrichtigt.

Listing 7: Ausgabe des 8-Kanal-Logikanalysators

```
Logic-Analyser CPUclk=100000 kHz = sampleRate
trace 0: 01111100000000000000011111000000000000001111100000000000000111
trace 0: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 1: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 2: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 3: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 4: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 5: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 6: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
trace 7: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
```

Es werden 100 MS à 8 Bit durchgeführt und die Daten in einem bis 32 K tiefen Speicher abgelegt. Das Abtasten erfolgt vollständig unabhängig von der CPU, gesteuert durch PIO und DMA. Die DMA-Unit ermöglicht auch die Prüfsummenberechnung (CRC) während des Transfers. Beim Transfer ohne DMA, wie in Listing 6, ergäbe sich nur eine Rate von etwa 7 MS/s.

Listing 7 zeigt die Ausgabe des Logikanalysators. *Trace 0* ist ein PWM-Signal mit fünf High- und 15 Low-Takten, *Trace 1* das von der PIO am GPIO14 erzeugte 50-MHz-Taktsignal. *Trace 2* ist das Taktsignal beim SPI-Datentransfer, erkennbar an den kurzen Pausen nach jeweils acht Takten. *Trace 3* sind die SPI-Daten und *Trace 4* zeigt das nach jedem Transfer kurz auf High wechselnde *Chip-Select*-Signal. *Trace 5* ist das von einem *Fractional Divider* erzeugte Taktsignal.

■ Fractional Divider

Der zentrale CPU-Takt ist relativ hoch. Um daraus den niedrigeren Takt für andere funktionale Einheiten (UART, SPI, PWM) zu gewinnen, ließe sich ein Teiler mit ganzzahligem Verhältniss *N* aufbauen. Hohe Frequenzen sind so jedoch nur ziemlich ungenau realisierbar. Eine Verbesserung bilden sogenannte *Fractional Divider* (engl.). Diese Teiler variieren den Teilerfaktor zwischen *N* und *N + 1* und zwar so, dass sich im Mittel die gewünschte Frequenz ergibt.

In *Trace 5* von Listing 7 ist der Teiler auf $3\frac{1}{3}$ eingestellt – die Länge der High- und Low-Phasen wechselt zwischen drei und vier Takten. In Listing 8 ist die Funktion nachgebildet. Um zu entscheiden, ob durch *N* oder *N + 1* dividiert werden muss, kommt ein DDS-Addierer zum Einsatz. Der *M*-Bit-Addierer *FRACphase* (*M* = 8 beim RP2040) addiert den Wert *CLKDIVfrac*. Bei einem Überlauf wird der nächste Teilerfaktor *nPeriod* auf *CLKDIVint* + 1 gesetzt, andernfalls auf *CLKDIVint*, wodurch sich als mittlerer Teilerfaktor $N + \text{CLKDIVfrac}/256$ ergibt. Der erzeugte

Listing 8: Processing/Javacode für den Fractional Divider

```
if(CLKDIVcnt==0) {
    FRACphase+=CLKDIVfrac;
    nPeriod=CLKDIVint;
    if(FRACphase>255) { nPeriod++; }
    FRACphase=FRACphase & 0xFF;
}
CLKDIVcnt++;
if(CLKDIVcnt==nPeriod) { CLKDIVcnt=0;
}
```

Listing 9: DDS-Generator schaltet GPIO0 in C

```
while(1) {
    ddsPhase += ddsDelta;
    gpio_put_all(ddsPhase >> 31);
}
```

Listing 10: DDS-Generator schaltet GPIO0 in Assembler

```
loop2:
    ADD R1, R4      @ Add delta to phase
                    @ akku 1 cyc.
    LSR R3, R1, #31 @ shift right for
                    @ output 1 cyc.
    STRB R3, [R0]   @ send to port 1 cyc.
    B loop2         @ loop for ever 2 cyc.
```

Listing 11: DDS-Generator mit Interpolator

```
loop:
    LDR R2, [R3]    @ pop bit from
                    @ interpolator0 1 cyc.
    STRB R2, [R1]   @ send to port 1 cyc.
    B loop          @ loop for ever 2 cyc.
```

Takt weist einen Jitter auf, der für viele Anwendungen aber tolerierbar ist.

■ Assembler-Programmierung

Im Umfeld der Signalerzeugung nennt man die Technik, die hinter dem *Fractional Divider* steckt, auch DDS (*Direct Digital Synthesis*). Im Folgenden kommt diese Technik zum Einsatz, um den Pegel eines GPIO-Pin umzuschalten (engl. *toggle*). Die erste Variante ist die normale C-Programmierung, Listing 9.

Durch Messung der erzeugten Frequenz bei bekanntem *ddsDelta* ist die Ausführungsgeschwindigkeit messbar. Im vorliegenden Fall benötigt jeder Schleifendurchlauf 18 Takte. Wenn man diesen Programmteil vom zweiten Kern ausführen lässt, steht der erste Kern für andere Aufgaben zur Verfügung.

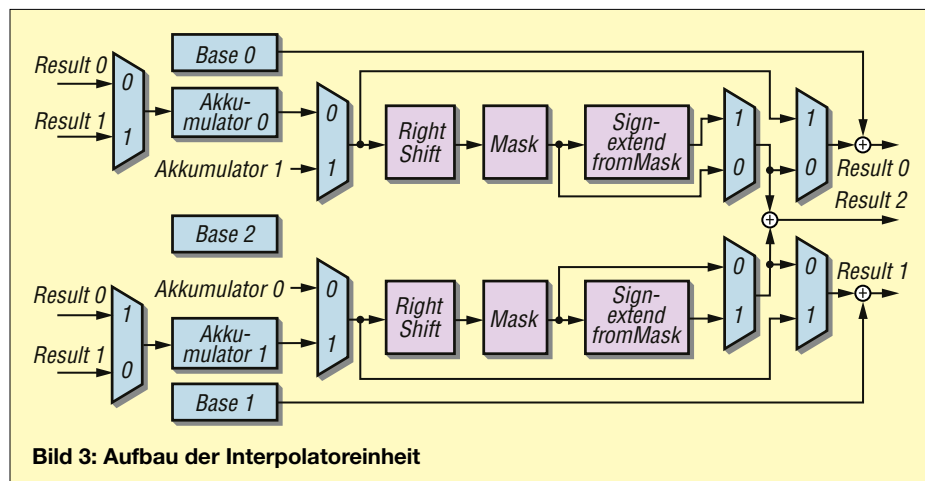
Eine wesentliche Beschleunigung ist durch Assembler-Programmierung erreichbar. Das Beispiel aus Listing 9 ist in Listing 10 dargestellt. Der Vorteil ist, dass sich alle Werte in Registern halten lassen. *R1*

speichert *ddsPhase*, *R4* den Wert *ddsDelta*. In *R0* steht die Adresse des GPIO-Ports. Damit ist ein Schleifendurchlauf in fünf Taktzyklen erledigt, wovon allein zwei Takte für den Schleifenrücksprung benötigt werden.

Man sieht, dass schon bei diesem Beispiel durch Assembler-Programmierung eine Beschleunigung um den Faktor $18/5 = 3,6$ erreicht wird, was durchaus lohnenswert ist. Der Aufwand der Assembler-Programmierung rentiert sich allerdings oft nur,

mer dann gestartet, wenn ein Resultat per POP-Operation abgeholt wurde.

Das zugehörige Assemblerprogramm ist in Listing 11 zu sehen. In *R3* steht die Adresse des POP-Registers *Result 0*, in *R1* die Adresse der GPIO-Bits. Damit ist ein DDS-Schritt in vier Takten erledigt und demzufolge nochmals 20 % schneller als ohne Interpolator. Bei komplexeren Operationen ergeben sich durchaus deutlichere Beschleunigungen, wie im Datenblatt und in der Beschreibung des



wenn kleine, einfache Schleifen viel Rechenzeit erfordern, wie beim DDS-Toggle-Programm.

Es muss allerdings erwähnt werden, dass heutige Compiler teilweise so gut sind, dass sich oft kaum noch eine Verbesserung erzielen lässt. Hin und wieder kann man den erzeugten Programmcode aus den DIS-Dateien zum Ausgangspunkt für die eigenen Assembler-Programmierung nehmen.

■ Interpolator-Funktionseinheit

Der RP2040 hat mit den sogenannten *Interpolatoren* zwei weitere Einheiten, die rechnen können. Deren Blockschaltbild ist in Bild 3 dargestellt.

Jede Einheit enthält zwei 32-Bit-Akkumulatoren und drei 32-Bit-Addierer sowie *Shift*- und *Mask*-Blöcke. Die Programmierung der Interpolatoren ist ziemlich komplex und ihre Beschreibung würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen.

Daher hier nur ein einfaches Beispiel: In *Akkumulator 0* ist der Wert *ddsPhase* eines DDS gespeichert. Der Addierer vor *Result 0* wird benutzt, um bei jedem Takt den Wert in Register *Base 0 = ddsDelta* zu addieren. Hinter dem Akkumulator dienen *Shift* und *Mask* dazu, das *toggle*-Bit zu erzeugen. Der Ausgang wird bei *Result 2* bereitgestellt. Alle Operationen können in einem Takt erledigt werden. Ein neuer Bearbeitungsschritt wird im-

SDK (*Software Development Kit*) nachzulesen ist. Die Interpolatoren sind insbesondere in der Audio- oder der grafischen Datenverarbeitung verwendbar.

■ Integer Divider Unit

Jeder CPU-Kern des RP2040 besitzt eine *Integer Divider Unit* (IDIV-Unit). Mit dieser ist eine schnelle 32×32 -Bit-Division realisierbar. Acht Takte nach dem Bereitstellen der Operanden stehen Quotient und Rest bereit. Das ist wesentlich schneller als die binäre „schriftliche“ Division mittels 32 Subtraktionsschritten. Falls ein Interrupt während der Nutzung durch das Hauptprogramm auf die IDIV-Unit zugreifen soll, ist für die richtige Behandlung der Kollisionen zu sorgen. Das SDK stellt dafür die passenden Compiler-Routinen zur Verfügung.

Eine Multiplikation von zwei 32-Bit-Zahlen erledigt der RP2040 übrigens innerhalb eines Takts.

■ Pipelining

In Listing 3 wurde die Ausführungszeit der *nop*- und *cmp*-Befehle mit einem Takt angegeben. Dies ist nicht ganz richtig, denn der Befehl muss vor der Ausführung (*execute Phase X*) erst geholt werden (*fetch Phase F*). Beides braucht üblicherweise einen Takt, sodass für einen einfachen Befehl minimal zwei Takte erforderlich sind. Der Trick besteht nun darin, die unter-

schiedlichen Phasen aufeinanderfolgender Befehle überlappend auszuführen. Während ein Befehl noch die *execute Phase X* ausführt, kann der nächste schon die *fetch Phase F* absolvieren. Bei längeren Befehlen können das auch mehrere Befehle mit mehreren Phasen sein.

Es ergäbe sich ein Durchsatz von im Mittel 1 Befehl/Takt. Insofern war die Angabe von einem Takt Bearbeitungszeit nicht ganz falsch. Ein Effekt des Pipelining ist beim MOV-Befehl erkennbar. Ein einzelnes MOV von Register zu Register kostet einen Takt. Ist das Zielregister allerdings der Programmcounter *PC*, kostet der Befehl zwei Takte. Das liegt daran, dass die Fetch-Phase des nächsten Befehls den falschen Befehl geholt hat, weil ja ein Sprung ausgeführt wird. Dieser *prefetch-miss* kostet den extra Takt. Ansonsten erfolgt das Pipelining für den Benutzer vollkommen transparent.

■ FIFO

Der RP2040 verfügt an diversen Stellen für den Datenaustausch zwischen Funktionsgruppen über FIFO-Speicher (*First In First Out*), mit denen man Rechenzeit „verschieben“ kann. Die Daten für eine gerade beschäftigte Einheit lassen sich z. B. im Sende-FIFO puffern. Häufig reicht dann die im Mittel notwendige Rechenleistung auch in der Praxis aus und die CPU muss nicht für die Spitzenleistung ausgelegt sein.

■ Schnelle PWM

Die PWM-Einheiten des RP2040 lassen sich mit dem schnellen *sys_clk = 125 MHz* takten und so zur Erzeugung schneller Signale verwenden. Bei einer PWM-Periode von 128 Takten ergibt sich ein PWM-Signal mit etwa 1 MHz bei 7 Bit Auflösung. Ein nachgeschalteter RC-Tiefpass aus 1 kΩ und 4,7 nF hat eine Grenzfrequenz von etwa 34 kHz, wodurch ein ausreichend sauberes Sinussignal bis 20 kHz generierbar ist.

■ Fazit

Der Beitrag hat einen Überblick über den RP2040 gegeben und ansatzweise dargestellt, wie eine hohe Performance erreichbar ist. Dabei ist es von Vorteil, viele parallel arbeitende Einheiten effektiv nutzen zu können. Die leistungsfähige Busstruktur trägt ihren Teil dazu bei, um z. B. einen Achtkanal-Logikanalysator mit über 100 MHz Abtastung programmieren zu können.

Im Download-Bereich auf www.funkamateur.de befinden sich alle Programmbeispiele. ossmann@fh-aachen.de

Elektronischer Wassermelder für Haus und Wohnung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Die Beseitigung eines Wasserschadens in Gebäuden kann sehr aufwendig und kostspielig sein. Ein Wassermelder ist somit als vorbeugende Maßnahme durchaus sinnvoll. Er kann helfen, die Gefahr früh zu entdecken und rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Nachfolgend wird ein Gerät mit lautstarker Signalisierung beschrieben, das die Erkennung selbst geringer Wassermengen ermöglicht.

Wasser gehört zum Leben, doch manchmal ist es unerwünscht. So kann durch den Defekt einer Waschmaschine oder eines Geschirrspülers in Wohnräume eindringendes Wasser die dort befindlichen Gegenstände schädigen. Gleiches gilt für zurückgedrücktes Ab- oder eindringendes Grundwasser. Das Aufstellen von Wassermeldern an potenziell gefährdeten Stellen ist eine Möglichkeit, Wassereinträge zu signalisieren, um geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

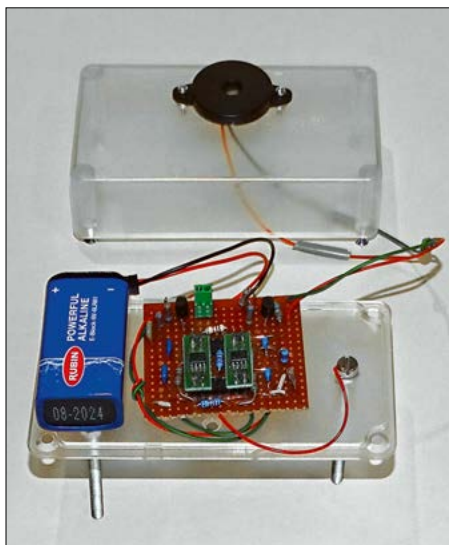


Bild 1: Versuchsaufbau zum Test des Wassermelders
Foto: Sander

Bereits in [1] wurde ein Gerät vorgestellt, das sich zur Messung der Luftfeuchtigkeit eignet. Es löst beim Überschreiten einer einstellbaren Schwelle einen Alarm aus. Dringt hingegen Wasser direkt über den Erdboden oder undichte Fenster in Kellerräume ein, reagiert der in [2] beschriebene Wassermelder mit kapazitivem Sensor wesentlich schneller. Kommt es nur darauf an, Niederschläge zu erkennen, so sind die in [3] vorgestellten Regensensoren die bessere Wahl. Beim nachfolgend beschriebenen Projekt geht es um die schnelle Erkennung und durchdringende akustische Signalisierung bereits geringer Wassermengen.

■ Sensorverfahren

Die in Siemens pro Meter (S/m) angegebene elektrische Leitfähigkeit ist eine physikalische Materialeigenschaft und der Kehrwert des ohmschen Widerstands. Lediglich in chemisch reinem, destilliertem Wasser sind keine Mineralien enthalten, sodass es eine Leitfähigkeit von nur $5,5 \mu\text{S/m}$ besitzt und somit schlecht leitfähig ist. In allen anderen Wassersorten sind stets Mineralien in unterschiedlichen Konzentrationen enthalten. Selbst sauberes Grundwasser enthält Mineralien, ebenso Trinkwasser, wodurch sich dessen Leitfähigkeit auf 5 mS/m bis 50 mS/m erhöht.

Das im Folgenden zu erkennende Wasser enthält zusätzlich noch Partikel und chemische Substanzen, die die Leitfähigkeit weiter erhöhen. Dies können Partikel sein, die aus der Luft stammen und durch Regen ausgewaschen wurden. Auch das eventuell durchdrungene Mauerwerk oder das zur Reinigung genutzte Waschmittel tragen ihren Teil zur Erhöhung der Mineralienkonzentration bei.

Daher muss der hier vorgestellte Wassermelder lediglich den Widerstand zwischen Elektroden messen, um eindringendes Wasser zu erkennen. Das Prinzip lässt sich mit jedem Multimeter verdeutlichen. Taucht man dessen als Elektroden genutzte Messspitzen gemeinsam in einen Wasserbehälter, wird ein relativ niedriger Widerstandswert angezeigt.

Bei diesem Experiment ist zu beachten, dass beide Elektroden aus dem gleichen Material wie z.B. Stahl bestehen, sonst treten aufgrund der für die Messung erforderlichen Gleichspannung zwischen den Elektroden elektrolytische Prozesse auf, die die Messergebnisse verfälschen können.

Das Prinzip des Wassermelders ist in Bild 2 dargestellt. In diesem Fall ist er direkt neben der Waschmaschine auf dem Fußboden positioniert. Zwei seiner Standfüße sind als Elektroden ausgeführt. Der dritte Standfuß gewährleistet, dass die

beiden Elektroden immer den Fußboden berühren und der Wassermelder nicht wie ein Tisch mit vier Beinen wackeln kann. Um dies zu erreichen, darf die Grundfläche des Wassermelders nicht zu klein gewählt werden.

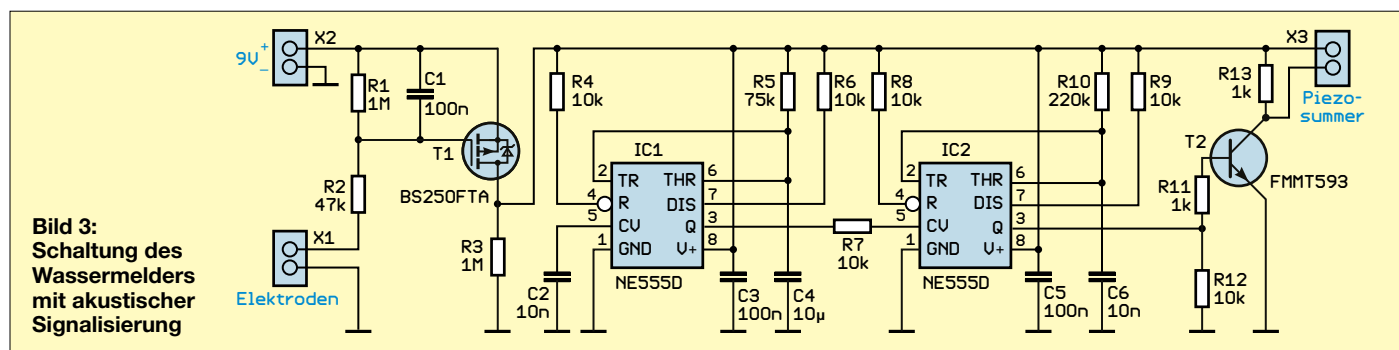
Durch die Schaltung des Wassermelders wird der Widerstand zwischen beiden Elektroden gemessen. Ist kein Wasser auf dem Fußboden vorhanden, liegt der Widerstandswert im Bereich von mehreren Megaohm. Sobald Wasser zwischen die Elektroden gelangt, verringert sich der gemessene Widerstandswert stark. Der Wassermelder gibt dann sofort ein akustisches Warnsignal aus. Beim Aufbau der Elektroden sind ebenso die Oxidation und Korrosion zu berücksichtigen, wie im Abschnitt *Nachbau* erläutert.

■ Schaltung

Für den Wassermelder genügt eine einfache Schaltung mit sehr geringer Stromaufnahme, wodurch die Versorgung aus einer 9-V-Blockbatterie möglich ist. Die Schaltung ist in Bild 3 dargestellt. Am Eingang X1 werden die Messelektroden angeschlossen. Da der Widerstand bei sehr sauberem Wasser relativ hoch ist, kommt bei dieser Schaltung am Eingang ein MOSFET-Transistor BS250FTA zum Einsatz. Dessen Source-Anschluss ist mit der positiven Betriebsspannung verbunden. Daher wird am Gate-Eingang eine negative Spannung benötigt, die dem Massepotenzial entspricht. Die Schwellenspannung zwischen Gate und Source liegt bei $-3,5 \text{ V}$. Sobald Wasser den Widerstand zwischen den Elektroden verringert, steuert der BS250FTA durch. Dessen maximaler Gleichstrom zwischen Source und Drain darf auf Dauer 90 mA betragen, bei einem Impulsstrom sind sogar $1,6 \text{ A}$ zugelassen. Aufgrund dieser Eigenschaften ist der MOSFET für diese Anwendung gut geeignet. Er dient zum Einschalten der Spannungsversorgung und somit zur Erzeugung des akustischen Warnsignals. Für Letzteres nutze ich zwei ICs NE555. Diese Teilschaltung erhält keine Betriebs-



Bild 2: Austretendes Wasser führt zur Auslösung des Warnsignals.



spannung, wenn kein Wasser zwischen den Elektroden vorhanden ist. Die Stromaufnahme liegt somit bei null. Erst wenn Wasser erkannt wurde und die Source-Drain-Strecke des MOSFET leitet, werden die beiden NE555 mit Betriebsspannung versorgt.

Es ist in Anwendungen wie dieser nicht immer sinnvoll, ein konstantes Dauersignal zu erzeugen. Besonders dann, wenn sich der Wassermelder in einem weiter entfernten Raum befindet oder mehrere Türen oder Wände das Signal dämpfen können, wird es zwischen den normalerweise in einer Wohnung vorhandenen Geräuschen nicht mehr bemerkt. Ein Signal, dessen Frequenz sich ändert, ist weitaus besser zu hören. Deshalb besitzt dieser Wassermelder einen Tongenerator.

Das einer Sirene ähnelnde Signal wird durch zwei Oszillatoren erzeugt. In der Schaltung in Bild 3 erzeugt IC1 ein Signal mit einer relativ niedrigen, konstanten Frequenz. Deren Wert wird von den Widerstandswerten R5 und R6 sowie vom Kondensator C4 bestimmt. Ich verwende für C4 statt eines 10- μ F-Elektrolytkondensators einen Mehrschichtkondensator, der eine höhere Lebensdauer besitzt und für einen großen Temperaturbereich ausgelegt ist.

Das Signal wird am Ausgang Q des IC1 ausgegeben und steuert über den Eingang CV den zweiten NE555 an. Dieser arbeitet als spannungsgesteuerter Oszillator. Da sich beim Ausgangssignal des ersten NE555 die Spannung ständig ändert, führt das zu Frequenzänderungen des zweiten NE555. Dies klingt dann ähnlich der Sirene einer Feuerwehr. Am Ausgang Q von IC2 wird das Signal ausgegeben,

damit der Transistor T2 und von diesem wiederum der Piezokeramik-Schallwandler angesteuert.

Piezokeramiken arbeiten fast wie Kondensatoren. Elektrische Ladung wird aufgenommen, wenn der Transistor T2 zwischen Emitter und Kollektor leitend ist. Das führt zu einer Verformung der Keramikscheibe. Bei der Entladung nimmt die Scheibe wieder den Grundzustand ein. Damit Letzteres möglichst schnell erfolgen kann, ist zur Piezokeramikscheibe der Widerstand R13 parallelgeschaltet.

Die Stromaufnahme beider NE555 liegt bei etwa 2 mA. Wenn kein Wasser vorhanden ist, ist diese Teilschaltung durch den MOSFET vollkommen abgeschaltet und die Stromaufnahme liegt bei 0 mA. Deshalb genügt als Spannungsversorgung eine 9-V-Blockbatterie. Ein Spannungsregler ist hier ebenso überflüssig wie ein Hauptschalter.

Nach der Aktivierung gibt der Wassermelder solange ein Signal aus, wie er im Wasser steht. Sobald man ihn herausnimmt, schaltet sich der Ton ab. Hat man das Wasser beseitigt, wird der Melder mit trockenen Elektroden wieder an der zu überwachenden Stelle aufgestellt.

■ Nachbau

Für den einfachen Nachbau habe ich eine beidseitig kupferkaschierte Platine entworfen, deren Layout als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereitsteht. Auf Anfrage ist sie bei [4] einzeln oder als Bausatz erhältlich, zusätzlich können ein geeignetes Gehäuse und der Piezoschallwandler erworben werden.

Der Bestückungsplan der nur 50 mm \times 24 mm großen Platine ist in Bild 4 dargestellt. Die Bestückung erfolgt einseitig mit SMD-Bauelementen. Hinweise dazu sind in [5] enthalten.

Nach der Bestückung sind an X2 die Drähte eines Batterieclips für die 9-V-Blockbatterie anzulöten. Als Piezoschallwandler ist der KPEG827 geeignet, der einen relativ lauten Ton erzeugt. Alternativ

sind auch größere Typen verwendbar, die noch stärkere Signalpegel ausgeben können.

Der Wassermelder ist danach in ein wasserdichtes Gehäuse einzubauen. Außerdem ist es empfehlenswert, die vollständig bestückte Leiterplatte mit wasserfestem Schutzlack zu versehen, wie in [6] erläutert. Wenn der Piezoschallwandler ins Gehäuse eingebaut werden soll, ist in die Gehäusewand ein entsprechend großes Loch zu bohren und der Wandler nach dem Einbau zur Abdichtung mit Epoxidharz zu bestreichen.

An jeden Kontakt von X1 ist eine Elektrode anzuschließen. Deren Längen sollten identisch sein und mindestens 30 mm betragen, damit sich das Gehäuse möglichst lange über dem steigenden Wasserpegel befindet. Die Länge sollte jedoch nicht zu groß gewählt werden, damit der Wassermelder nicht „hochbeinig“ wird und eventuell schon bei einer leichten Berührung kippt.

Für die Elektroden sind nicht korrodierende Metalle zu verwenden. Geeignet sind z. B. Schrauben aus Edelstahl, aber auch dickere und daher nicht so leicht brechende Grafitstäbe.

Nach dem Aufbau sind die Batterie anzuschließen, das Gehäuse zu schließen und der Wassermelder z. B. neben der Waschmaschine aufzustellen. Für einen zwischenzeitlichen Funktionstest taucht man die Elektroden einfach in einen Wasserbehälter oder stellt den Wassermelder auf ein nasses Tuch. k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Feuchtemessung mit Sensoren auf kapazitiver Basis. FUNKAMATEUR 63 (2014) H. 12, S. 1304–1306
- [2] Sander, K.: Elektronischer Wassermelder mit kapazitiven Sensoren. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 8, S. 628–630
- [3] Sander, K.: Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 2, S. 120–123
- [4] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [5] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024), H. 11, S. 868–871
- [6] Sander, K.: Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinflüssen. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 198–199

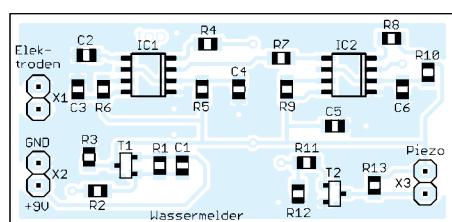


Bild 4: Bestückungsplan des Wassermelders; Originalabmessungen: 50 mm \times 24 mm

Individuell erstelltes Zubehör fürs Shack und zum Antennenbau

JÖRG BISCHOF – DM6RAC

Längst nicht alle Vorhaben sind mit vorgefertigten Lösungen realisierbar. Dann sind kreative Eigenentwicklung und Selbstbau gefragt. Dieser Beitrag gibt anhand von drei Beispielen Tipps, wie sich mittels des 3D-Drucks oder Aluminiumprofilen nützliche Gegenstände anfertigen lassen.

Für die Errichtung einer Drahtantenne benötigte ich zwei Antennenisolatoren. Zwar befanden sich noch einige Modelle aus Keramik in meinem Vorrat, da die Antenne jedoch über einen Parkplatz verlaufen sollte, war ich bestrebt, im Falle eines Defektes an den dort abgestellten Fahrzeugen Schäden durch herunterfallende Teile zu vermeiden. So erschienen mir Kunststoffausführungen geeigneter, und ich beschloss, mir diese mithilfe meines 3D-Druckers selbst anzufertigen.

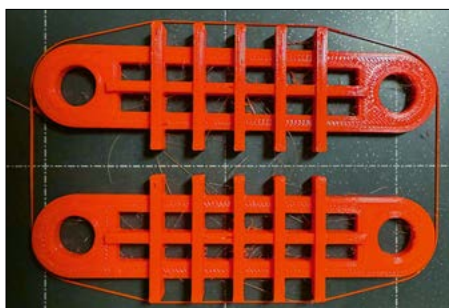


Bild 1: Isolatorhälften im Druck ...

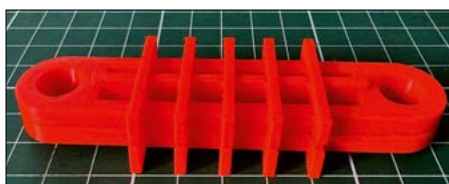


Bild 2: ... und im zusammengeklebten Zustand. Fotos: DM6RAC

Arbeitsgrundlage hierfür ist ein CAD-Programm, mit dem man in der Lage ist, 3D-Objekte zu erstellen [1]. Für den Heimgebrauch eignen sich Anwendungen wie *FreeCAD* [2] oder *Autodesk Fusion*. Letzteres kommt bei mir zur Anwendung. Zwar handelt es sich um ein kommerzielles Programm, für Privatanwendungen ist es jedoch kostenlos nutzbar.

Die von mir erdachte Konstruktion kann leider aufgrund der nach oben und unten überstehenden Stege nur mithilfe von sogenannten *Stützstrukturen* gedruckt werden. Dies führt allerdings zum einen zu einem erhöhten Verbrauch an Druckmaterial, zum anderen lassen sich die Stützstrukturen nach dem Druck oft nur mit Mühe wieder rückstandslos entfernen.

Daher konstruierte ich nur eine Hälfte des Isolators, druckte diese zweimal aus und klebte beide Teile dann zusammen, Bilder 1 und 2. Hierzu eignen sich Sekunden- oder Zweikomponentenklebstoff oder speziell für das jeweilige Filament geeignete Produkte.

Zur weiteren Materialersparnis kann es empfehlenswert sein, das Werkstück nicht als Vollmaterial, sondern mit Hohlräumen, dem sogenannten *Infill*, zu drucken. Als Infill-Muster bieten sich *Gyroid* oder *Bienenwaben* mit einer Füllichte von 40 % an; beide führen meist zu einer ausreichenden Stabilität.

Das für Antennenisolatoren verwendete Filament muss UV- und witterungsbeständig sein. Diese Anforderungen werden von PLA (*Polyactic acid*) möglicherweise nicht erfüllt, weshalb ASA (*Acrylester-Styrol-Acrylnitril*) oder PETG die bessere Wahl ist. ASA besitzt ähnliche Eigenschaften wie das oft eingesetzte ABS (*Acrylnitril-Butadien-Styrol*), ist jedoch bedeutend witterungsbeständiger.

ASA hat aber auch einige Nachteile: So können beim Drucken Gesundheitsgefährdungen durch die freigesetzten Dämpfe sowie eine intensive Geruchsbelastigung entstehen. Daher sollte es nur in gut durchlüfteten Räumen verarbeitet werden. Zudem neigt es zum sogenannten *Warping*, einem Vorgang, bei dem sich das Druckmaterial an den Werkstückkanten von der Druckplatte löst, was zu einem fehlerhaften Druckergebnis führt.

PETG ist mit Glykol modifiziertes PET (*Polyethylenterephthalat*). PET begegnet uns täglich u.a. in Form von Getränkeflaschen. PETG ist ebenfalls UV- und witterungsbeständig. Es lässt sich un-

kompliziert drucken, da es sich ähnlich wie PLA verhält. Nicht zuletzt aus diesem Grund verwende ich es überwiegend. Für welches Filament man sich auch entscheidet, es empfiehlt sich immer, die technischen und Sicherheitsdatenblätter zu beachten.

■ Kabelstützen

Für ein anderes Projekt benötigte ich eine Vorrichtung, um Koaxialkabel etwas oberhalb des Erdbereiches verlegen zu können. Entsprechende Konstruktionen aus Metall zu fertigen, ist sehr aufwendig, weshalb ich mich entschloss, auch hier die Möglichkeiten des 3D-Drucks zu nutzen und einige Klemmschellen für zwei Kabel zu konstruieren, die sich auf eine Edelstahlstange stecken lassen, Bild 4.

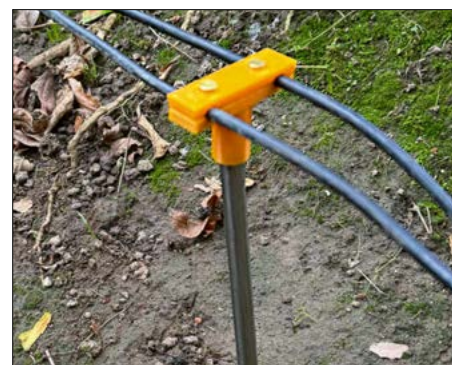


Bild 4: Im 3D-Druckverfahren hergestellte Halterung für zwei Koaxialkabel

Die Verbindung zwischen beiden Klemmbacken erfolgt mittels Schrauben. Diese sollten aus Edelstahl oder Messing bestehen, um Korrosion vorzubeugen.

Im 3D-Druck mit Filamenten gelingt es nicht immer, die gewünschte Maßhaltigkeit zu erzielen. In Abhängigkeit von der Größe der Düse, dem Schrumpfungsverhalten des Materials bei Abkühlung und der Schichthöhe kommt es daher oft vor, dass Bohrungen kleiner ausfallen als im CAD-Programm festgelegt. Hier hilft es, diese final mit einer Reibahle oder einem Bohrer nachzuarbeiten.

■ Geräteablage

Gelegentlich besteht Bedarf an einer stabilen, aber auch optisch ansprechenden Geräteablage, Bild 3. Hierfür bieten sich



Bild 3: Geräteablage aus farblos eloxiertem Aluminiumprofil vom Typ Nut 6 B

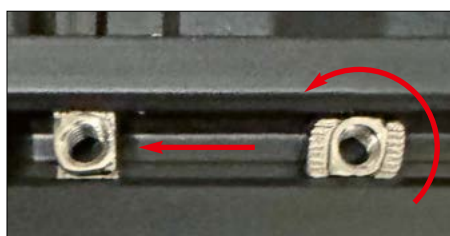


Bild 5: Hammermutter ...

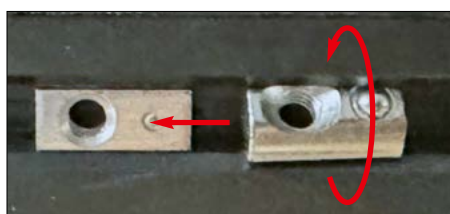


Bild 6: ... und Nutenstein vor und nach dem Drehen bzw. Einschieben

beispielsweise Aluminiumprofile an. Für den Einsatz in meinem Shack und in der Werkstatt entschied ich mich für ein Profil vom Typ *Nut 6 B* in den Abmessungen 20 mm × 20 mm. Dieses ist ausreichend stabil und wirkt auch nicht zu wuchtig. Für eine einwandfreie Montage ist es erforderlich, die Profile exakt auf 90° zuzuschneiden. Wenn man über eine entsprechende Säge und das handwerkliche Können verfügt, bietet es sich an, Meterware zu kaufen und diese Arbeiten dann selbst durchzuführen. Alternativ lassen

sich im Internet zahlreiche Lieferanten finden, welche die Profile auch nach Wunsch präzise abgelängt liefern. Zur Montage benötigt man sogenannte *Hammermuttern*, Bild 5, oder *Nutensteine*, Bild 6. Diese sind für verschiedene Schraubgewinde erhältlich. Bei der Auswahl ist darauf zu achten, dass sie zu dem verwendeten Profil passen. Hammermuttern sind schmaler als Nutensteine und werden nach dem Einlegen in die Profilenuten um 90° gedreht. Beim Befestigen mit der Schraube sollte man sie aber unter Spannung halten, damit sie diese Lage nicht wieder verändern. Nutensteine haben den Vorteil, dass sie sich nicht verdrehen können. Um ein



Bild 7: Innenwinkel der Geräteablage; die Madenschrauben sind hier noch nicht eingefügt.

Wegrutschen zu verhindern, besitzen sie an der Unterseite eine federnd gelagerte Kugel, die auf die Innenseite des Profils drückt. Nutensteine sind ohne und mit Steg erhältlich. Letztere haben den Vorzug, dass sich das Gewinde automatisch auf die Mitte der Nut zentriert.

Um die Aluminiumprofile schlussendlich miteinander zu verbinden, gibt es verschiedene Optionen. Am preisgünstigsten sind Winkel, die auf das Profil aufgesetzt werden. Eine andere Möglichkeit sind Innenwinkel, welche sich in das Profil einschieben und mit Madenschrauben befestigen lassen, Bild 7. Das fertige Gestell kann abschließend mit Platten aus Sperrholz oder ähnlichen Materialien komplettiert werden.

Die STL-Dateien für den Antennenisolator und die Kabelstütze stehen im Download-Bereich unter www.funkamateur.de zum Abruf bereit. **dm6rac@dark.de**

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Bischof, J., DM6RAC: 3D-Druck in der Hobbypraxis – Erfahrungen und Tipps. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 3, S. 229–231; H. 4, S. 326–327
- [2] Sommer, F., DC8FG: Objektdesign für den 3D-Druck mit der Software FreeCAD. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 190–193
- [3] Dold Mechatronik GmbH: Aluminiumprofile. www.dold-mechatronik.de/Aluminiumprofile-und-Zubehoer-I-Typ-und-B-Typ

Einfacher Mantelstromdetektor



Bild 1: Mantelstromdetektor für den stationären Betrieb Foto: DC8FG

Beim Betrieb meiner selbstgebauten endgespeisten Dreiband-Halbwellenantenne machten sich einige Phänomene bemerkbar, die meinen Verdacht auf das Thema Mantelströme lenkten. Da diese zudem je nach Band unterschiedlich stark ausgeprägt schienen, suchte ich nach einer Möglichkeit, deren Auftreten sowie die Wirksamkeit verschiedener Mantelwellensperren untersuchen zu können. Das in [1] veröffentlichte Schaltbild einer HF-Stromzange diente als Basis für das nachfolgend beschriebene Projekt.

Die Schaltung der Einweggleichrichtung erstellte ich auf einem Stück Lochrasterplatine. Eine Hälfte des bei www.reichelt.de unter der Artikelnummer *Ferritring 9,0* erhältlichen Klappferrites bewickelte ich mit sieben Windungen isolierter Litze 0,14 mm².

Als Indikatoranzeige kommt ein 3-V-Drehspulinstrument zum Einsatz, da ich beim ersten Test mit einem Digitalmultimeter feststellte, dass bei einer Sendeleistung von 10 W bis zu 3 V induziert werden und sich auch bei nur 100 mW die Existenz von Mantelströmen noch sicher nachweisen lässt. Da mir jedoch die Anzeige zu unruhig war und ich die nach Bild 2 aufgebaute Schaltung zwecks Änderung von

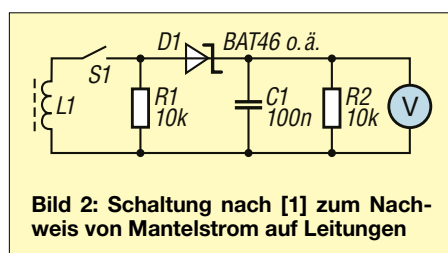


Bild 2: Schaltung nach [1] zum Nachweis von Mantelstrom auf Leitungen

C1 bzw. R2 nicht auftrennen wollte, legte ich der Einfachheit halber einen Elektrolytkondensator mit experimentell ermittelten 1000 µF parallel zum Schaltungsausgang. Um bei höheren Sendeleistungen das Messwerk vor Zerstörung zu bewahren, lässt sich der Stromfluss von der Spule zur Schaltung durch S1 unterbrechen.

Damit sich der Mantelstromdetektor künftig möglichst unkompliziert in die Antennenleitung einschleifen lässt, verwendete ich ein Stück RG58, das ich über zwei im 3D-Druck hergestellte Buchsen durch ein Gehäuse von [2] und den Klappferrit führte. Als Anschluss dienen je ein PL259-Stecker und eine SO239-Buchse.

Zu beachten ist, dass die angezeigten Werte lediglich relativ sind. Zur Beurteilung, ob Mantelströme vorhanden sind und wie sich ihr Auftreten darstellt, reichen diese Informationen jedoch völlig aus.

Frank G. Sommer
dc8fg@dark.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Schnorrenberg, W., DC4KU: Optimaler Betrieb einer endgespeisten Halbwellenantenne. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 4, S. 341–345
- [2] Otto Schubert GmbH: Gerätegehäuse. www.schubert-gehaeuse.de/geraetagehaeuse.html

Erkennung und Vermeidung von Gleich- und Gegentaktstörungen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Störsignale können nicht nur Funktionsprobleme bei elektronischen Geräten hervorrufen, sondern auch zu Schäden führen. Nachfolgend werden sowohl die Ursachen für bestimmte Arten von Störungen erläutert als auch Hinweise zu deren Vermeidung gegeben. Ein Hauptgrund für Gleichtaktstörungen sind unbeabsichtigt entstehende Erdschleifen. Diese lassen sich jedoch durch das Befolgen einiger Grundregeln umgehen.

Elektronische Geräte sollten sicher und zuverlässig funktionieren, auch wenn elektrische oder magnetische Störquellen vorhanden sind. Die zugrundeliegenden Einflüsse wurden schon vor Jahren unter dem Begriff *elektromagnetische Verträglichkeit* (EMV) zusammengefasst, z. B. in [1]. Seither werden gesetzliche EMV-Vorschriften und EMV-Standards festge-

In diesen sind Einzeladern vorhanden, die in der Regel unterschiedliche Potenziale aufweisen. Das reicht von der Versorgungsspannung über Datenpegel bis hin zum Bezugspotenzial, häufig als Masse bezeichnet. Starke magnetische Felder können auf diesen Einzelleitungen Spannungen induzieren, ebenso können starke elektrische Felder Spannungen kapazitiv einkoppeln.

Prinzipbedingt nehmen alle Kabel Störungen auf, selbst wenn sie über eine Abschirmung verfügen. So wird z. B. bei einem Koaxialkabel ein Schirmmaß angegeben, das aussagt, wie viel vom äußeren Störpegel den Innenleiter erreicht. Da dieser Wert endlich ist, dringt selbst bei guter Schirmung eine in der Nähe des Kabels vorhandene Störung um z. B. 75 dB gedämpft ein.

Da die Abschirmung bei beidseitiger Verbindung mit dem Bezugspotenzial als zusätzlicher Leiter fungiert, leitet sie Störströme an die angeschlossenen Geräte weiter oder koppelt diese bei niedrigen Frequenzen auf die Einzelleitungen. Dabei muss man Gegentakt- und Gleichtaktstörungen unterscheiden, die andere Auswirkungen haben.

■ Gegen- und Gleichtaktsignale

Die Übertragung von Signalen ist zwar von der Anwendung abhängig, erfolgt aber in der Regel über zwei Adern eines Kabels oder einer Leitung nach dem Gegentakt- oder Gleichtaktverfahren. Bei der Signalübertragung fließt der Strom über einen Draht zum Empfänger und über den anderen zum Sender zurück, Bild 1. Lässt man die Dämpfung der Leitungen außen vor, haben die Ströme in beiden Adern gleiche Pegel. Dementsprechend hat die Spannung beider Drähte bezogen auf das Bezugspotenzial GND eine umgekehrte Polarität. Diese Ströme und Spannungen werden als Gegentaktströme bzw. Gegentaktspannungen bezeichnet. Für die Signale nutzt man den Begriff *Gegentaktsignale*.

Bei *Gleichtaktsignalen* wird über beide Adern das Signal mit gleichem Pegel und gleicher Polarität übertragen, Bild 2, wobei sich die Angaben wiederum auf den Masseanschluss GND beziehen.

Die Begriffe Gleich- und Gegentakt betreffen nicht nur die zu übertragenden Signale. Auch Störsignale lassen sich so klassifizieren.

Gleich- und Gegentaktsignale treten aber nicht nur im Zusammenhang mit Kabeln auf, denn z. B. auch über die auf Leiterplatten vorhandenen Leiterzüge werden Daten übertragen. Folglich können auch dort Gleich- oder Gegentaktstörungen auftreten.

Gegentaktstörungen werden in der Regel über nebeneinander liegende Drähte eines Kabels aufgenommen und können durch induktive oder kapazitive Kopplung verursacht werden. Die in Bild 1 rot eingezeichneten Störströme bewegen sich in entgegengesetzte Richtungen, ebenso wie die Signalströme, was zu Überlagerungen führt. Am Ausgang entsteht die Gegentaktspannung U_G , Bild 3. Das empfangene Signal ist aufgrund der Überlagerung nicht mehr mit dem gesendeten identisch.

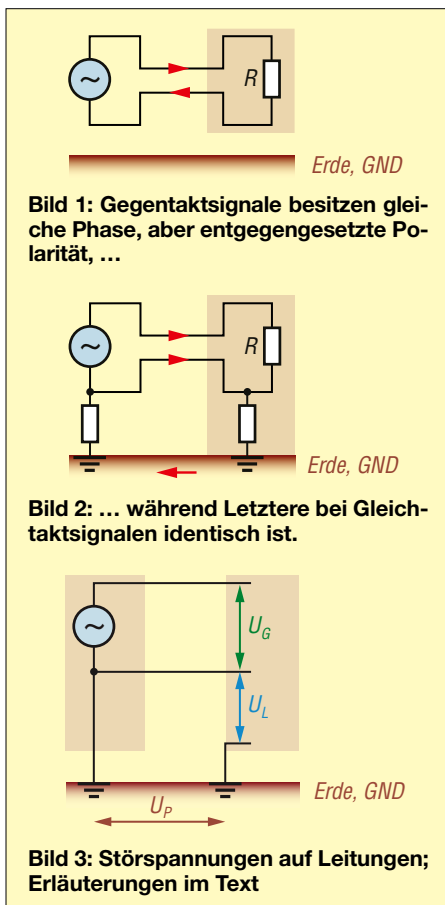
Gegentaktstörungen lassen sich durch Filter reduzieren. Dabei ist der Frequenzbereich des zu übertragenden Signals zu beachten. Vor allem in den Betriebsspannung führenden Leitungen sind Tiefpassfilter nützlich. Das Verdrillen der Einzelleitungen kann solche Störsignale ebenfalls reduzieren. Beispiele dafür sind verdrehter *Klingeldraht* und die ebenfalls verdrehte Leitungsführung in CAT-Kabeln.

Gleichtaktstörungen entstehen ebenfalls durch externe Störquellen, die auf beide Adern einer Leitung kapazitiv oder induktiv eingekoppelt werden. Gegenüber einer Gegentaktstörung fließen die Störströme jedoch in die gleiche Richtung, Bild 2. Auf der Empfangsseite entsteht so die Gleichtaktstörspannung U_L , Bild 3. Nur selten sind Gleichtaktstörspannungen allein vorhanden, in der Regel gibt es gleichzeitig auch Gegentaktstörungen.

Die als Erd- oder Masseleitung bezeichnete Verbindung ist stets mit einem Widerstandswert belastet, der zwischen beiden Seiten einer Signalverbindung zu einer Potenzialdifferenz U_P führt, Bilder 3 und 6.

■ Erdschleifen

Störsignale können auch innerhalb von Gehäusen entstehen [2]. Zwar nutzt man für viele Geräte abschirmende Metall-



legt, die eingehalten werden müssen, damit sich elektronische und elektrische Geräte nicht gegenseitig unbeabsichtigt beeinflussen.

Die Wege, auf denen Störsignale in Geräte gelangen können, sind vielfältig. Die überwiegende Anzahl besitzt Anschlusskabel, sei es für die Stromversorgung oder die Daten- bzw. Signalübertragung.

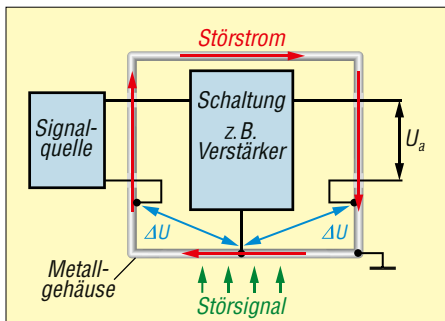


Bild 4: Beim getrennten Anschluss von Masseverbindungen in Gehäusen entstehen Erdschleifen, die das Störsignal aufnehmen und zu den Signalleitungen übertragen.

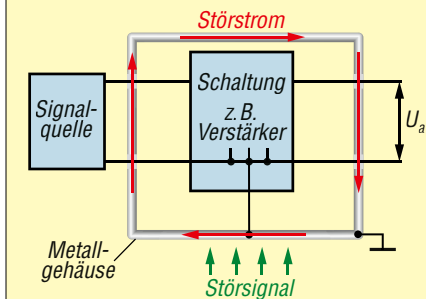


Bild 5: Sind alle Komponenten im gemeinsamen Gehäuse nur an einem Punkt mit diesem verbunden, werden Erdschleifen verhindert.

gehäuse, doch die Masseanschlüsse von Teilschaltungen werden oft separat mit dem Gehäuse verbunden, Bild 4. Solch ungünstige Verbindungen der Masseanschlüsse führen zu *Erdschleifen*.

Im Beispiel befindet sich eine Verstärkerplatine im Gehäuse, deren Massekontakt über einen Draht am Metallgehäuse liegt, ebenso wie die metallischen Gehäuse der Ein- und Ausgangsbuchsen. Auf den ersten Blick ist alles in Ordnung, da alle Masseanschlüsse über das Metallgehäuse miteinander verbunden sind.

Das von außen eingekoppelte Störsignal erzeugt jedoch einen Störstrom im Gehäuse. Durch diesen ist entlang des Gehäuses ein gewisser Spannungsunterschied messbar und die drei hier eingezeichneten Massebefestigungen liegen nicht mehr auf demselben Potenzial.

Als Störsignalquelle kann bereits ein in der Nähe liegendes Kabel fungieren. Auch starke elektrische oder induktive Felder können Störströme verursachen. Um diese zu vermeiden, ist ein Aufbau entsprechend Bild 5 empfehlenswert. Der Unterschied zu Bild 4 besteht nur in den Masseanschlüssen. Die der Anschlussbuchsen sind nun direkt mit dem Verstärker verbunden und nur dieser besitzt eine leitende Verbindung zum Gehäuse. Damit existiert nur ein einziger Erdungspunkt.

Der auch hier mögliche, im Gehäuse fließende Störstrom kann keine unterschiedlichen Potenziale zwischen Masseanschlüssen hervorrufen. Diese Art der Erdung kann man besonders gut in älteren Geräten erkennen. Dort sind alle Schaltungspunkte, die geerdet werden müssen, sternförmig zu einem einzigen Punkt am Metallgehäuse geführt.

■ Schutzisolierte Schaltnetzteile

Unzulässig hohe Spannungen können selbst bei schutzisolierten Netzteilen auftreten, die augenscheinlich gar keine Verbindung zum Schutzleiter haben und bei denen demzufolge auch keine Erdschleifen und somit Störspannungen auftreten können. Solche Spannungsversorgungen sind heutzutage in Form von Steckernetzteilen sehr weit verbreitet. Doch die an beiden Anschlüssen gegenüber Massepotenzial messbaren Spannungen sind keine Gleichtaktstörungen wie im beschriebenen Sinn, auch wenn sie an beiden Anschlüssen mit gleicher Polarität gleichzeitig auftreten. Es sind vielmehr *Offsetspannungen*.

Misst man beispielsweise an einem USB-Steckernetzteil die Spannung zwischen einem der Ausgänge der USB-Buchse und einem geerdeten Gegenstand, sind teilweise erhebliche Werte von einigen Volt bis zu mehreren Zehn Volt zu verzeichnen. Diese Spannung ist jedoch nur mit einem hochohmigen Multimeter messbar. Kommt hingegen ein Drehspulmessinstrument zum Einsatz, bricht die Spannung sofort zusammen. Ein nennenswerter Stromfluss tritt nicht auf.

Diese Offsetspannungen sind schaltungsbedingt bei jedem schutzisolierten Schaltnetzteil vorhanden, selbst wenn dieses konform zu den geltenden Normen aufgebaut ist. Man sollte sich als Hobbyelektroniker und somit Anwender jedoch Gedanken zu möglichen Auswirkungen machen.

Da elektronische Schaltungen heutzutage vielfach hochohmige Eingänge besitzen,

können diese beim Kontakt mit dem Plus- oder Minuspol solch eines Steckernetzteils durch die hohen Offsetspannungen zerstört werden.

Es genügt beispielsweise, einen Ausgang des Schaltnetzteils in der einen Hand zu halten und mit der anderen einen der Logikeingänge der Schaltung zu berühren. Zwar ist man selbst relativ hochohmig, sodass kein nennenswerter Strom fließt. Doch bei einer wesentlich höheren Spannung als für den Logikeingang zulässig, kann auch eine in Reihe zur Betriebsspannung im jeweiligen Schaltkreis vorhandene Schutzdiode versagen. Dann liegt die volle Offsetspannung an, was zumindest diesen Eingang des Schaltkreises zerstören dürfte.

Es ist daher ratsam, zwischen dem Masseanschluss schutzisolierter Schaltnetzteile und der Masse der zu versorgenden Schaltung einen Potenzialausgleich vorzunehmen. Dies ist bei den besagten USB-Netzteilen schon dadurch erreichbar, dass man den an dessen Buchsengehäuse liegenden Minuspol zuerst dauerhaft mit der Masse der zu versorgenden Schaltung verbindet, ohne unbeabsichtigt andere Schaltungsteile zu berühren. Anschließend kann, wie vorgesehen, die Spannungsversorgung aus dem USB-Netzteil erfolgen, denn die zuvor auch am Pluspol anliegende Offsetspannung wird über das Schaltnetzteil und die neue Masseverbindung abgeleitet.

■ Schutzmaßnahmen

Die Übertragung von Störungen durch Erdschleifen erfolgt nach dem Gleichtaktverfahren. Hier sind Filterschaltungen in der Regel nicht wirksam. Wichtiger ist der gut durchdachte Aufbau des Gerätesystems.

Wenn beispielsweise mehrere aus dem Stromnetz versorgte Geräte wie Oszilloskop, Frequenzgenerator und Frequenzzähler miteinander verbunden werden, nutze ich aus Erfahrung immer eine einzige Verteilerleiste. Mit deren Hilfe lassen sich alle Geräte an nur eine Steckdose anschließen. Bereits durch die dann kurzen Anschlussleitungen werden Erdschleifen reduziert.

Namhafte Hersteller von Messgeräten verbinden den Schutzleiter zwar mit dem Metallgehäuse, führen Masseanschlüsse jedoch galvanisch vom Gehäusepotenzial getrennt aus. Dies unterbindet Erdschleifen wirkungsvoll.

Im Audiobereich sind ebenfalls oft mehrere Geräte miteinander zu verbinden. Dazu gehören z.B. CD-Player, Vorverstärker und Endverstärker. Auch hier ist

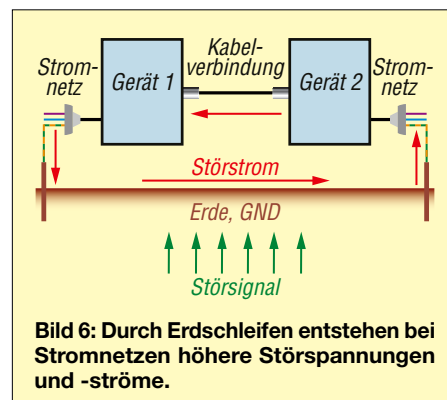


Bild 6: Durch Erdschleifen entstehen bei Stromnetzen höhere Störspannungen und -ströme.

eine sternförmige Erdung in den Geräten, wie in Bild 5 dargestellt, vorteilhaft, doch nicht immer zielführend. Durch die über Leitungen verbundenen Schutzleiteranschlüsse können infolge der Mehrfach-erdung Erdschleifen auftreten.

Da das Abtrennen des Schutzleiters jedoch unzulässig und lebensgefährlich ist, sollte man zwischen den Geräten nur Kabel verwenden, deren Abschirmung lediglich auf einer Seite mit dem Erdanschluss verbunden ist.

Wenn Transformatoren oder Schaltnetz-teile im Gerät vorkommen, sollten diese über eine zusätzliche Abschirmung und Tiefpassfilter an den Ausgängen verfügen. Beides hält Störsignale vom Rest der Geräteschaltung fern.

Kommen schutzisolierte Geräte zum Einsatz, die am zweipoligen Netzstecker zu erkennen sind, sollte man vor dem Einsatz überprüfen, ob sie zumindest eine interne Abschirmung besitzen, die von außen eingekoppelte Störsignale auf das Massepotenzial ableiten.

■ Galvanische Trennung

Bei der Signalübertragung über ein längeres Kabel kann auch eine galvanische Trennung hilfreich sein, da diese ebenfalls die Bildung von Erdschleifen verhindert. Es gibt mehrere Realisierungsmöglichkeiten. Beim induktiven Verfahren kommen Übertrager zum Einsatz, die zwar keinen Gleichstrom, jedoch Wechselspannungen passieren lassen. Beispiele sind z. B. einfache Soundkarten-Interfaces.

Die kapazitive Trennung funktioniert nach dem Prinzip von Kondensatoren. Aufgrund der Ladungsverschiebung werden Wechselspannungen durchgelassen.

Bei der optoelektronischen Trennung erfolgt die Übertragung über Licht, vorzugsweise mit einem Optokoppler.

Mittlerweile gibt es unter dem Überbegriff *Isolator* eine Vielzahl von speziellen Schaltkreisen, die nach dem kapazitiven Verfahren arbeiten. In [3] wurde beispielsweise eine Schaltung zur galvanischen Trennung beim I²C-Bus vorgestellt.

Bauelemente und Module zur galvanischen Trennung gewährleisten stets auch einen Schutz vor elektrostatischen Ladungen, der bis in den Kilovoltbereich reichen kann.

Eine Alternative zu den bisher genannten Möglichkeiten der galvanischen Trennung sind Lichtwellenleiter. Bei dem in [4] beschriebenen Projekt ist die Bildung von Erdschleifen selbst bei größeren Strecken ausgeschlossen. Außerdem las-

sen sich entsprechende Kabel im Freien oder in Bereichen mit starken elektromagnetischen Feldern verlegen, wodurch Störungen durch Gewitter oder Stromleitungen vermieden werden.

■ Gleichtaktunterdrückung

Lassen sich durch Erdschleifen entstehende Gleichtaktstörungen nicht ausschließen, sollte man bereits bei der Entwicklung der Schaltung Maßnahmen treffen, die negative Auswirkungen verhindern oder zumindest stark mildern.

Wie bereits geschildert, ruft eine Gleichtaktstörung in den beiden Übertragungsleitungen Ströme mit gleicher Phase und

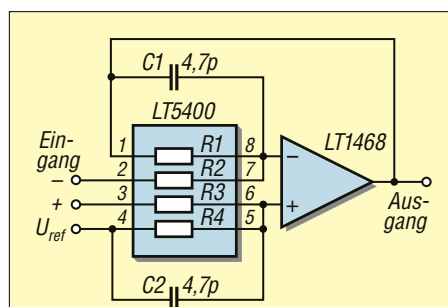


Bild 7: Mit dieser Schaltung eines Differenzverstärkers können Gleichtaktstörsignale unterdrückt werden.

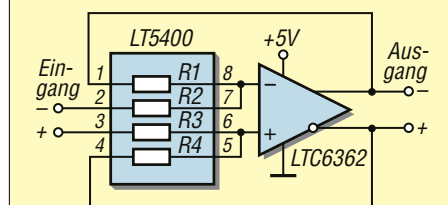


Bild 8: Bei dieser Schaltung werden Gleichtaktstörsignale unterdrückt; das Signal am Ausgang entspricht dem am Eingang.

gleichem Pegel hervor. Der Strom des zu übertragenen Signals fließt jedoch in entgegengesetzte Richtung. Beide überlagern sich demzufolge.

Bereits mithilfe einer relativ einfachen Schaltung mit einem Operationsverstärker gelingt es, Gleichtaktstörungen am Eingang einer Baugruppe zu beseitigen. Das Verfahren wird als *Gleichtaktunterdrückung* (CMR, engl. *Common-Mode Rejection*) bezeichnet.

Eine kurze Erläuterung: Operationsverstärker arbeiten nach dem Differenzprinzip. Ist die Schaltung als Gleichtaktverstärker aufgebaut, ändern sich bei einer Gleichtaktstörung die Eingangspegel um den gleichen Betrag und in die gleiche Richtung. Dadurch bleibt der Pegel am Ausgang unverändert und das Gleichtaktstörsignal wird vom Rest der Schaltung wirksam ferngehalten.

In den Bildern 7 und 8 sind zwei Grundschaltungen zur Unterdrückung von Gleichtaktstörsignalen dargestellt, die aus dem Datenblatt des LT5400 von Linear Technologie stammen. Normalerweise kann man Differenzverstärker aus einem OPV und herkömmlichen Widerständen aufbauen.

Die im LT5400 enthaltenen vier Widerstände wurden jedoch mit einer Toleranz von mindestens 0,025 % gefertigt, der A-Typ sogar mit 0,01 %. Es gibt keine durch Toleranzen entstehende Verschiebung und vom Pegel abhängige Änderung der Verstärkung des Ausgangssignals, wodurch der Differenzverstärker sehr präzise arbeitet.

Bei der Schaltung Bild 7 wird das Ausgangssignal über einen Anschluss ausgegeben, während es bei der Schaltung in Bild 8 sowohl invertiert als auch nicht invertiert zur Verfügung steht.

■ Schlussfolgerungen

Bereits aufgrund der in vielen Fällen vorhandenen Spannungsversorgung auf dem 230-V-Netz können Erdschleifen entstehen, die zu Funktionsstörungen der versorgten Geräte oder gar Defekten führen können. Man sollte also bereits vor dem Einsatz elektronischer Schaltungen überprüfen, wo solche Schleifen entstehen könnten und geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen.

Eine Prüfung darauf, ob zwischen Baugruppen Potenzialunterschiede vorhanden sind, die unweigerlich zu Ausgleichsströmen und somit Erdschleifen führen, lässt sich bereits mit einem einfachen Multimeter realisieren.

Zur Spannungsversorgung elektronischer Geräte werden heutzutage überwiegend Schaltnetzteile verwendet. Doch diese wie im durchaus sehenswerten Video auf [5] als alleiniges Übel für Gleichtaktstörungen in elektronischen Baugruppen darzustellen, ist etwas zu kurz gegriffen. Um die Ursache für das Entstehen von Gleich- und Gegentaktstörungen zu verstehen, muss man sich das gesamte Umfeld ansehen, wie im Beitrag dargestellt.

k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [1] Habiger, E.: Elektromagnetische Verträglichkeit. 2. Aufl., Verlag Technik, Berlin 1988
- [2] rke: Störungen durch Erdschleifen. radio fernsehen elektronik. 51 (2002) H. 12, S. V–VI
- [3] Sander, K.: Kapazitive galvanische Trennung im I²C-Signalweg. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 5, S. 373
- [4] Sander, K.: Störsichere Datenübertragung mit Lichtwellenleitern. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 3, S. 204–207
- [5] Döbler, A.: Die größte Seuche der Elektronik. www.youtube.com/watch?v=hKB_buROM7s

Verbesserung der Anpassung einer endgespeisten Halbwellenantenne

Dr.-Ing. CHRISTOPH KUNZE – DK6ED

Antennenexperimente sind ein interessantes Betätigungsfeld für Funkamateure. Selbst an altbekannten und scheinbar ausgereiften, einfachen Drahtantennen lässt sich die eine oder andere Optimierung vornehmen, wie im Folgenden gezeigt.

Endgespeiste Halbwellenantennen (engl. *end-fed half-wave*, EFHW) sind wegen ihrer Vorteile relativ weit verbreitet. Prinzipieller Aufbau und Funktion werden hier deshalb als bekannt vorausgesetzt. Wer darüber mehr wissen möchte, kann z. B. in [1] bis [5] nachlesen.

Durch die Einspeisung in unmittelbarer Nähe eines der Aufhängepunkte lassen sich solche Antennen recht einfach installieren und sind dadurch weniger auffällig als beispielsweise ein Dipol mit Speiseleitung. Außerdem hört man oft, sie seien im Vergleich zu anderen Antennen besonders „ruhig“. Sollten sie wirklich ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis besitzen? Ich bin dieser Frage nachgegangen und stelle im Folgenden die Ergebnisse einschließlich einiger Optimierungsideen vor.

■ Antennensimulation

Vom Grundsatz her handelt es sich bei der EFHW um einen Strahler der Länge $\lambda/2$, der an einem der beiden Enden gespeist wird. Strom- und Spannungsverteilung sind wie bei einem mittengespeisten $\lambda/2$ -Dipol (im Folgenden nur als *Dipol* bezeichnet).

Ich habe daher zunächst eine vergleichende Simulation durchgeführt, siehe Bilder 1 und 2. Beide Strahler hatten eine Drahtlänge von 41,1 m und befanden sich in einer Aufbauhöhe von 10 m. Sie waren also für eine Betriebsfrequenz von 3,65 MHz bemessen. Es ergaben sich die Werte gemäß Tabelle 1 (Sendeleistung $P = 1$ W).

In Hinblick auf die Stromverteilung waren die Ergebnisse weitgehend identisch. Die Impedanz der EFHW ist aber wegen der Lage des Einspeisepunktes sehr

hochohmig. Im vorliegenden Fall ist sie sogar deutlich höher als in manchen Veröffentlichungen dargestellt. Zur Anpassung an den Sender ist dieser Betrag abwärts zu transformieren. Durch den zwischengeschalteten Übertrager entsteht

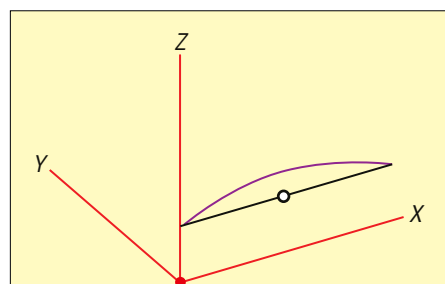


Bild 1: Simulierter Stromverlauf auf einem in der Mitte gespeisten Dipol ...

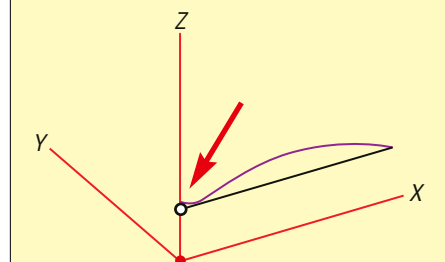


Bild 2: ... und auf einer endgespeisten Halbwellenantenne; am Übertrager im Einspeisepunkt ergibt sich eine Abweichung vom erwarteten Idealfall.

jedoch eine Dämpfung, man erkennt dies im Vergleich der simulierten Stromverläufe in den Bildern 1 und 2.

Trotz des hier angenommenen idealen Übertragers entsteht bei der EFHW be-

reits in der Simulation eine Abweichung vom idealen Stromverlauf. Selbst wenn die Abwärtstransformation gelingt, stört der nach wie hohe imaginäre Anteil der Impedanz. Es muss also selbst bei ausreichender Abwärtstransformation ein Antennenanpassgerät eingesetzt werden, um Leistungsanpassung zu erzielen.

■ Anpassungsübertrager

In der Literatur finden sich für die praktische Ausführung des Anpassungsübertragers Transformationsverhältnisse zwischen 1:49 und 1:64, siehe auch [6]. Ausgehend von einer Eingangsimpedanz $Z_E = 50 \Omega$ lassen sich somit rechnerisch mit einem angenommenen idealen Übertrager Ausgangsimpedanzen zwischen 2450Ω und 3200Ω erreichen. Diese Werte sind allerdings geringer, als sie theoretisch erforderlich scheinen.

Auffällig ist, dass diese praktisch ausgeführten Übertrager auf der Primärseite nur zwei Windungen haben. Mit dieser Windungszahl auf einem Ferritkern lässt sich fast genau eine Impedanz von 50Ω erzielen. Diese Bemessung ist eigentlich unüblich, denn grundsätzlich sollte die Windungszahl so hoch gewählt werden, dass der Wert der unbelasteten Impedanz mindestens fünfmal so hoch ist wie der erforderliche Betrag im belasteten Zustand. Im Vergleich zu dem durch Simulation ermittelten Wert ist selbst ein Transformationsverhältnis von 1:64 deutlich zu gering. Es entsteht eine Belastung des Strahlers, die stark dämpfend wirkt. Trotz dieser Fehlanpassung sind in der Praxis SWV-Werte von $s \approx 1$ festzustellen.

Um der Ursache für diesen Widerspruch auf den Grund zu gehen, habe ich ein Experiment durchgeführt und zunächst einen Übertrager auf einem Ringkern FT 240-43 hergestellt. Die primäre Wicklung bestand aus zwei Windungen. Mit einem VNWA ermittelte ich bei 3650 kHz eine Impedanz etwa 50Ω . Anschließend brach- te ich 20 Windungen als Sekundärwicklung auf. Der vollständig bewickelte Ring-

Tabelle 1: Simulationsergebnisse von Dipol und EFHW

	Dipol	EFHW
Strom in der Strahlermitte [A]	0,14	0,16
Impedanz am Speisepunkt [Ω]	$48 + j3$	$4222 - j24070$
Gewinn bei 15°	-3,8	-3
Elevation [dBi]		

Tabelle 2: Gegenüberstellung von Messwerten und Berechnungsergebnissen von Ein- und Ausgangsimpedanz der zu Testzwecken hergestellten Übertrager Tr1 und Tr2

$N_{Dr} : N_{Sek}$	Z_A / Z_E	Übertrager Tr1		Übertrager Tr2		Berechnete Werte	
		$Z_E [\Omega]$	$Z_A [\Omega]$	$Z_E [\Omega]$	$Z_A [\Omega]$	$Z_E [\Omega]$	$Z_A [\Omega]$
2:20	100	23,5	2780	19,1	2650	50	5000
2:18	81	26,6	2560	27,9	2320	50	4050
2:16	64	34,4	1960	32,8	1860	50	3200
2:14	49	39,6	1630	36,5	1570	50	2450
2:12	36	40,4	1260	41,9	1200	50	1800
2:10	25	42,8	1030	45,1	845	50	1250
2:8	16	43,9	820	50,1	534	50	800
2:6	9	44,3	478	51,6	397	50	450
2:4	4	44,9	220	52,7	184	50	200
2:2	1	45,0	45	49,9	45	50	50

kernübertrager hatte somit ein Windungsverhältnis von 1:10. Es wurden zwei Ausführungen untersucht, die in dieser Art auch kommerziell erhältlich sind. Der erste Kern wurde mit Kupferlackdraht bewickelt, siehe Übertrager Tr1 in Bild 3. Wegen der höheren Spannungsfestigkeit führte ich die Wicklungen des zweiten Kerns mit PVC-isolierter Litze aus und es entstand Tr2 in Bild 4.

Die gemessenen Werte und die rechnerisch zu erwartenden Impedanzen bei unterschiedlichen Windungsverhältnissen sind in Tabelle 2 gegenübergestellt.

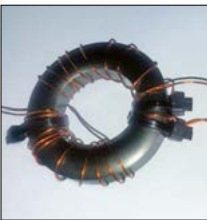


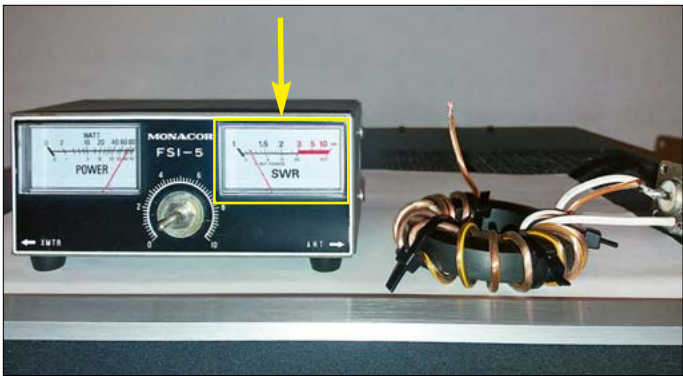
Bild 3:
Mit CuL bewickelter Anpassungsübertrager Tr1



Bild 4:
Mittels PVC-isolierter Litze hergestellter Übertrager Tr2

Man erkennt deutlich, dass die Impedanz der Primärseite absinkt, wenn die Windungszahl auf der Sekundärseite steigt. Dies geschieht selbst dann, wenn Letztere offen und somit unbelastet bleibt. Die aufgrund der Berechnung zu erwartende Ausgangsimpedanz weicht mit steigender Windungszahl immer stärker vom gemessenen Wert ab. Dies liegt einerseits an der sinkenden Eingangsimpedanz, andererseits lassen sich höhere Übertragungsverhältnisse vermutlich wegen der kapazitiven Kopplung zwischen den Windungen nicht mehr erreichen. Der mit CuL-Draht bewickelte Übertrager verhält sich geringfügig günstiger, denn bei dem mit der dickeren, PVC-isolierten Litze ist der Windungsabstand geringer und die Isolierung wirkt als Dielektrikum. Die Kapazität zwischen den Windungen ist daher höher und der Übertrager wird stärker bedämpft. Schließt man einen Übertrager mit einer Eingangsimpedanz $Z_E \approx 50 \, \Omega$ an einen Senderausgang an, würde sich auch ohne Antennenstrahler ein SWV von $s \approx 1$ ergeben, Bild 5. Die gesamte Sendeenergie bliebe dann allerdings im Kern und würde diesen aufheizen. Das auf den ersten Blick optimal erscheinende SWV wäre hier ausschließlich durch die primäre Wicklung vorgegeben. Schließt man einen solchen Übertrager ausgangseitig an eine Antenne an, ent-

Bild 5:
Die SWV-Messung an dem mit einem FT240-43 auf die übliche Weise aufgebauten EFHW-Übertrager zeigte auch ohne angeschlossene Antenne ein gutes Ergebnis.
Fotos: DK6ED



steht eine starke Dämpfung und das Spannungsmaximum ist weniger ausgeprägt. Dass eine solche Konstruktion deutlich schlechter abstrahlt als ein vergleichbarer Dipol, ist naheliegend. So lässt sich auch die Tatsache erklären, dass die Antenne als vergleichsweise „ruhig“ eingeschätzt wird. Leider sind aber in diesem Fall nicht nur die Stör-, sondern auch die Nutzsignale gleichermaßen gedämpft.

■ Verbesserung der Konstruktion

Ausgehend von den zuvor geschilderten Erkenntnissen baute ich einen neuen Übertrager. Um die Eingangsimpedanz im Leerlauf zu erhöhen, besitzt dieser jetzt auf der Primärseite vier Windungen. Wenn man dann aber das erwünschte Übertragungsverhältnis erzielen möchte, sind auch auf der Sekundärseite mehr Windungen erforderlich. Dies behindert jedoch die Wärmeabfuhr. Ich habe deshalb sekundär nur 28 Windungen verwendet. Die gemessenen und berechneten Werte für den Übertrager Tr3 sind in Tabelle 3 gegenübergestellt. Auch bei diesem Experiment sinkt die Eingangsimpedanz deutlich ab. Bevor die sekundäre Wicklung aufgebracht wurde, hatten die vier primären Windungen eine Impedanz von $180 \, \Omega$. Diese Ausführung ist also nach wie vor ein Kompromiss, aber nun stimmen die rechnerischen und die gemessenen Werte besser überein. Man muss aber feststellen, dass selbst mit diesem Übertrager die eigentlich erforderliche Impedanz nicht erreicht wird. Wesentlich sinnvoller schien es daher, den Übertrager weiter in die Mitte des Strahlers zu verschieben. Dort ist die Impe-

danz geringer und das erforderliche Übertragungsverhältnis ließe sich dann auch mit einem Ringkernübertrager ohne Zugeständnisse realisieren.

Einspeisepunkt und Resonanz

Außerdem ergibt sich noch ein anderes Problem, das bei der bekannten EFHW-Konstruktion durch die dargestellten Schwierigkeiten bei der Aufwärtsübertragung aus dem Blick gerät: Die erforderlichen Resonanzfrequenzen stehen nicht in geradzahligem Verhältnis. Wenn der Strahler die erste Resonanz bei 3,65 MHz haben soll, beträgt die erforderliche Länge 41,07 m. Dann hat der Strahler allerdings seine zweite Resonanz erst bei 7,3 MHz, also außerhalb des 40-m-Bands. Bei einer üblichen Konstruktion kann sich also auch aus diesem Grund keine akzeptable Anpassung ergeben.

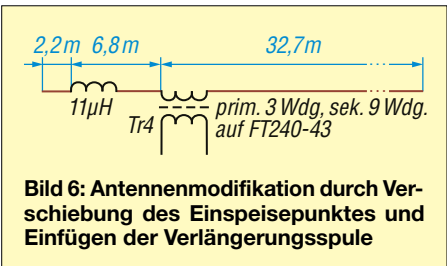


Bild 6: Antennenmodifikation durch Verschiebung des Einspeisepunktes und Einfügen der Verlängerungsspule

Bei korrekter Auslegung müsste der Strahler für das 40-m-Band mit einer Spule verlängert werden. Das Problem besteht darin, diese so zu platzieren, dass die vorhandene Resonanz bei 3,65 MHz möglichst unbeeinflusst bleibt. Unter Berücksichtigung der zuvor dargestellten Aspekte entstand eine Konstruktion, die einer Windom-Antenne glich, Bild 6, wobei jedoch ein Ast deutlich kürzer ausfiel als beim Original. Einer der Vorteile der EFHW, die Unauffälligkeit, blieb weitgehend erhalten, allerdings verbesserten sich die Strahlungseigenschaften deutlich. Der Übertrager Tr4 benötigte nur noch ein Übertragungsverhältnis von 1:9. Er wurde ebenfalls auf einen Ringkern FT240-43 gewickelt und hat auf der Primärseite

Tabelle 3: Mess- und Berechnungsergebnisse beim neuen Übertrager Tr3	
Verhältnis der Windungszahlen	4:28
Übertragungsverhältnis $Z_E : Z_A$	1:49
Berechnete Werte	
$Z_E [\Omega]$	50
$Z_A [\Omega]$	2450
Messwerte	
$Z_E [\Omega]$	45,5
$Z_A [\Omega]$	1950

drei sowie auf der Sekundärseite neun Windungen. Damit werden die sonst üblichen Bemessungsregeln für Ringkern-übertrager wesentlich besser erfüllt. Die Primärseite allein besitzt eine Impedanz von 100 Ω . Wenn die unbelastete Sekundärwicklung hinzugefügt wird, sinkt dieser Wert auf 95 Ω . Die Impedanz der Sekundärseite beträgt 840 Ω . Damit stimmen Berechnung und Messung fast überein.

Wenn sich nun ein niedriges SWV auf der Antenne einstellt, liegt das nicht mehr am Übertrager, sondern an den Eigenschaften der Antenne. Das Simulationsergebnis in Bild 7 zeigt, dass der Stromverlauf auf dem Strahler deutlich weniger durch die Anpassungsmaßnahmen beeinflusst wird. Das Problem der Au-

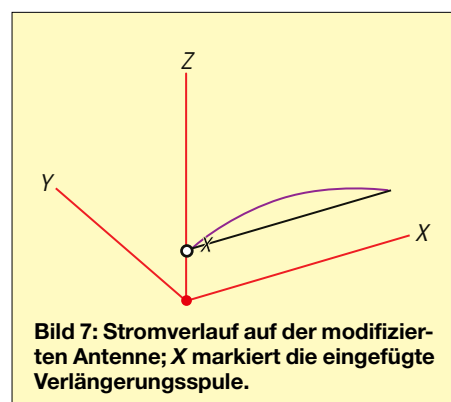


Tabelle 4: SWV-Messwerte unmittelbar am Antennenanschluss

Band [m]	f [MHz]	s_{\min}	s_{\max}
80	3,5 ... 3,8	1,4	1,6
40	7,0 ... 7,2	1,2	1,6
30	10,1	2,4	
20	14,0 ... 14,35	2,3	3,0
17	18,1	1,6	
15	21,0 ... 21,45	1,8	2,0
10	28,0 ... 28,5	2,3	2,9

ßerbandresonanz auf dem 40-m-Band löst die hinzugefügte 11- μ H-Verlängerungsspule.

Auf den meisten Bändern lassen sich danach Stehwellenverhältnisse erreichen, die man ohne Probleme mit dem internen Antennentuner eines Transceivers anpassen kann, Tabelle 4. Die Werte fallen am Ende der Speiseleitung wegen der auftretenden Dämpfung noch günstiger aus.

Fazit

Aus diesen Überlegungen ist ersichtlich, dass auch hier durch die ausschließliche Betrachtung des SWV falsche Schlussfolgerungen entstehen können. Eine EFHW erscheint breitbandig und sehr gut angepasst, diese Wirkung entsteht aber hauptsächlich durch den eingesetzten Übertrager. Man hat zwar den Eindruck, die Antenne strahle die gesamte Sendeleistung ab, aber ein Teil davon wird im Kern des Übertragers in Wärme umgesetzt,

erheblich mehr als bei anderen Antennen.

Die Dämpfung durch den Übertrager macht den Empfang „ruhiger“, aber dieser Eindruck basiert weitgehend auf Verlusten, die Stör- und Nutzsignal gleichermaßen reduzieren.

Berichte darüber, dass beim Einsatz einer EFHW wesentlich weniger örtliche Störungen entstehen als bei anderen Antennen, lassen sich mit der reduzierten Abstrahlung der Antenne erklären. Bereits die relativ geringe Verschiebung des Einspeisepunktes in Richtung Antennenmitte brachte deutliche Verbesserung.

dk6ed@t-online.de

Literatur

- [1] Erger, M., DK4FD: Selbstbau einer endgespeisten KW-Mehrbandantenne. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 12, S. 977–979; 71 (2022) H. 1, S. 49–51
- [2] Steyer, M., DK7ZB: Halbwellenstrahler – einfach endgespeist. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 5, S. 430–432
- [3] Schnorrenberg, W., DC4KU: Optimaler Betrieb einer endgespeisten Halbwellenantenne. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 4, S. 341–345
- [4] Zisler, H., DL6RAL: Endgespeiste Mehrbandantenne: Hy End Fed Antenna. FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 1, S. 65–66
- [5] Rügger, M., HB9ACC: Endgespeiste resonante Antennen. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 1, S. 54–56, H. 2, S. 170–172, H. 3, S. 280–281
- [6] Steyer, M., DK7ZB: Praxiserprobte Übertrager für endgespeiste Antennen. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 11, S. 886–890

9-V-Batterietester mit Duo-LED

Zur Spannungsversorgung netzunabhängiger Geräte nutze ich gern 9-V-Blockbatterien. In manchen Fällen ist es sinnvoll, eine Batteriezustandsanzeige vorzusehen, um besonders nach langem Nichtgebrauch auf Knopfdruck feststellen zu können, ob die Energiequelle für den bevorstehenden Einsatz noch genügend Spannung hat. Da

ich ein Gerät damit nachrüsten wollte, bei dem sowohl im Inneren, als auch an der Frontplatte nur noch wenig Platz war, sollte die Testschaltung mit einem Miniatur-Tastschalter und einer Zweifarb-LED arbeiten.

In der Bastelkiste fanden sich rot/grün leuchtende LEDs mit 3 mm Durchmesser und zwei Anschlüssen. Je nach Stromflussrichtung leuchtet eine solche LED entweder in der einen oder in der anderen Farbe. Zur Ansteuerung nutzte ich daher eine Brückenschaltung gemäß Bild 1.

Wenn per Prüftaster S1 eine Spannung an die Baugruppe angelegt wird, die unterhalb der Z-Spannung von VD1 zuzüglich der Basis-Emitter-Schwellenspannung von VT1 liegt, ist nur der obere Brückenast mit VT2 durchgesteuert und LED1 leuchtet rot. Dies entspräche einer weitgehend entladenen 9-V-Batterie und ist bei der vorliegenden Dimensionierung (VD2 unbebestückt und überbrückt) unterhalb von etwa 8,6 V der Fall. Übersteigt die angelegte Spannung den genannten Schwellwert, lei-

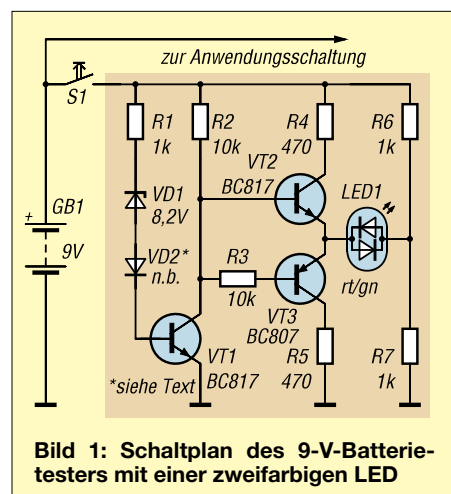
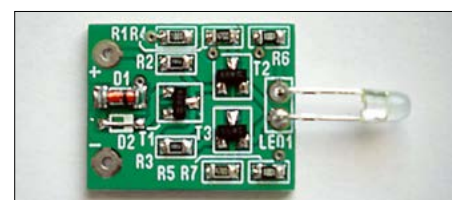


Bild 1: Schaltplan des 9-V-Batterietesters mit einer zweifarbigen LED



QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (2)

ANDREAS LINDENAU – DL4JAL

Nach der Vorstellung des technischen Konzepts und der Beschreibung der Empfängerbaugruppen auf der Hauptplatine geht es im Folgenden um den Sender und die auf der Steuerplatine untergebrachten Komponenten. Weitere inhaltliche Schwerpunkte sind die Bedienelemente und die Anzeige sowie die softwaregestützten Funktionen des Transceivers.

Ich wollte gern eine S-Meter-Anzeige auf dem Display haben und nutze daher zur Auswertung der Signalstärke den NF-Pegel am Ausgang des als Vorverstärker arbeitenden LM386. Die Verarbeitung erfolgt mit U105, dem logarithmischen Detektorschaltkreis AD8307 [4]. Dieser stellt



Bild 9: Beispiel für die Anzeige des S-Meters beim Empfang

eine Gleichspannung bereit, die vom A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers digitalisiert wird. Die Software rechnet das Resultat intern in Dezibel um, bezogen auf 1 mW und den dazugehörigen S-Meter-Wert. Das Ergebnis erscheint auf dem OLED-Display, Bild 9.

Sender

Als Anregung für die Schaltung des Senders, Bild 10, diente der Multi-Mode-Transceiver QMX+ des Bausatzherstellers QRPLabs. Allerdings habe ich die

dort in der Endstufe verwendeten vier Transistoren BS170 durch zwei HF-MOSFETs RD06HHF1 ersetzt. Auch der Typ RD06HVF1 ist geeignet. Damit ließen sich 5 W Sendeleistung auf allen Bändern erreichen und die genannten HF-MOSFETs sind außerdem robuster bei ausgangsseitiger Fehlanpassung.

Das Sendesignal stammt direkt vom Si5351-Modul und hat bereits die eingestellte Arbeits- bzw. Empfangsfrequenz. Es bedarf somit keiner weiteren Umsetzung und muss lediglich verstärkt werden.

Das HF-Sendesignal gelangt vom Schaltungspunkt HF_TX zunächst auf die Eingänge von U110 und U111. Hier handelt es sich um zwei schnelle XOR-Gatterschaltkreise vom Typ 74AHC1G86. Diese sind so beschaltet, dass ausgangsseitig ein Gegentaktsignal entsteht. Dieses wird getrennt auf je zwei parallelgeschaltete Gatter des U109 (74ACT08) geführt und verstärkt. Deren Ausgänge wiederum steuern die Gegentaktendstufe mit den HF-MOSFETs RD06HHF1 an.

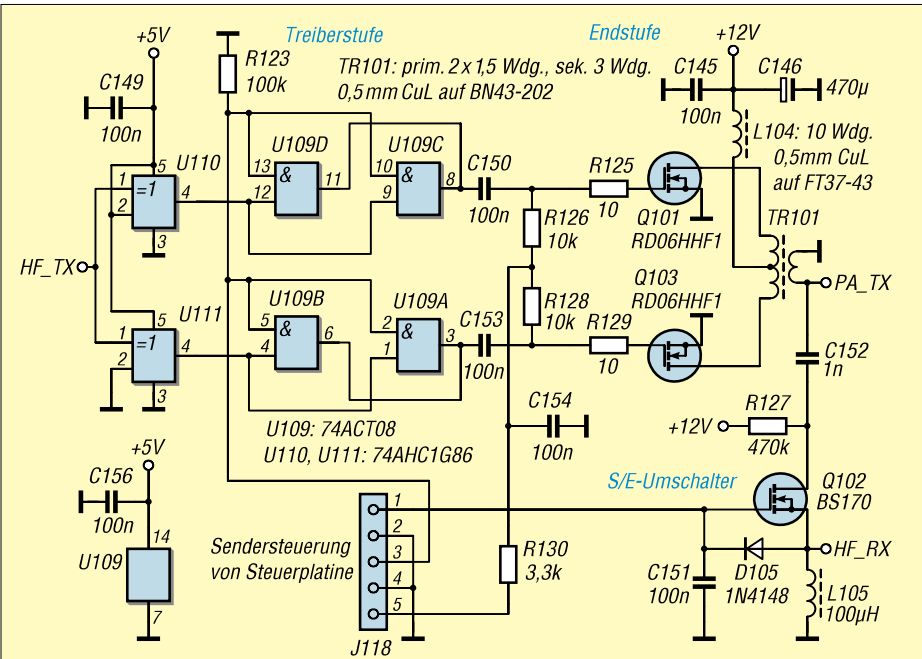


Bild 10: Schaltplan des Senders im CW-QRP-Transceiver BM10

Der Ausgangsübertrager TR101 führt die Halbwellen des Signals zusammen und passt die Endstufe an die Systemimpedanz $Z_A = 50 \Omega$ an.

Die Sendeleistung lässt sich durch Veränderung der Gate-Spannung von Q101 und Q103 beeinflussen. Der Einstellbereich reicht von wenigen Milliwatt bis hin zu etwa 5 W. Als Stellgröße dient ein pulswidenmoduliertes Signal (PWM). Dieses liefert der auf der Steuerplatine befindliche Mikrocontroller über Pin5 des Steckverbinders J118. Ich habe die Software so geschrieben, dass die Sendeleistung pro Band mit einem festen PWM-Wert gesetzt wird. Diesem Zweck dient die Menüfunktion PA PowerAdjust, dazu weiter unten mehr.

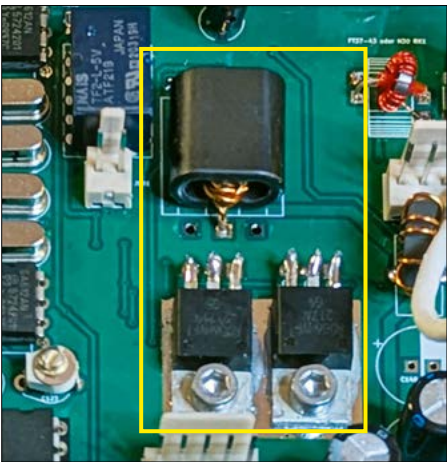


Bild 11: Endstufentransistoren und Ausgangsübertrager auf der Hauptplatine des Transceivers BM10

Am Senderausgang PA_TX zweigt das Empfangssignal über C152 ab. In der Send-Empfang-Umschaltung dient der Transistor BS170 (Q102) als elektronischer HF-Schalter. Dieser wird ebenfalls von der Software des Mikrocontrollers gesteuert. Das betreffende Schaltsignal kommt über Pin1 des Steckverbinders J118. Beim Senden sorgt es für die Auftrennung des HF-Signalwegs zum Empfänger.

Die Unterdrückung der Oberwellen erfolgt durch das Tiefpassfilter des jeweiligen Steckmoduls, siehe Teil 1 des Beitrags. Damit die Endstufentransistoren das Empfangssignal möglichst wenig dämpfen, bleibt deren Betriebsspannung auch beim Empfang eingeschaltet. In diesem Fall ist die wirksame Drain-Source-Kapazität am geringsten.

Das Sendesignal wird mithilfe der Gate-Spannung der Endstufe getastet, also zu- und abgeschaltet. Gleichzeitig erfolgt eine entsprechende Signalformung, um Tastklicks zu reduzieren.

Auf der Hauptplatine des Transceivers befindet sich ein Richtkoppler, der zur

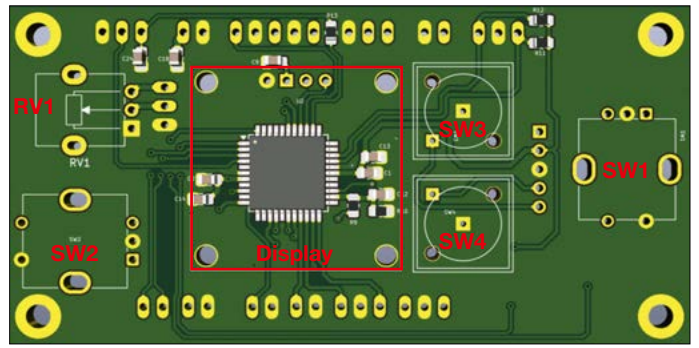


Bild 12:
Beispiel für die
Displayanzeige
beim Senden

Auskopplung der Vor- und Rücklaufspannung dient, siehe Bild 3 im ersten Teil des Beitrags. Die betreffende Schaltung geht auf eine Idee von Helmut Seifert, DL2AVH, zurück. Sie ist einfach und bedarf keines Abgleichs.

Die vom Richtkoppler gelieferten Werte werden vom A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers digitalisiert und dienen zur Berechnung von Sendeleistung und SWV. Beide Werte erscheinen beim Senden auf dem Display, siehe Beispiel in Bild 12. Durch die nicht lineare Kennlinie der

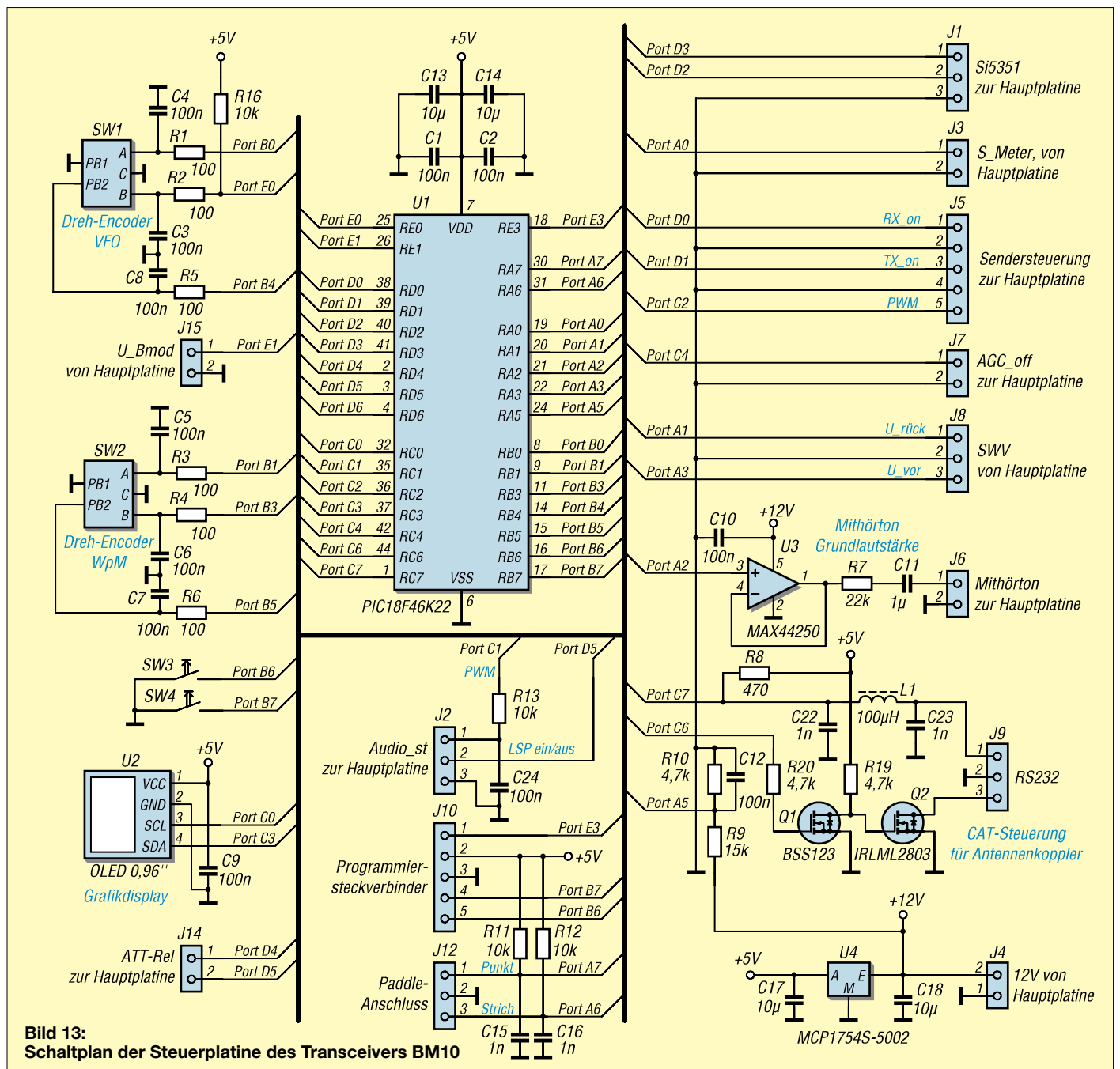
Bild 14:
Unterseite der
Steuerplatine mit
den Bestückungs-
plätzen für die Dreh-
Encoder SW1 und
SW2, die Funktions-
tasten SW3 und
SW4 sowie das
Potenziometer RV1
und das OLED-
Display; Original-
abmessungen:
88,9 mm × 45,7 mm



im Richtkoppler eingesetzten Schottky-Dioden entsteht allerdings ein gewisser Messfehler, der auch in die SWV-Berechnung eingeht. Trotzdem ist der angezeigte Wert eine gute Orientierung in der Praxis.

Steuerplatine

Wie bereits bei der Vorstellung des Konzepts erwähnt, dient ein Mikrocontroller vom Typ PIC18F46K22 [5] zur Steuerung aller Transceiverfunktionen. Ich habe die SMD-Bauform des Bauelements



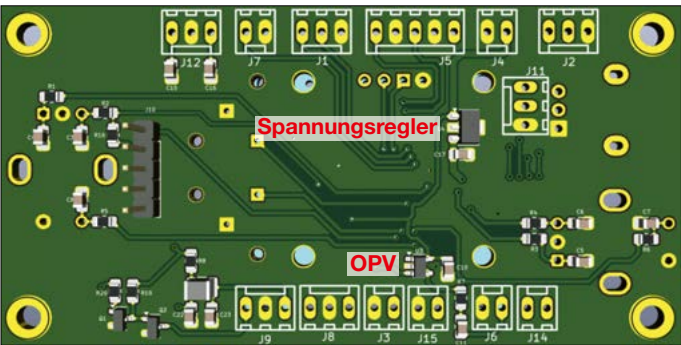


Bild 15:
Oberseite der
Steuerplatine mit den
Bestückungsplätzen
der Steckverbinder
zur Hauptplatine

gewählt, da nur relativ wenig Platz auf der Steuerplatine vorhanden war. Deren Schaltplan ist in Bild 13 zu sehen. Zur Verbindung mit den Baugruppen der Hauptplatine dienen mehrpolige *Printsteckverbinder*. Die 3D-Ansicht der Steuerplatine in Bild 14 wurde mit der Layout-Software *KiCAD* erzeugt. Der Mikrocontroller ist zentral angeordnet und gut erkennbar. Auf der dargestellten Platinenunterseite befinden sich die Bedienelemente und das Grafikdisplay. Dieses wird direkt über dem Mikrocontroller angebracht. Die übrigen Bauelemente sind auf der Oberseite platziert, siehe Bild 15.

OLED-Display

Als Display habe ich eine sehr kleine und preiswerte Ausführung eingesetzt. Trotzdem sollte es aber so viele Informationen wie möglich anzeigen. Meine Wahl fiel daher auf ein OLED-Display mit 0,96 Zoll Diagonale. Es besitzt nur vier Anschlüsse und wird über den I²C-Bus angesteuert. Die grafische Darstellung erlaubt unterschiedliche Schriftgrößen und Darstellungsformen, was allerdings auch entsprechenden Programmieraufwand und Speicherplatz erfordert.

Dreh-Encoder

Das Abstimmelement ist ein Dreh-Encoder ohne mechanische Rastung. Dieser vermittelt das Gefühl eines „echten“ VFO-Knopfs und gefällt mir besser als eine Ausführung, bei der man die Rastschritte beim Drehen spürt. Der verwendete Dreh-Encoder besitzt einen eingebauten Tastschalter. Diesen nutze ich für die RIT-Funktion. Die Abkürzung steht für *Receiver Incremental Tuning* und gehört zur Standardausstattung fast aller KW-Funkgeräte, mehr dazu weiter hinten. Die Herstellernummer des Dreh-Encoders lautet PEC12R-4020F-S0024. Ich habe ihn bei www.digikey.de gekauft. Zur Einstellung der Tastgeschwindigkeit in Wörtern pro Minute (WpM) sowie von Menüparametern und Setup-Funktionen habe ich einen zweiten Dreh-Encoder vor-

gesehen. Dieser besitzt eine Rastung und liefert 24 Impulse pro Umdrehung. Der eingebaute Taster wird für mehrere Aufgaben genutzt. Dieses Bauelement gibt es bei www.reichelt.de unter der Bestellnummer *STEC12E08*.

Funktionstasten, Lautstärkesteller

Zwischen Display und VFO-Dreh-Encoder sind zwei Tastschalter angeordnet, die mehrere Funktionen haben, Bild 18. In der Praxis dienen sie in erster Line zum Umschalten der VFO-Abstimmungsschrittweite. Für die Einstellung der Wiedergabelautstärke und damit Anpassung an die Empfangsbedingungen ist ein 10-kΩ-Potenzio- meter mit logarithmisches Kennlinie vorgesehen. Die Maximallautstärke wird digital am LM4875 eingestellt. Dafür ist die Software-Menüfunktion *LM4875 Volume* vorgesehen, siehe nächster Abschnitt.

Firmware

Die Firmware des Mikrocontrollers habe ich in *Assembler* entwickelt. Da ich gern mit dem Betriebssystem Linux arbeite, entwickle ich dort auch sämtliche Software. Für die Berechnungen verwende ich meine selbst geschriebene Gleitkomma- bibliothek, die alle gestellten Anforderungen erfüllt. Eine besondere Herausforderung waren die Programmierung des Si5351 mit seinen vielen Registern [6] und die Ansteuerung des OLED-Displays. Zum Glück gab es genügend Beispiele im Internet, wenn auch in unterschiedlichen Programmiersprachen. Diese waren sehr hilfreich. Auf meiner Website www.dl4jal.de habe ich alle Quellen offengelegt. Diese lassen sich allerdings nur mit dem Packet *gputils* unter Linux kompilieren.

Sende- und Empfangsbetrieb

Nach dem Einschalten werden der Mikrocontroller und die Peripherie initialisiert. Das OLED-Display informiert in der kleinsten darstellbaren Schrift kurz über die Hard- und Softwareversion des Transceivers. Die danach zunächst automatisch eingestellte und angezeigte Frequenz hängt vom gesteckten Bandmodul ab. Im Empfänger ist dann meist schon Rauschen zu hören. Beim Empfang wird in der obersten Displayzeile die Schrittweite der VFO-Abstimmung angezeigt, Bild 16. Nach dem Einschalten beträgt sie 50 Hz und lässt sich dann mit den beiden Funktionstasten erhöhen oder verringern.

Bild 16:
Beispiel für die
Displayanzeige
beim Empfang,
hier im 30-m-Band



In der zweiten Displayzeile ist die eingestellte Empfangsfrequenz zu sehen. Im Beispiel in Bild 16 beträgt sie 10,124 950 MHz. Die dritte Zeile informiert über die Höhe der anliegenden Versorgungsspannung (hier 13,4 V). Der eingblendete Buchstabe *L* besagt, dass der Lautsprecher eingeschaltet ist. *S6* in der gleichen Zeile ist der S-Meter-Wert des Empfangssignals. Die vierte Zeile zeigt die eingestellte Gebegeschwindigkeit des Keyers an, im Beispiel sind es 18 WpM. Beim Senden ändert sich die Displayanzeige in der dritten und vierten Zeile, siehe Bild 12. Es werden die Sendeleistung und das SWV eingeblendet.

Abfrage der Bedienelemente

Die fünf Bedienelemente des Transceivers sind in Bild 18 zu sehen. Bis auf das Lautstärkepotenziometer werden alle über die Firmware des Mikrocontrollers ausgewertet und sind dort mit den entsprechenden Funktionen verknüpft. Nicht nur die beiden neben dem Display befindlichen Tasten, sondern auch die der Dreh-Encoder sind mehrfach belegt. Die Länge des jeweiligen Tastendrucks entscheidet über die aufgerufene Funktion, siehe Tabelle 4. In Tabelle 1 im ersten Teil des Beitrags sind die mithilfe der beiden Einzeltasten

Tabelle 4: Tastenfunktionen			
Nr.	Tastenbezeichnung	Tastendruck kurz, ein Quittungston	Tastendruck lang (0,4 s), zwei Quittungstöne
1	Funktionstaste oben	Schrittweite erhöhen	Aufruf Menü
2	Funktionstaste unten	Schrittweite verringern	RIT ein
3	Taste Dreh-Encoder VFO	RIT ein	RIT aus
4	Taste Dreh-Encoder Parameter	ATT ein/aus	AGC ein/aus

auswählbaren VFO-Schrittweiten aufgeführt. Damit lässt sich jede beliebige Frequenz im Band schnell einstellen. Beim Ändern der Schrittweite erscheint der neue Wert für die Dauer von 1 s mit vergrößerter Schrift auf dem Display.

Die Anzahl der Impulse des VFO-Dreh-Encoders wird von der Software im Kanal A per Interrupt gezählt. Die Auswertung der Drehrichtung erfolgt mithilfe des Kanals B. Je nach Drehrichtung verschiebt sich daher das Impulsdigramm um 180°. Links in Bild 17 ist während der fallenden Flanke im Kanal A der Pegel im Kanal B logisch 1. Rechts, also bei entgegengesetzter Drehrichtung, ist der Pegel im Kanal B logisch 0. Normalerweise wird bei jeder fallenden Flanke (rot) im Kanal A ein Impuls gezählt. Dieser Drehgeber arbeitet mechanisch und nicht optisch. Er liefert 24 Impulse, also fallende Flanken, pro Umdrehung. Eine RC-Kombination 100 Ω /100 nF an jedem Anschluss unterdrückt das Kontaktprellen.

Mir kam jedoch die Idee, nicht nur die fallende Flanke im Kanal A auszuwerten, sondern auch die anschließend steigende Flanke (grün). Damit konnte ich die von der Software erfasste Impulszahl pro Umdrehung verdoppeln. Durch diesen Trick wurde das Abstimmgefühl am VFO-Knopf noch besser, als dies mit 24 Schritten der Fall war. Es können nun pro Umdrehung 48 Frequenzänderungsschritte ausgeführt werden. Die Interruptverarbeitung stellt sicher, dass kein Impuls verloren geht.

Der Dreh-Encoder zur Parametereinstellung liefert 24 Impulse pro Umdrehung und hat ebenso viele spürbare Rastpunkte. Er eignet sich nicht für die zuvor beschriebene Impulsverdopplung per Software. Dies ergäbe im vorliegenden Fall auch keinen Sinn, da dieser Dreh-Encoder in erster Linie zur Einstellung der Gebeschwindigkeit des Keyers und anderer Parameter vorgesehen ist. Befindet man sich in einer Menü- oder Setup-Funktion, dient er zum Ändern der Parameter. Die Ausnahme bilden Frequenzeinstellungen im Setup-Menü oder in der

Bild 18:
Frontplatte
des Transceivers
mit den Bedienelementen und dem
OLED-Display
Fotos und Screenshots: DL4JAL



RIT-Funktion. Hier wird der VFO-Dreh-Encoder benutzt.

Bandumschaltung

Um auf einem Amateurfunkband senden oder empfangen zu können, muss das dazugehörige Bandmodul gesteckt sein. Wie schon im betreffenden Abschnitt im ersten Teil des Beitrags beschrieben, führt der auf jedem Bandmodul unterschiedliche Widerstandswert von R1 letztlich zu einer spezifischen Spannung, die die Software des Mikrocontrollers auswertet. Daraufhin erfolgt automatisch die entsprechende Voreinstellung auf die CW-QRP-Frequenz des betreffenden Bandes, die im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert ist. Ebenfalls von dort ausgelesen und in einen Steuerbefehl umgesetzt wird das dazugehörige Tastverhältnis der PWM zur Einstellung der Sendeleistung. Dieser Wert lässt sich bei Bedarf über die bereits angesprochene Menüfunktion *PA PowerAdjust* für jedes einzelne Band ändern.

RIT-Funktion

Möchte man nur die Empfangsfrequenz verstellen und die Sendefrequenz nicht, ist die RIT-Funktion zu aktivieren. Diese wird z. B. dann genutzt, wenn die Gegenstelle etwas „neben der Frequenz“ liegt. Die RIT-Funktion lässt sich mittels der Tastenfunktion des VFO-Dreh-Encoders oder durch langen Druck auf die untere der beiden Funktionstasten einschalten. Die Schrittweite springt automatisch auf 10 Hz. Mit dem VFO-Knopf wird die neue Empfangsfrequenz eingestellt. Während die RIT-Funktion aktiv ist, besteht

die Möglichkeit, mithilfe der oberen Funktionstaste eine Änderung der Einstellschrittweite auf 1 Hz, 10 Hz, 50 Hz oder 100 Hz vorzunehmen. Das Zu- und Abschalten erfolgt wieder mithilfe der Taste des VFO-Dreh-Encoders oder der unteren Funktionstaste, siehe Tabelle 4.

Bild 19:
Displayanzeige
beim Einschalten
der RIT

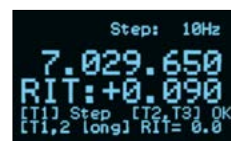
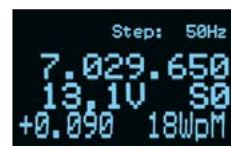


Bild 20:
Displayanzeige
bei aktiver
RIT-Funktion



S-Meter

Das S-Meter funktioniert von schwachen Signalen ausgehend bis etwa -85 dBm (entspricht S7) recht linear, danach beginnt die automatische Regelung (AGC) die Verstärkung des Produktdetektors zu reduzieren. Der NF-Pegel steigt dadurch nur noch wenig an. Dies verfälscht den Ausgabewert der S-Meter-Anzeige mehr oder weniger stark.

Ich empfehle daher, das S-Meter mit der Softwarefunktion *S-Meter cal* an die individuellen Erfordernisse anzupassen. Diese Funktion ist Bestandteil des *Setup*-Menüs, dessen Beschreibung im dritten Teil des Beitrags folgt.

Leistungseinstellung des Senders

Das PWM-Signal zur Einstellung der Verstärkung der Endstufe wird am Portpin C2 des Mikrocontrollers ausgegeben, Bild 13, siehe auch Abschnitt *Sender*.

(wird fortgesetzt)

Literatur

- [4] FA-Bauelementeinformation: AD8307 – Low-Cost-Logarithmiervverstärker DC bis 500 MHz, 92 dB Dynamikbereich. FUNKAMATEUR 48 (1999) H. 10, S. 1139–1140
- [5] Microchip: Datenblatt PIC18F46K22; www.microchip.com → Search: PIC18F46K22
- [6] G. Bock: Parametrierung des HF-Generatorschaltkreises Si5351. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 4, S. 286–289; H. 5, S. 363–365

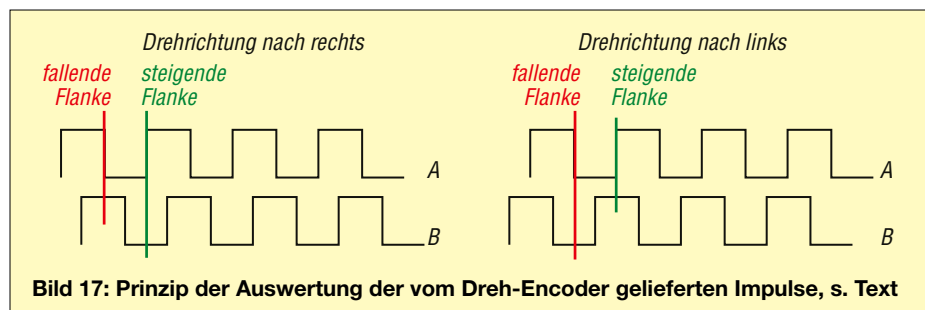


Bild 17: Prinzip der Auswertung der vom Dreh-Encoder gelieferten Impulse, s. Text

Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100 (3)

RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Im abschließenden Teil des Beitrags werden weitere Komponenten der externen Transceiverbaugruppe beschrieben. Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt ist die verwendete Sendeantenne für das 13-cm-Amateurfunkband. Hinweise zur Konfiguration der SDR-Software runden den Beitrag ab.

Im Empfangssignalweg ist der Fernspeiseweiche des LNB ein Verstärker nachgeschaltet, der in erster Linie dazu dient, die Leitungsverluste in Höhe von etwa 5 dB zu kompensieren.

432-MHz-Empfangsvorverstärker

Dieser Vorverstärker ist mit einem rauscharmen Transistor vom Typ BFG69 bestückt. Die Verstärkung wurde auf etwa 8 dB festgelegt. Das Signal-Rausch-Verhältnis beim Empfang verschlechtert sich im Vergleich zur Variante mit Montage des Pluto Plus direkt am Parabolspiegel nicht wesentlich.

In Bild 23 sind die bestückte Platine und in Bild 25 der Schaltplan des Verstärkers zu sehen. Er ist aufgrund seiner Dimensionierung für 50 Ω Systemimpedanz sehr nachbausicher und arbeitet stabil.

Die kleine Baugruppe ist ebenfalls in einem Weißblechgehäuse 35 mm × 55 mm × 30 mm untergebracht [5], [6].

Die Schaltung weist keine Besonderheiten auf. Mit P1 wird der Ruhestrom auf 15 mA eingestellt. Auch bei diesem Verstärker lassen sich die beiden Luftspulen L1 und L2 durch Aufwickeln des Kupferlackdrahts auf einen 4,5-mm-Spiralbohrer relativ einfach herstellen.

Ein 3-dB-Dämpfungsglied entkoppelt den Kollektor des Transistors vom nachgeschalteten 433-MHz-SAW-Filter des Typs TA0692. Dieses bestimmt im Wesentlichen auch den Frequenzgang des Verstärkers, siehe Bild 24. Die 3-dB-Bandbreite beträgt etwa 20 MHz. Dies ermöglicht die Unterdrückung von störenden Ober-

wellen, die z. B. durch Mobilfunksignale und ungewollte Mischprodukte im LNB entstehen können. Das SWV beträgt $s \approx 1,1$ und die Weitabselektion liegt bei etwa 50 dB. Der Eingang Rx1 des Pluto Plus wird damit wirksam vor Störquellen geschützt.

Sende-Empfangs-Umschalter

Das vom Pluto Plus kommende Sendesignal gelangt auf eine RX/TX-Umschalt-

platine. Diese existiert in zweifacher Ausführung bereits in der internen Transceiverbaugruppe. Mithilfe des low-aktiven PTT-Signals schaltet sie die Sende- und Empfangsrichtung um. Die Platine kann entfallen, wenn ein zweites Koaxialkabel für den anderen Signalpfad zur Antenne genutzt wird.

Selektiver Sendesignalverstärker

In Senderichtung folgt ein zweiter 10-dB-Verstärker mit einem BFR96S und einem 433-MHz-SAW-Filter vom Typ TA0692, wie er bereits im zweiten Teil des Beitrags beschrieben wurde. Der Ausgang dieses Verstärkers speist den Eingang des AMSAT-Up-Konverters. Insgesamt wird ein Aussteuerpegel von etwa 15 dBm am Konvertereingang erreicht (entspricht 32 mW). Das 6-dB-Eingangsdämpfungsglied des Konverters reduziert diesen Wert auf etwa 9 dBm (entspricht 8 mW). Dieser Pegel ist ausreichend, um den AMSAT-Up-Konverter voll auszusteuern.

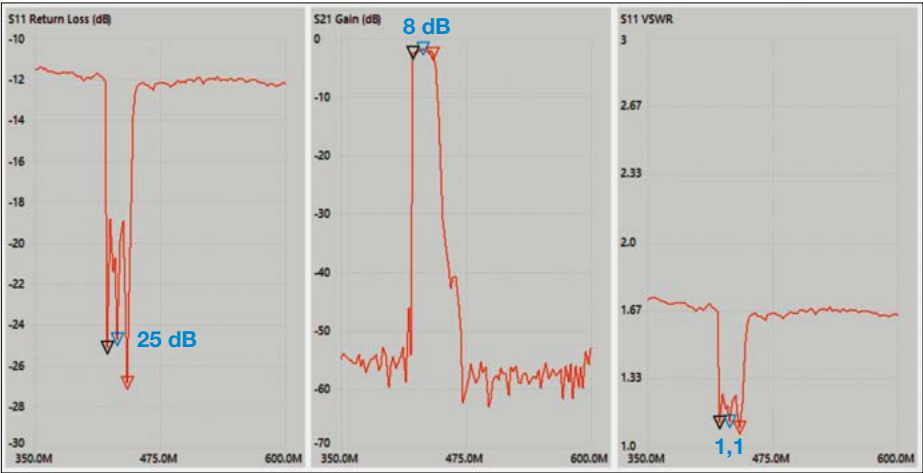
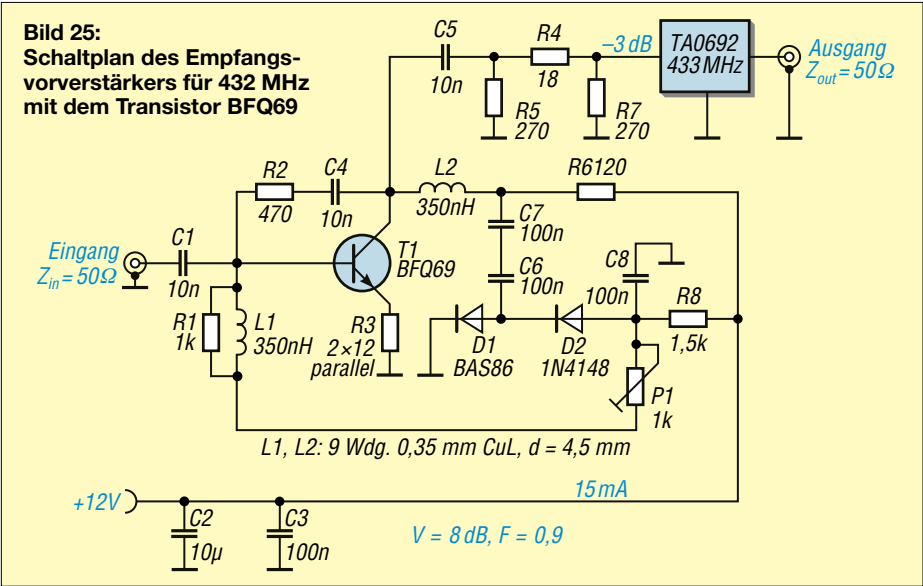
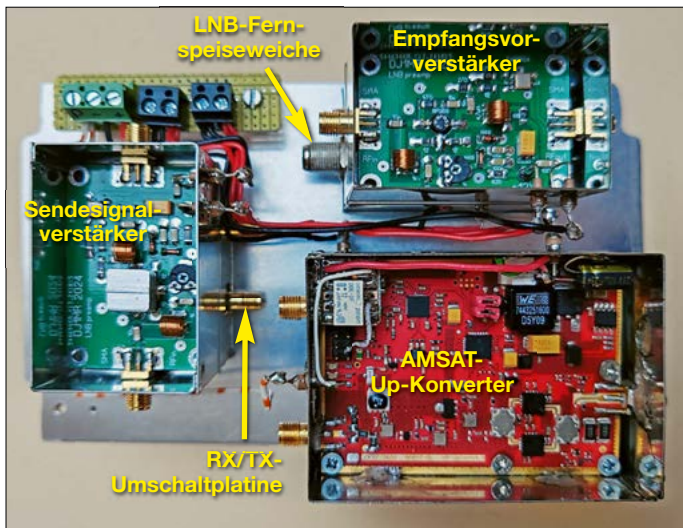


Bild 24: Gemessene Rückflusssdämpfung (links), Verstärkung (Mitte) und SWV (rechts) des Empfangsvorverstärkers im Bereich von 350 MHz bis 600 MHz; die blauen Markerwerte beziehen sich auf 430 MHz. Fotos und Screenshots: DJ1MR



Bild 23: Bestückte Platine des 432-MHz-Vorverstärkers





■ Aufbauhinweise zur externen Transceiverbaugruppe

Sämtliche aktive Komponenten sind auf einer Aluminium-Basisplatte befestigt. Diese wiederum wurde in dem BOPLA-Gehäuse verschraubt. Bild 26 zeigt diese Anordnung noch mit geöffneten Weißblechgehäusen. Gut zu erkennen sind die beiden Verstärker und der AMSAT-Up-Konverter. Unterhalb der Verstärkermodule befindet sich die RX/TX-Umschaltplatine und die Fernspeiseweiche für die Spannungsversorgung des LNB.

In Bild 28 ist das geöffnete Gehäuse mit den montierten und verkabelten Komponenten der externen Transceiverbaugruppe zu sehen. Wie beim externen GPSDO kommt auch hier ein BOPLA-Gehäuse vom Typ EM238 mit den Abmessungen 160 mm × 120 mm × 92 mm zum Einsatz. Es dient zum Schutz vor Witterungseinflüssen. Alle Kabelzuführungen wurden mit *Spinner Plast 2000* abgedichtet. Dieses Dichtungsmaterial hat sich bei mir seit Jahren gut bewährt.



Bild 27: An einer Schuppenwand installierte QO-100-Anlage mit Antenne und externer Transceiverbaugruppe (Pfeil); der Offset-Parabolspiegel hat einen Durchmesser von 80 cm.

Bild 26: Anordnung der Komponenten der externen Transceiverbaugruppe auf der Aluminiumplatte

Windungen experimentiert und die Auswirkungen auf den Empfangspegel untersucht. Durch die räumlich vor dem LNB befindliche Sendeantenne wird das Empfangssignal um etwa 3,5 dB gedämpft. Deshalb habe ich später die Windungszahl auf 3,5 verringert. Daraufhin sank die Dämpfung auf etwa 2,5 dB. Die angegebenen Werte sind mithilfe der Software *SDR Console* bestimmt worden, was eine gewisse Ungenauigkeit einschließt.



Bild 28: Blick ins geöffnete Gehäuse der externen Transceiverbaugruppe

Bild 27 zeigt die Montage der QO-100-Anlage am Geräteschuppen im Garten. Die Kabel zwischen Transceiverbaugruppe und LNB bzw. Helixantenne sind nur etwa 30 cm lang. Im Inneren des Schuppens, unmittelbar hinter der Wand, befindet sich das zweite BOPLA-Gehäuse mit dem GPSDO. Die Länge der Kabel zwischen diesem und der Außeneinheit der Anlage beträgt etwa 120 cm.

■ 2,4-GHz-Helixantenne

Für den Betrieb über den QO-100 habe ich mich für eine Helixantenne nach Klaus Haber, OE2KHM, entschieden. Zur Berechnung der erforderlichen Abmessungen stehen Online-Tools zur Verfügung, z. B. <http://jcoppens.com/ant/helix/calc.en.php>. Man gibt dort nur die Arbeitsfrequenz und die Anzahl der vorgesehenen Windungen ein. Nach der Betätigung des Buttons *Calculate* werden dann die genauen Abmessungen der Helixwendel berechnet und angezeigt.

Die auf diese Weise ermittelten Werte habe ich in die Praxis umgesetzt. Hinsichtlich des Reflektor- und des Öffnungsdurchmessers hielt ich mich an die Empfehlungen von Klaus Haber und wählte 115 mm für den äußeren und 47,5 mm für den LNB-Durchmesser. Letzteren passt man besser an den jeweils verfügbaren LNB an. Die auf diese Weise entstandene Antenne soll einen rechnerisch ermittelten Gewinn von 8,88 dBi haben.

In Bild 29 ist die aufgebaute Helixantenne zu sehen. Zunächst habe ich mit fünf

Das 2,4-GHz-Sendesignal wird über eine SMA-Buchse vom AMSAT-Up-Konverter zugeführt. Ein Anpassungsstück aus Kupferfolie transformiert den Fußpunkt-widerstand der Helixwendel von 130 Ω auf 50 Ω. Die Grafik in Bild 31 zeigt die erreichten Werte. Dabei erwies sich mein Netzwerkanalysator *miniVNA* als sehr hilfreich. Die auf 2,4 MHz gemessene Rückflussdämpfung betrug 33 dB und das SWV lag bei $s \approx 1,1$. Bei 2,3 GHz und 2,5 GHz wurden immer noch 15 dB bzw. $s \approx 1,4$ erreicht.

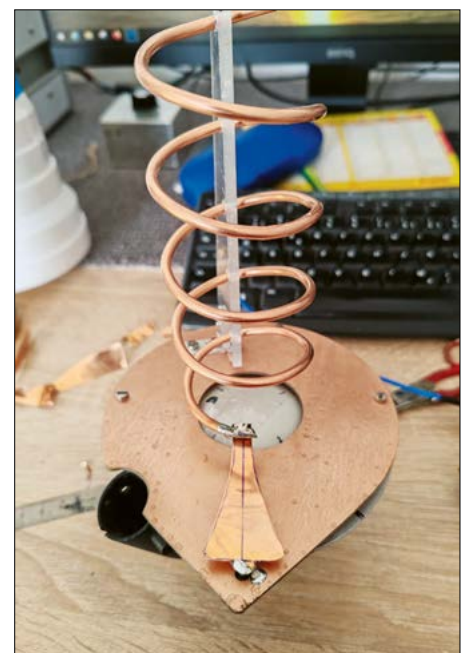


Bild 29: Konstruktive Ausführung der Helixantenne für 2,4 GHz

Die gute Symmetrie der Rückflussdämpfungswerte von jeweils 15 dB im Abstand von 100 MHz zur Resonanzfrequenz von 2,4 GHz zeigt, dass die Helixantenne auf der gewünschten Frequenz ihren maximalen Gewinn hat. Die mithilfe des Online-Tools berechneten Werte für Durchmesser und Steigung der Helixwendel erwiesen sich somit als sehr genau. In Verbindung mit dem Offset-Parabolspiegel in Bild 27 wird bei etwa 5 W Sendeleistung ein Empfangspegel von ungefähr $S9 + 5$ dB am QO-100 erreicht. Die Form des Anpassungsstücks der Helixantenne habe ich experimentell ermittelt. Dies hat einige Durchläufe erfordert. Sowohl die Helixwendel als auch die Oberfläche des Reflektors wurden vor dem Abgleich mit Schutzlack überzogen. Das Gehäuse besteht aus zusammengeklebten Plastikteilen. Als geeignet erwiesen sich Anpassungsstücke der Leitung einer Dunstabzugshaube, die man im Baumarkt kaufen kann. Damit wurde dann auch der LNB umhüllt. Wer Zugriff auf einen 3D-Drucker hat, kann sich ein form schönes Gehäuse dafür ausdrucken. Zum Schluss erhielten das Antennengehäuse und auch das der externen Transceiverbaugruppe einen UV-stabilen Schutzanstrich.

■ SDR-Software

Wie bereits erwähnt, kommt bei der hier beschriebenen QO-100-Station die Software *SDR Console* von Simon Brown zum Einsatz. Dazu ist der *Pluto Plus* unter dem Menüpunkt *Home/Select Radio/Definitions/Add* einzurichten. Die genaue Abfolge lässt sich in [2] nachlesen. Sie ist dort ausführlich beschrieben.

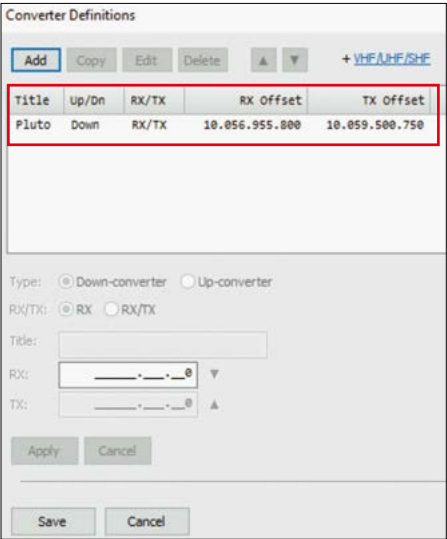


Bild 30: Programmfenster des Menüs *Converter Definitions*; die Zeile mit den Feldern der Frequenzablagewerte *RX Offset* und *TX Offset*

Bild 31: Gemessener Verlauf von Rückflussdämpfung (links) und SWV (rechts) der selbst gebauten Helixantenne im Frequenzbereich von 2 GHz bis 3 GHz; die schwarzen Marker beziehen sich auf 2,4 GHz.

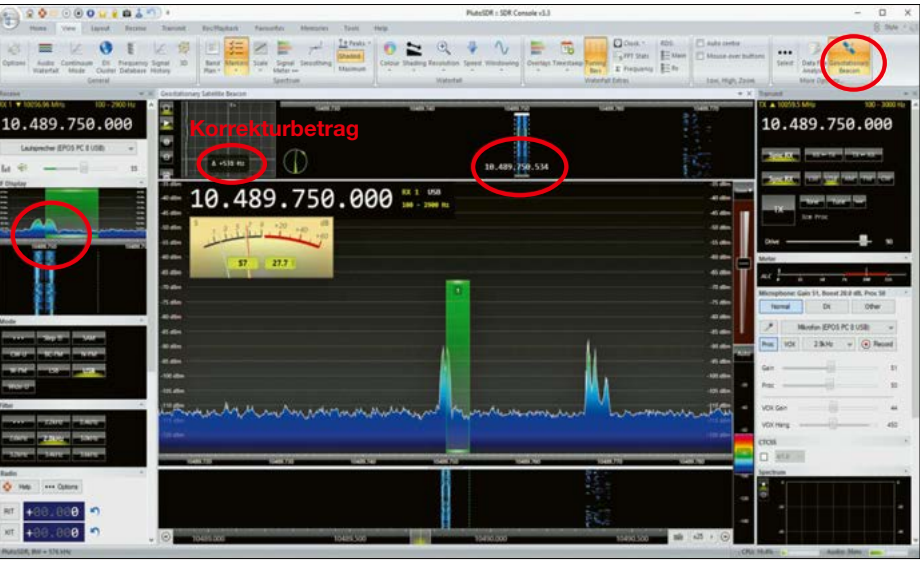
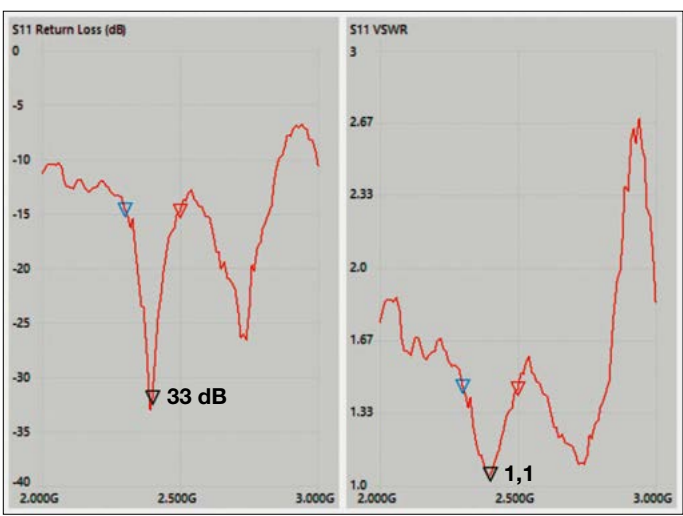


Bild 32: Programmfenster der Software *SDR Console* mit aktivierter Funktion *Geostationary Beacon*; die automatische Korrektur der Empfangsfrequenz beträgt +531 Hz im Moment der Aufnahme des Screenshots.

Da meine präferierte Lösung jedoch vom Standardkonzept abweicht, gebe ich an dieser Stelle einige Hinweise zum Einrichten des Konverters. Die betreffende Konfigurationsseite erreicht man in der Software unter *Home/Select/Radio/Definitions/Add/Definitions/*. Nach Auswahl der SDR-Hardware – in diesem Fall *PlutoSDR* – ist in dem Kästchen *Converter selection* ein Haken zu setzen und *Edit* zu wählen. Ist noch kein Konverter für den *Pluto Plus* eingerichtet, dann ist *Add* anzuklicken. Daraufhin öffnet sich das Menü *Converter Definitions*, in dem dann die notwendigen Frequenzablagen einzutragen sind, siehe Bild 30. Zuerst werden dann der Konvertertyp – im vorliegenden Fall *Down-Converter* – und in der Zeile darunter *RX/TX* ausgewählt. Für beide Richtungen sind dann die Frequenzablagen einzutragen. Für die Empfangsrichtung lässt sich die Ablagefrequenz berechnen, wenn man die Sen-

defrequenz des QO-100 bei einer LNB-ZF von 432,000 MHz kennt. Durch Recherche im Internet fand ich heraus, dass z. B. eine Sendefrequenz des QO-100 von 10 489,000 MHz am LNB-Ausgang eine ZF von 432,000 MHz ergibt. Der erforderliche Eintrag in das Feld *RX Offset* berechnet sich daher bei einem 432-MHz-LNB wie folgt:

$$\begin{aligned} f_{RX_offset} &= f_{QO-100} - f_{ZF} \\ &= 10\,489\,000\,000\text{ Hz} - 432\,000\,000\text{ Hz} \\ &= 10\,057\,000\,000\text{ Hz} \end{aligned}$$

Bei einem 739-MHz-LNB wären es stattdessen 9 750 000 000 Hz. Ein Blick in die *RX-Offset*-Spalte von Bild 30 zeigt, dass der tatsächliche Eintrag mit 10 056 955 800 Hz um 44,2 kHz vom berechneten Wert abweicht. Dies liegt daran, dass zum Zeitpunkt des Screenshots für Bild 30 der *Pluto Plus* noch mit dem internen TCXO arbeitete und daher die Referenzfrequenz geringfügig von 40 MHz abwich. Auch der TCXO im LNB

befand sich nicht exakt auf der Sollfrequenz. Die LNB-Drift kann man in gewissen Grenzen mit einem Software-Feature von *SDR Console* ausgleichen. Es nennt sich *Geostationary Beacon*. Man erkennt in Bild 32, dass die Korrektur der Empfangsfrequenz im Augenblick der Aufnahme bei +531 Hz lag.

Für die Senderichtung lässt sich die Ablagefrequenz sehr gut mithilfe der technischen Unterlagen zum AMSAT-Up-Konverter berechnen. Aus diesen geht hervor, dass bei der Auswahl 430 MHz auf Stiftleiste C1 und C2 z.B. mit der Frequenz 430,200 MHz aus dem *Pluto Plus* gesendet werden muss, um ein Signal mit 2400,200 MHz in Richtung QO-100 zu erzeugen. Die dazugehörige Empfangsfrequenz beträgt 10 489,700 MHz. Der notwendige Eintrag in das Feld *TX Offset* in Bild 30 ergibt sich dann wie folgt:

$$f_{TX_offset} = f_{QO-100} - f_{Pluto} \\ = 10\,489\,700\,000\text{ Hz} - 432\,200\,000\text{ Hz} \\ = 10\,059\,500\,000\text{ Hz}$$

Bild 30 zeigt an dieser Stelle, dass der tatsächliche Eintrag um 750 Hz abweicht. Dies liegt ebenfalls daran, dass zum Zeitpunkt des Screenshots der *Pluto Plus* noch mit dem internen TCXO arbeitete und dieser geringfügig von der Soll-Referenzfrequenz 40 MHz abwich. Der AMSAT-Up-Konverter war jedoch bereits mit einem GPSDO-Signal synchronisiert.

Neben der *SDR Console* von Simon Brown gibt es für den *Pluto Plus* übrigens noch eine sehr leistungsfähige Software, die aus der SDR-Hardware einen Spektrumanalysator mit Tracking-Generator macht.



Bild 33: Das Hauptprogrammfenster der Software *SATSAGEN* bietet eine Vielzahl von Einstellmöglichkeiten für den Spektrumanalysator und den Tracking-Generator.

Diese Software heißt *SATSAGEN* und stammt von Alberto Ferraris, IU1KVL [9]. Damit lassen sich breitbandige Messungen z.B. an Filtern, Verstärkern und Dämpfungsgliedern durchführen.

Bild 33 vermittelt einen Eindruck von den Einstell- und Anzeigemöglichkeiten von *SATSAGEN*. Im Beispiel wird der Verlauf der Eingangsspannung am Rx1-Eingang des *Pluto Plus* bei eingeschaltetem LNB und Transceiver grafisch dargestellt. Gut erkennbar ist die Wirkung des LNB-Signalverstärkers im Bereich von 420 MHz bis 445 MHz. Mithilfe dieser Software ist es somit relativ einfach

möglich, die Funktionstüchtigkeit des externen Teils des SDR-Transceivers zu überprüfen.

Schlusswort

Mein besonderer Dank für die fachliche Unterstützung bei der Entwicklung des vorgestellten QO-100-Projekts gilt Gerd Otto, DC6HL, Andreas Auerswald, DL5CN, und Johan Maas, PA3GSB.

rue.moeller@t-online.de

Bezugsquelle

[9] Ferraris, A., IU1KVL: *SATSAGEN* Download Page. www.albfer.com/en/satsagen-download-page

Einzigartig

Präzise

Schnell

Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.

Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großer 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

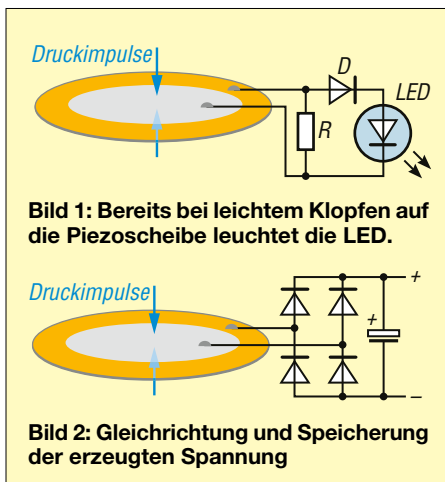
MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Energy Harvesting mit Piezokeramik

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Energy Harvesting bezeichnet den Vorgang, in der Umwelt vorhandene geringe Energiemengen zu sammeln und in elektrische Energie umzuwandeln. Diese reicht in der Praxis oft schon aus, um Sensoren mit geringem Strombedarf zu versorgen. Als Energiewandler kommen nachfolgend Piezokeramikscheiben zum Einsatz.

In Natur und Technik geht grundsätzlich keine Energie verloren. Sie wird immer nur umgewandelt. Der Begriff *Energy Harvesting* (wörtlich übersetzt: Energieernte) beschreibt die Möglichkeit, in der Umwelt vorhandene geringe Energiemengen zu sammeln und in elektrische Energie umzuwandeln. In [1] und [2] wurde bereits ein einfaches Verfahren vorgestellt, in [3] folgte ein weiteres, das aus minimalen Wärmemengen mithilfe von Peltier-Elementen eine gering belastbare Spannung erzeugt.



Nachfolgend zeige ich die „Energieernte“ mittels preiswert erhältlicher Scheiben aus Piezokeramik. Zwar ist die Energiemenge nicht sehr groß, doch reicht sie u. a. für Sensoren aus, die eine sehr niedrige Stromaufnahme besitzen und die lediglich Messwerte in größeren Abständen per Funk übertragen.

Piezoeffekt

Bereits 1880 entdeckten Jacques und Pierre Curie den Piezoeffekt [4]. Beide experimentierten damals mit Turmalinkristallen, auf deren Oberfläche bei mechanischer Verformung elektrische Ladungen entstanden. In der heutigen Zeit kommen für Piezoelemente überwiegend PZT-Keramiken (Blei-Zirkonat-Titanat) zum Einsatz.

Erste Anwendungen waren Ultraschall-Lautsprecher und Mikrofone. Später folgten auch Piezo-Antriebssysteme.

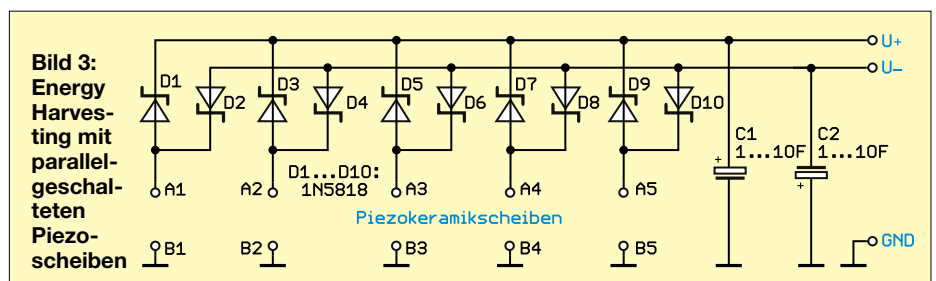
Experimente

Heutzutage steht eine breite Palette von Piezoscheiben zur Verfügung. Meist ist auf einer dünnen Messingscheibe in der Mitte die noch dünnere Schicht der Piezokeramik aufgesetzt. Bild 1 zeigt die Schaltung für ein einfaches Experiment zur Stromerzeugung. An die Piezoscheibe ist über eine Gleichrichterdiode eine LED angeschlossen. Klopft man mit dem Finger auf die Scheibe, leuchtet die LED kurz auf. Biegt sich die Scheibe wieder in die Ausgangslage, entsteht eine Ladung mit entgegengesetzter Polarität, die über den parallelgeschalteten 10-k Ω -Widerstand abgeleitet wird.

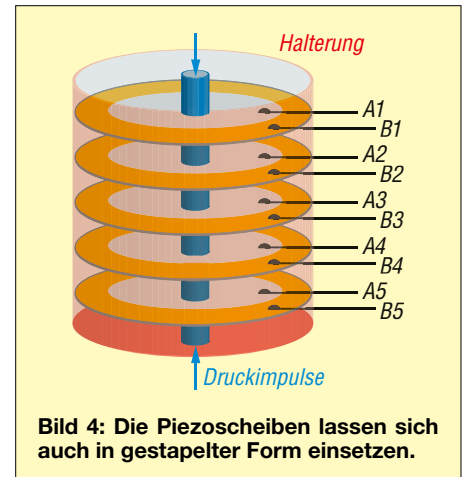
Um beide Ladungsphasen nutzen zu können, kommt in Bild 2 eine Gleichrichterbrücke zum Einsatz. Dadurch wird bei ständiger Bewegung der Piezoscheibe eine Gleichspannung erzeugt, die den Elektrolytkondensator auflädt. Schon aus dieser kleinen, unregelmäßigen Spannungsquelle lassen sich Uhren und Sensoren versorgen, wenn diese nur eine niedrige Stromaufnahme aufweisen.

Leistungserhöhung

Die durch Piezoscheiben erzeugte Leistung lässt sich erhöhen, wenn man mehrere davon wie in Bild 4 stapelt und wie in Bild 3 parallelschaltet. Das Rohr dient als Halterung für die innen befestigten Piezoscheiben. Zwischen den Scheiben sind passgenau kleine, elektrisch nicht leitende Zylinder einzufügen. Wird von oben oder unten Druck ausgeübt, z. B. durch einen sich im Wind bewegendes Gegenstand, verformen sich alle Scheiben gleichzeitig und an den jeweils herausgeführten Anschlüssen A und B liegt eine Spannung.



Die Scheiben sind über jeweils eine Schottky-Diode mit den beiden Spannungsschienen zu verbinden, die zu den beiden Speicherkondensatoren C1 und C2 führen. Es ist sinnvoll, hierfür Superkondensatoren zu verwenden, die mit Kapazitäten von 1 F bis 10 F erhältlich sind. Diese ermöglichen eine längere Energieversorgung, ohne dass ständig die Piezoscheiben bewegt werden müssen. Zur Spannungswandlung eignen sich auch spezielle ICs [5], [6].



Alternativ können die Scheiben nebeneinandergelegt unter einer Fußbodenplatte positioniert werden, sodass darüberlaufende Personen die Kondensatoren aufladen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die Piezoscheiben brechen können.

k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [1] Rednas, K.: Energieerzeugung nach dem First-Lirpa-Verfahren. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 4, S. 331
- [2] Tyczynski, T.; Schwaar, A.: Energy Harvesting – Energie aus der Umwelt ernten. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 3, S. 235–237; H. 4, S. 333–336
- [3] Sander, K.: Stromerzeugung aus Wärme mit Peltier-Elementen. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 4, S. 292
- [4] von Ardenne, M.; Musiol, G.; Reball, S.: Effekte der Physik und ihre Anwendungen. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1988
- [5] FA-Bauelementeinformation: LTC3108: Aufwärtsschaltregler für Energy Harvesting. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 4, S. 349–350
- [6] FA-Bauelementeinformation: LTC3588-1: Abwärtsschaltregler für Energy Harvesting. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 3, S. 249–250
- [7] Sanders Elektroniklabor: www.s-elabor.de

Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon

INGO MEYER – DK3RED

Ein Teleskopmast eignet sich gut als temporärer Träger für eine Drahtantenne. Der nachfolgende Beitrag zeigt, wie sich der Aufbau auf einem Balkon kippsicher, ohne größere Metallarbeiten und mit leicht verfügbaren Materialien so realisieren lässt, dass man die Konstruktion ohne Schaden an der Bausubstanz wieder zurückbauen kann. Tipps zur Nutzung runden den Beitrag ab.

Die von mir gemietete Wohnung bietet nur einen Balkon zum Aufbau von Antennen. Nach mittlerweile einem Vierteljahrhundert hatte die bisher genutzte Masthalterung witterungsbedingt gelitten [1]. Daher sah ich mich nach einem Ersatz um, der auch gleich ein paar der in der Zwischenzeit erkannten Eigenarten nicht mehr aufweisen sollte.

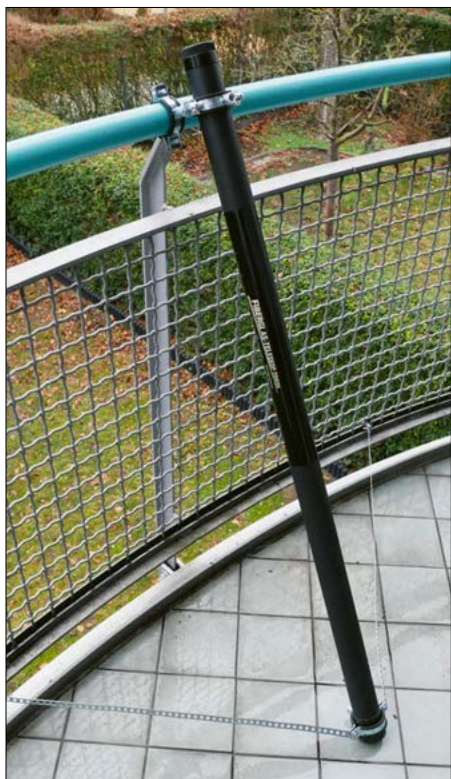


Bild 1: Ansicht des auf dem Balkon befestigten Teleskopmasts Fotos: DK3RED

■ Verwendbares Material

Der Balkon besitzt ein lackiertes Rohr als Geländer und ein mit Rostschutzfarbe versehenes Metallgitter als Brüstung. Prinzipiell wäre eine der bei vielen Händlern erhältliche Kreuzklemme zur Befestigung des Masts am Geländer geeignet. Doch zum einen kann ein GFK-Mast bei einer punktuellen Belastung einreißen und so an Stabilität verlieren. Zum anderen würden die Metallbügel einer Kreuzschelle

den Lack des im Sommer vom Vermieter wieder einmal frisch gestrichenen Geländers beschädigen. Beides galt es zu vermeiden.

Daher sah ich mich schon beim ersten Aufbau nach Alternativen im nächsten Baumarkt um. Dort sind für unterschiedliche Durchmesser HT-Schellen mit Stockschrauben erhältlich. Die bei ihnen zur Schalldämmung zwischen Rohr und Hauswand vorgesehene Kunststoffmanschette dient in meinem Fall zum Schutz des Geländers und des Masts.

Bei den alten Schellen musste ich noch die eingepressten Stockschrauben herausbrechen und durch Schlossschrauben ersetzen. Diese saßen aufgrund der viereckigen Verdickungen unter den flachen Köpfen verdrehsicher in den durch das Herausbrechen entstandenen quadratischen Durchbrüchen. Die neuen Schellen besitzen angeschweißte Gewindebolzen, in die Stockschrauben eingedreht werden.

Am Geländer verwende ich zwei Schellen der Normweite DN40. Auf den Schellen ist 39-43 eingepreßt, sodass sie sich für Rohre in diesem Durchmesserbereich eignen sollten.

Ein GFK-Teleskopmast ist prinzipbedingt konisch. Bei dem von mir verwendeten Teil sitzt am oberen Ende des einzuspannenden Segments eine Schelle der Normweite DN50 fest, wenn man deren Hälften vollständig zusammenschraubt. Eine zweite Schelle gleicher Größe passt noch auf die Kunststoffhülse am untersten Segment. Auf den größeren Schellen ist 49-53 eingepreßt. Die bisher genannten Schellen sind jeweils als Zweierpack erhältlich.

Es gibt auch schallgedämpfte Rohrschellen mit identischen Abmessungen und kurzen Gewindebolzen. Diese Schellen besitzen nur eine Schraube zum Festhalten des Rohres – auf der anderen Seite ist eine Art Gelenk vorhanden, über das sich die Schelle aufklappen lässt. Zumindest für die Befestigung am Mast sind diese Modelle nicht geeignet. Den Grund erkennt man aus den Darstellungen im Ab-

schnitt *Aufbaureihenfolge – Teil 2*. Am Geländer wären sie nutzbar, doch ich hatte mich schon für die Zwei-Schrauben-Variante entschieden.

Ich legte jedoch zwei der kleinsten verfügbaren Rohrschellen 12-14mm x M8 mit in den Einkaufskorb. Dort landeten neben zwei Gewindestiften auch zwei Sechskantmuttern, zwei Hutmuttern, sechs passende Unterlegscheiben und zwei Federringe. Außerdem kam noch Montageband 12 x 0,75mm dazu. Die 10-m-Rolle war von der Länge und Belastbarkeit her mehr als ausreichend für das Bauprojekt.

Die Materialkosten beliefen sich insgesamt auf etwa 50 €. Das klingt zwar erst einmal viel, doch schlägt bei einer als gleichlang angenommenen Nutzungsdauer die Konstruktion nur mit 2 € pro Jahr zu Buche. Die vollständige Materialliste mit den Artikelnummern des von mir gewählten Baumarkts ist als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de verfügbar.

Eine Anmerkung vorweg: Es ist nur ein Teleskopmast geeignet, dessen unterstes Segment bis über das Geländer ragt, wenn es gleichzeitig auf dem Balkonboden steht. Ein kürzer segmentierter Mast würde im Bereich zwischen den Halterungen aufgrund der im freien Teil seitlich wirkenden Kräfte quasi einen „Bauchtanz“ ausführen. Dadurch könnten die eingespannten Segmente zusammenrutschen und die gesamte Konstruktion würde ihren Halt verlieren.

■ Vorbereitungen – Teil 1

Nach dem Entfernen der Stockschrauben an allen Schellen schraubte ich in die zur Befestigung am Geländer vorgesehenen Exemplare die Gewindestifte. Jeweils eine fest aufgeschraubte Kontermutter drückt auf das Gewinde und verhindert so, dass sich der Stift ungewollt löst.

Von der Schelle, die später am Mast oben sitzt, entfernte ich die beiden Verbindungsschrauben. Die dort vorhandenen Langlöcher und mit Gewinde versehenen Bohrungen sind so weit zu vergrößern, dass die Gewindestifte hindurchgleiten können.

Statt einer Bohrmaschine und eines Bohrers verwendete ich eine Reibahle. Das Erweitern der Bohrungen von Hand dauerte so zwar länger, ergab jedoch wirklich runde Löcher und erspart das beim Bohren aus Sicherheitsgründen unbedingt erforderliche feste Einspannen der Schellen. Die vier großen Bohrungen sind danach unbedingt zu entgraten, um Verletzungen beim Zusammenbau zu vermeiden. Dafür nutzte ich einen Kegelsenker.

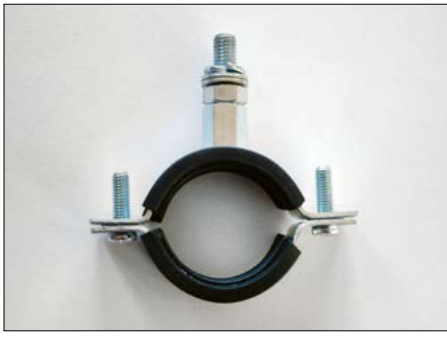


Bild 2: Eine der Schellen für das Geländer mit eingedrehtem, gesichertem Gewindestift, aufgeschobenen Unterlegscheiben und Federring ...



Bild 3: ... sowie aufgesetzter und mit Hutmutter gesicherter Mastschelle; es ist darauf zu achten, dass diese später nicht auf dem Geländer aufliegt.

■ Aufbaureihenfolge – Teil 1

Danach befestigte ich die vorbereitete obere Halterung am Geländer. Dafür wurden zuerst die kleineren Schellen am Geländer befestigt, aber die Schrauben nur leicht angezogen. Anschließend drehte ich die Schellen so, dass die Gewindestifte schräg nach oben in Richtung Balkon zeigten. Dann rutschten die nachfolgend aufgeschobenen Teile nicht herunter. Dazu zählten zwei Unterlegscheiben als Abstandshalter und je ein Federring. Letzterer verhindert das ungewollte Lockern der Schraubverbindung. Damit er seine Wirkung entfalten kann, darf er nur leicht zusammengedrückt werden. Ansonsten verwandelt er sich in eine Unterlegscheibe, Bild 2.

Dann folgte die aufgebohrte Schellenhälfte, an der kein Gewindebolzen befestigt war. Dieser wäre ansonsten bei den verwendeten, kurzen Gewindestiften auf das Geländer getroffen. Bei der Verwendung dünnerer Unterlegscheiben kann es vorkommen, dass die bereits aufgeschobene Schellenhälfte auf das Geländer trifft. Sollte dies der Fall sein, ist dies jetzt durch zusätzliche Unterlegscheiben zu korrigieren. Es dürfen jedoch nur so viele Scheiben auf den Stiften sitzen, dass das Gewinde der

am Ende aufgeschraubten Hutmuttern immer noch mit einigen Gängen greift.

Um dies zu kontrollieren, legte ich den nicht ausgezogenen Teleskopmast in die bereits aufgesteckte Schellenhälfte, schob die zweite Hälfte sowie je eine dritte Unterlegscheibe auf und sicherte alles mit den Hutmuttern, Bild 3. Die Unterlegscheibe unter der Hutmutter verteilt später die Kraft auf eine größere Fläche. Auch hier genügte erst einmal das handfeste Anziehen der Mutter, Bild 4.

Nun brachte ich den Mast in den Kippwinkel, in dem er sich später befinden sollte. Die Kunststoffkappe muss auf dem Balkonboden aufsitzen, damit der Mast bei Gegenwind nicht gegen den in der Etage über mir befindlichen Balkon gedrückt werden kann. Die Position der Schellen am Geländer war noch zu korrigieren. Erst nachdem alles passte, schraubte ich zuerst den Mast in der oberen Halterung fest und zog dann die Schrauben am Geländer fest an, Bild 5.

■ Vorbereitung – Teil 2

Damit der Teleskopmast nach dem Ausziehen der Segmente weder vom Balkon weg noch zu einer Seite hin kippte, musste er am unteren Ende eine Sicherung erhalten. Bei der alten Konstruktion befestigte ich die zweite Schelle am Mast etwa in der Mitte des unteren Segments im Winkel von 90° über Montagebänder an der Brüstung. Die neuen Schellen sind jedoch so groß, dass eine sicher auf der Kunststoffhülle am unteren Mastsegment sitzt. Dadurch wird die auf das untere Mastsegment wirkende Kraft besser verteilt.

Statt des bisher genutzten, mit einer Kunststoffschicht ummantelten Montagebands setzte ich jetzt solches ohne Schutzschicht ein. Ich hatte mir von dieser eigentlich erhofft, dass sie Geräusche unterbindet, die bei der Bewegung der am Brüstungsgitter festgeschraubten Bänder bei Wind entstehen. Dies gelang jedoch nur mit mäßigem Erfolg. Außerdem blätterte die Kunststoffschicht über die Jahre



Bild 4: Vorbereitete, an der Balkonbrüstung montierte obere Masthalterung ...

hinweg an vielen Stellen ab. Am Gitter der Balkonbrüstung setzte ich nun kleine Rohrschellen zur Schalldämpfung ein. Das Montageband ist zwar recht massiv, doch eine Säge war zum Trennen nicht erforderlich. Nach ein paar kräftigen Knickbewegungen an einem der Montagelöcher brach das Band an der gewünschten Stelle. Wichtig erschien mir, die Spitzen der dabei entstehenden scharfkantigen Enden umzubiegen und flachzudrücken, Bild 6. Die so vorbereiteten Enden dürfen weder auf die Kunststoffhülle am Mast treffen noch zu weit in die kleinen Rohrschellen ragen, um deren Schließen nicht zu behindern.

Die beiden Montagebänder sind so lang, dass sie vom Mast etwa im rechten Winkel zueinander zur Balkonbrüstung führen, Bild 8. Ist der Winkel wesentlich kleiner, könnte der Mastfuß seitlich wegrutschen. Bei einem zu großen Winkel wird der Mastfuß eventuell nicht mehr auf dem Balkonboden festgehalten, wodurch der Mast vom Balkon weg kippt.

Der Mast steht in einem solchen Winkel, dass der anhand von Sendeleistung und Antennengewinn auf den genutzten Amateurfunkbändern ermittelte Sicherheitsbereich eingehalten wird.

■ Aufbaureihenfolge – Teil 2

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, zuerst die Montagebänder in den für das Gitter vorgesehenen Rohrschellen zu befestigen. Da die anderen Enden der Bänder zu diesem Zeitpunkt noch frei auf dem Balkonboden lagen, gestaltete sich das Hantieren mit den recht langen Bändern einfach. Die Befestigungsschraube an der mit einem Gelenk versehenen Rohrschelle wurde vollständig herausgedreht, das Montageband auf die Schraube geschoben und Letztere wieder in das Gewinde gedreht.

Etwas fummelig gestaltete sich aufgrund der kühlen Außentemperaturen und der dadurch klammen Finger hingegen, die so vorbereiteten Schellen anschließend um die Gitterabschnitte zu legen. Doch



Bild 5: ... und der in der oberen Halterung gesicherte Mast



Bild 6: Die Enden der Montagebänder sind so zu präparieren, wie links zu sehen.



Bild 7: Öse zur Befestigung des Antennendrahts an der Mastspitze

da alle Einzelteile bereits miteinander verschraubt waren, mussten lediglich die Schrauben in die Aussparungen bugsiert und festgeschraubt werden. Bei der zweiten Befestigung gelang dies schon wesentlich besser, Bild 9.

Abschließend öffnete ich die letzte große Schelle und legte sie um die Kunststoffhülse unten am Mast. Die beiden Schrauben halten die Schellenhälften zusammen und rutschfest an der Hülse. Gleichzeitig hängen zwischen ihnen die auf die Schrauben gefädelten Montagebänder, Bild 10.

■ Tipps für den Antennenaufbau

Der Teleskopmast kann als Träger für eine Vielzahl von Antennen dienen. Bei dem von mir genutzten 10 m langen Exemplar ragen fast 9 m über das Geländer hinaus. Dies bietet Platz für etwa 12 m Draht. Beachten sollte man jedoch, dass der Draht nicht vom oberen Segment frei nach unten hängt, da die in der Regel recht dünne Spitze des Masts dadurch abbrechen kann.

Um trotzdem möglichst viel Draht in die Luft zu bringen, drehe ich die Segmente beim Ausziehen immer etwas. Dadurch liegt der Draht in großen Spiralen recht fest am und um den Mast. Mit etwas Übung gelingt es auch, 20 m Draht oder mehr auf dem Mast unterzubringen. Um bei größeren Längen das Herunterrutschen des Drahts zuverlässig zu verhindern, kann man diesen direkt über jedem Segmentende mit Klettband oder Kabelbindern festhalten. Bei Drahtlängen bis 12 m war dies jedoch noch nicht erforderlich.

Wichtig ist hingegen, den Draht verdrehsicher an der Spitze zu befestigen. Ansonsten wickelt er sich ungewollt von der Mastspitze wieder ab. Da der von mir verwendete Mast nur eine kleine Kunststofföse an der Mastspitze besaß, habe ich mit selbst verschweißendem Isolierband eine stabile Metallöse befestigt, Bild 7. Alternativ lässt sich zur Fixierung

auch Schrumpfschlauch mit innenliegendem Klebstoff nutzen. In diese Öse wird dann der Antennendraht eingehängt, der einen kleinen Karabinerhaken aus dem Anglerbedarf besitzt.

Als Gegengewicht nutze ich eine blanke Metallstelle nahe der Balkontür. Dieser Türsims ist über den Rahmen des Balkonbodens mit dem Metallgitter der Brüstung und dem Geländer sowie den Stützpfeilern der beiden Balkone verbunden. Wer solch eine Erdungsmöglichkeit nicht hat, kann beispielsweise die von Jörg Bolle, DL5ZD, in [2] beschriebene Variante mit einem galvanisch getrennt gespannten Gegengewicht nutzen. Eventuell ergibt sich dadurch sogar eine Verbesserung gegenüber der Einkopplung von Störsignalen.

Den Antennenkoppler hatte ich über Jahre hinweg in einem witterungsbeständigen Metallgehäuse, ähnlich wie von Guido Schönwälder in [3] gezeigt, am Balkongitter befestigt. Mittlerweile steht der Koppler auf einem kleinen Balkontisch. Da Löcher im Holzrahmen der Tür vom Vermieter bestimmt nicht gern gesehen sind,



Bild 8: Vorbereitete untere Masthalterung mit den seitlich wegführenden Montagebändern (Pfeile)

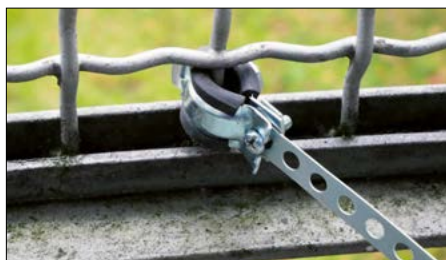


Bild 9: Kleine Rohrschelle und Montageband am Balkongitter



Bild 10: Die untere Halterung umschließt die Kunststoffhülse des Masts.

überwindet eine *Fensterdurchführung* die Balkontür. Dabei bitte darauf achten, dass man die Durchführung nicht gerade über ein Scharnier legt. Außerdem hat es sich als günstig erwiesen, die Fensterdurchführung nicht auf dem kürzesten Weg durch den Rahmen zu führen. Nutzt man dessen Länge aus und verlegt sie schräg, fallen die unvermeidlichen Knickstellen nicht so scharf aus.

Dünnes, dreiadriges Kabel führt zum Antennenkoppler. Zwei Adern dienen zu dessen Stromversorgung und eine gegen Masse geschaltete Leitung zum Starten des Abstimmvorgangs. Derzeit erwäge ich, vom Fußpunkt der Antenne eine Zweidrahtleitung in die Wohnung zu führen. Diese könnte ich in die nicht mit Metallteilen versehenen Seitenteile der Balkontür einklemmen. Dadurch ließe sich ein manuell einzustellender Koppler nutzen, ohne den Balkon betreten zu müssen.

Denkbar ist auch, sowohl den Draht zum Gegengewicht als auch den Antennendraht in der Balkontür eingeklemmt in die Wohnung zu führen. Dann entfielen sogar die Fensterdurchführung.

Kleiner Hinweis zum Abschluss: Es ist nicht erforderlich, die Schellen nach dem Einschieben des Masts komplett vom Geländer oder der Brüstung zu entfernen. Stattdessen löse ich den Mast nur aus beiden Halterungen, ziehe die Schrauben wieder handfest an und kippe die untere Halterung mit den Montagebändern von innen gegen die Balkonbrüstung. Dort sichert eine Schnur gegen ein Herunterklappen.

Den Mast nehme ich mit in die Wohnung. Zwar soll er aus UV-stabilem Material bestehen, doch dort lässt er sich witterungsgeschützt unterbringen. Ein über Jahre im Freien stehender Mast wurde immer spröder. Das war am zunehmenden leichten Knistern beim Einspannen in die Halterungen hörbar. Bevor der Mast bei einem starken Wind splittern oder abbrechen konnte, wechselte ich ihn gegen den noch jetzt verwendeten neuen Mast aus. Außerdem habe ich so die Gelegenheit, die sich auf den Segmenten ablagernden Schmutzpartikel zu beseitigen. Das Säubern erfolgt nicht nach jedem Außeneinsatz, jedoch regelmäßig, was bisher ein unbeabsichtigtes Zusammenrutschen der Segmente verhinderte.

elektronik@funkamateurl.de

Literatur

- [1] Meyer, I., DK3RED: Vertikal-Antenne auf dem Balkon. QRP-Report 5 (2001) H. 2, S. 19 – 21
- [2] Bolle, J., DL5ZD: Balkonantenne für Multibandbetrieb auf KW – ein Praxisbericht. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 10, S. 849 – 851
- [3] Schönwälder, G., DL1DBL: Gehäusebefestigung ohne Bohr Löcher. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 8, S. 629

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Der Batoring-Koffer am Robert-Havemann-Gymnasium in Berlin

Die Schülerinnen und Schüler des Physik-Leistungskurses waren von dem *Batoring-Koffer* im Unterricht begeistert. Die Fledermausmodelle enthalten Ultraschallbaken und wurden im Klassenraum versteckt. Fledermausdetektoren empfangen die Ultraschallwellen und wandeln sie in hörbare Schallwellen um. Über einen Adapterstecker können mehrere Kopfhörer an einen Detektor angeschlossen werden, was die Fledermaussuche für bis zu sechs Gruppen gleichzeitig ermöglicht.

Der *Batoring-Koffer* kam nach einer anstrengenden Woche mit vielen Klausuren – darunter eine zum Thema Schallwellen – zum Einsatz. Die Schülerinnen und Schüler fanden nicht nur die Fledermausmodelle, sondern experimentierten auch spielerisch und verknüpften ihr Wissen aus dem Unterricht mit ihren Beobachtungen.

So untersuchten sie die Reflexion von Ultraschallwellen an der Wand und bastelten sogar einen Doppelspalt aus Karton, dessen Spaltabstand sie nach einer Formel mit einem Taschenrechner berechneten.



Batoring-Koffer

Foto: DH4KAV

Die Fledermaussuche war ein voller Erfolg: Sie warf viele Fragen auf und weckte das Interesse an den Detektoren sowie der dahinterstehenden Technik.

Tnx Info Safi Ouazi, DO1OS



■ Batoring- und Foxoring-Koffer – Bitte rechtzeitig reservieren!

Der *Batoring-Koffer* des AATiS kam 2024 insgesamt sieben Mal zum Einsatz. Für 2025 liegen schon erste Reservierungen vor. Der *Batoring-Koffer* enthält sechs Detektoren und fünf Baken. Der *Foxoring-Koffer* ist mit acht Peilempfängern und drei Sendern bestückt.

Die Ausleihe ist kostenlos. Der Ausleiher muss jedoch die Versandkosten tragen und Batterien sowie Kopf- bzw. Ohrhörer (mit 3,5-mm-Stereo-Klinkenstecker) selbst beschaffen. Wer die Gerätschaften für Workshops und Freizeitangebote nutzen will, sollte sie rechtzeitig reservieren. Nähere Informationen finden sich auch auf www.aatis.de unter dem Menüpunkt *Projekte/Aktivitäten*.



Foxoring-Koffer

Foto: DL3HRT

Anfragen für den *Batoring-Koffer* sind bitte an dh4kav@aatis.de, für den *Foxoring-Koffer* an dl3hrt@aatis.de zu richten. Für die Nutzung des *Foxoring-Koffers* ist eine Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunk erforderlich.

■ 26. Europatag der Schulstationen am 5. Mai 2025

Im vergangenen Jahr feierte der Europatag der Schulstationen sein 25-jähriges Jubiläum. Mit 44 eingereichten Logs übertraf die Teilnahme auch diesmal wieder das Vorjahresergebnis (39 Logs). Dazu wurde von einigen Stationen auch noch der Sonder-DOK 25EUT verteilt.

Um die Teilnahme am 26. Europatag zu vereinfachen und auch im europäischen Umland attraktiver zu machen, wurden die Teilnahme-regeln überarbeitet und vereinfacht. Für eine größtmögliche zeitliche Flexibilität können nun alle Funkverbindungen im Aktivitätszeitraum gewertet werden.

Grundsätzlich ist der Europatag ein Aktivitätstag und kein Contest. Deshalb stehen nicht der Wettbewerb, sondern die persönlichen (Funk-)Kontakte im Vordergrund. Die QSO-Partner sollten sich daher Zeit für einen kur-

zen Austausch nehmen. Jeder Teilnehmer erhält eine Urkunde. Um zu möglichst vielen Kontakten anzuspornen, gibt es trotzdem ein Ranking, in welches die Zahl und Entfernung der Verbindungen einfließen. Darüber hinaus gibt es jetzt zusätzliche Sticker in Form von Europasternen, u. a. für die längste Einzelentfernung (auch außerhalb Europas), für die meisten grenzüberschreitenden Kontakte, für das niedrigste Teilnehmer-Durchschnittsalter im Team, für die meisten erreichten Mitglieds-länder des Europarates und für die mit den meisten erreichten Schulstationen.



Die Nutzung von QO-100 für Weitverbindungen hat sich aufgrund der sicheren Ausbreitungsbedingungen bewährt. Wem eine Satelliten-Funkstation zur Verfügung steht, sollte sie nutzen. Wer gezielt Kontakte von Schule zu Schule herstellen möchte, kann anhand der AATiS-Schulstationsliste im Vorfeld Skeds vereinbaren. Die Liste lässt sich über schoolstations@aatis.de anfordern. Auch funkende Lehrer ohne Schulstation sollen sich zur Teilnahme angesprochen fühlen, da es für Lehrerkontakte mit RIA-Nummer (RIA für *Red Ink Award*) eine gesonderte Wertung gibt.

Wir würden uns freuen, wenn am 5.5. wieder viele Schulen, Hochschulen und Ausbildungsstätten aktiv wären und ermutigen alle Funkamateure zur Kontaktaufnahme, um damit ihren aktiven Beitrag zur Nachwuchsgewinnung im Amateurfunk zu leisten. Die kompletten Teilnahmebedingungen sind auf www.aatis.de einsehbar.

■ Citizen Science: Regensensor

In der Januarausgabe dieses QTCs fand sich der Aufruf für die Entwicklung eines Regensensors für ein *Citizen-Science*-Projekt. Tatsächlich gingen vier Rückmeldungen zu diesem Aufruf ein. Am 19.2. fand ein Online-Treffen zum Ideenaustausch statt. Teilnehmer waren die Meteorologen Christian Mester, HB9FEU, und Olaf Hellmuth, DO7OH, Jugendforscher-Preisträger Aurelio Dobmeier, DN9AD, sowie Werner Dreckmann, DH4KAV, Alfred Glenner und Tom Wegner vom Bonner Arbeitskreis für Fledermausforschung (BAFF).

Das Projekt befasst sich mit der Erforschung der Jagdaktivität von Fledermäusen in Abhängigkeit von lokalen Niederschlagsereignissen. Die ausgefeilteste technische Lösung wurde von Aurelio, DN9AD, vorgestellt, die auch technisch umgesetzt und erprobt werden soll. Auch ein Vorschlag von Christian, HB9FEU, zur akustischen Erfassung von Regenereignissen bietet einen interessanten Ansatz, der weiterverfolgt werden soll.

Weitere Informationen zum Projekt finden sich auf www.aatis.de unter *Projekte/Aktivitäten* → *Citizen Science*.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbj@funkamateure.de

■ Funkstaffel und Bergfunk-DX

Auf die 23. CB-Funkstaffel 2025 wurde in dieser Rubrik bereits im FA 3/2025 mit allen Details hingewiesen. In der Nacht von Samstag, den 12.4., auf Sonntag, den 13.4., findet wie in jedem Jahr diese beliebte deutschlandweite CB-Funkaktion statt. Aufgabe für die Teilnehmer ist es, per FM-Sprechfunk auf einem CB-Funk-Kanal ein Kennwort von einer Station zur nächsten unverfälscht weiterzugeben. Die große Funkrunde führt über zahlreiche Orte und endet wieder am Ausgangsort. Jedermannfunker aus allen Teilen Deutschlands sowie aus einigen angrenzenden Ländern beteiligen sich daran. Eine Stationsliste mit den zentralen Angaben ist unter www.funkstaffel.de bei *Aktuelle Anmeldeleiste der 23. Funkstaffel 2025* einsehbar. Die Funkaktion startet am 12.4. um 22 Uhr MESZ, in diesem Jahr in der Schweiz in Richtung Norden. Bei Redaktionsschluss für diese FA-Ausgabe hatten sich bereits mehr als 160 Stationen für eine Teilnahme registriert. Kurzentschlossene können sich noch bis zum 7.4. über das Formular auf der genannten Website anmelden.

Bereits zwei Wochen vor der 23. CB-Funkstaffel 2025 findet am Samstag, dem 29.3., eine weitere deutschlandweite CB-Funkaktion statt, wenn um 22 Uhr MEZ ein sogenanntes *Berg-DX* startet. Wie der Name erwarten lässt, geht es darum, von einem portablen Standort auf einem Berg oder auf einer Anhöhe zu funkeln und dabei im 11-m-Band möglichst große Entfernungen zu überbrücken. Letzteres betrifft die „Bergstationen“, doch selbstverständlich beteiligen sich auch solche Hobbyfunker mit Funkbetrieb, die keinen geeigneten Standort in der Nähe haben oder einfach von zu Hause aus ihre Antennen und Funkgeräte testen wollen.

Dies ist eine gute Möglichkeit, die Portabelfunk-Saison 2025 zu beginnen. Bei guten Bedingungen lassen sich hohe Reichweiten erzielen. Dies war schon vor 50 Jahren beim Start des CB-Funks in der Bundesrepublik nicht anders, als nachts bei wenig belegten Kanälen selbst mit den damals für Feststationen zugelassenen 500 mW in AM stabile 11-m-Sprechfunkverbindungen gelangen, so etwa zwischen Kiel und dem 85 km entfernten Norderstedt vor den Toren Hamburgs. Hilfreich war dabei der Antennenstandort für den Vertikalstrahler – andere Antennentypen waren für CB-Funk noch nicht zugelassen – im Glockenturm einer Kirche. Letztere stand wiederum auf einer Anhöhe, sodass man freie Sicht in alle Richtungen hatte.



Die Ausstattung des neuen CB-Mobilgeräts *President Johnson III* empfiehlt diesen AM/FM-Transceiver auch für die Verwendung in Lastkraftwagen. Werkfoto

Die heute im CB-Funk zugelassenen technischen Bedingungen sind zur Erzielung großer Reichweiten deutlich geeigneter. Daher ist für die *Berg-DX*-Aktion Sprechfunk in SSB vorgesehen. Mit bis zu 12 W Sendeleistung lassen sich von einem erhöhten Standort bereits mit einem Vertikalstrahler im 11-m-Band mitunter mehrere hundert Kilometer überbrücken. Dies wohlgerneht bei nächtlichen Ausbreitungsbedingungen, wenn die MUF derzeit deutlich unterhalb von 27 MHz liegt und DX-Verbindungen mit außereuropäischen Stationen nicht stattfinden.

Das *Berg-DX* am 29.3. startet um 22 Uhr MEZ auf Kanal 2 in USB. Zur Begrüßung ist auf dem Kanal die Melodie aus „Baker Street“ zu hören, gespielt auf einem Saxophon. Es folgen eine gesprochene Einweisung und ergänzende Informationen über den weiteren Ablauf durch den Koordinator der Aktion. Bereits in den Wochen zuvor haben sich teilnehmende sogenannte Kopfstationen angemeldet, die die Nacht an einem Standort auf einem Berg verbringen. Diese werden nacheinander aufgerufen und melden sich auf Kanal 2 mit ihrem Standort, sodass man beim Zuhören bereits einen guten Eindruck von den Reichweiten in jener Nacht erhält. Während der Begrüßungsrunde geben die Kopfstationen (*Berg 1* bis *Berg 20*) zudem den CB-Funkkanal bekannt, auf den sie nun wechseln und auf dem sie alle anrufenden Stationen hören. Offiziell endet die Aktion gegen 0 Uhr MEZ, doch etliche Stationen sind sicher noch länger bis in die Nacht hinein aktiv.

■ President Johnson III

Mit seinem Modell *Johnson III* hat der CB-Funk-Gerätehersteller President sein Angebot um ein AM/FM-Mobilgerät für bis zu 80 Kanäle ergänzt, das sich aufgrund seiner Ausstattung auch für die Verwendung in Lkws gut eignet. Es lässt sich sowohl aus einer 12-V-als auch aus einer 24-V-Spannungsquelle betreiben und passt mit seinen Abmessungen in einen DIN-Einbauschacht. Überdies hat es einen nach vorne strahlenden eingebauten Lautsprecher mit ebenso klarer wie lauter Wiedergabe und ist mit einer mehrstufig einstellbaren VOX-Funktion für sprachgesteuertes Funken ausgestattet.

Für die komfortable Bedienung hat *Johnson III* acht hintergrundbeleuchtete Drucktasten und zwei Drehknöpfe für den direkten Zugriff

auf zentrale Funktionen. So lassen sich die NF-Lautstärke sowie die Ansprechschwelle der Rauschsperr (*Squelch*) „stufenlos“ manuell einstellen. Ebenso ist eine ASC-Funktion integriert, die den Squelch auf Wunsch automatisch einstellt. Für die Umschaltung zwischen AM und FM ist eine eigene Taste vorgesehen, die Kanäle lassen sich wahlweise über Pfeiltasten direkt am Gerät oder mittels Tasten auf der Oberseite des mitgelieferten Handmikrofons wählen. Oft verwendete Funkkanäle lassen sich in vier Speicherplätzen ablegen, auf die man per Tastendruck direkten Zugriff hat.

Die Farbe für die Beleuchtung des Displays ist wählbar, außerdem sind Filter gegen Empfangsstörungen zuschaltbar. Eine SWV-Messung ist ebenfalls eingebaut. Über eine USB-C-Buchse lassen sich Akkumulatoren z. B. von Smartphones aufladen. Eine Suchlauffunktion findet automatisch aktive Kanäle. Das Mobilgerät ist im Funkfachhandel für 270 € erhältlich. Zum Lieferumfang gehören ein Stromversorgungskabel, ein Electret-Handmikrofon, eine DIN-Einbauhalterung, ein Haltebügel mit samt Schrauben und eine Bedienungsanleitung.

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgieunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
29.3.	Berg-DX ab 22.00 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
12.4.	23. CB-Funkstaffel 2025, www.funkstaffel.de
26.6.	Berg-DX ab 22.00 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0430-0625	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0600-0625	Radio Rumänien International – 11 620
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldtausch – 6070 (Sa; D-r)
0600-2000	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-1500	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0658-1700	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldtausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)
1000-1100	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Radio SE-TA 2 – 6095 (1. Sa im Quartal; D-n)
1000-1100	Radio SE-TA 2 – 6115 (1. So im Quartal; D-g)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1030-1100	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-)
1130-1225	Stimme der Türkei – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Korches-Radio – 6070 (2. + 3. So/Monat; D-r)
1200-1300	Radio PowerRUMpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 6070, 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880 (alt 13 740)
1458-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1500-1600	Radio DARC – 6070, 9670 (Mo; D-r)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Radio PowerRUMpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat ; D-r)
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1730-1825	Stimme der Türkei – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 11 775, 13 810 (Musikprogramm)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2100-0459	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (alt 9570)

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -g Gera,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland,
-p Pinneberg, -r Rohrbach,
-w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)

Achtung: Leider lagen bei Redaktionsschluss noch
nicht alle Sommersendepläne vor. Den komplett aktu-
alisierten Hörfahrplan finden Sie im folgenden Heft.

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ Bonaire und Australien auf MW

Der Wellenjäger Michael Lindner schickte Grüße aus Bayahibe, gelegen an der Südostküste der Dominikanischen Republik. Selbstverständlich hat der erfahrene BC-DXer einen Weltempfänger im Reisegepäck, den auch hier vorhandenen Xhdata D-808. Die Ergebnisse der Empfangsversuche in der Karibik bestätigen jedoch Erfahrungen, die ich selbst schon bei Reisen in der Region sammeln konnte: „Die erhofften Empfangserfolge bleiben bisher aus und die Empfangssituation ist sehr ernüchternd“, berichtet Michael, und weiter: „Stationen aus Süd- und Mittelamerika empfangen ich zu Hause in Gera besser als hier.“ Dies gilt wohl gemerkt für die Kurzwelle, denn das Mittelwellenband ist in der Karibik weiterhin interessant. Dort existieren noch etliche Stationen aus Inselnationen, die



Zum fünften Stationsjubiläum von *Trans World Radio Bonaire* kamen auf den Niederländischen Antillen zwei Sondermarken heraus, hier auf einem Ersttagsbrief.

man hierzulande aufgrund der Bandbelegung mit seltenen Signalen europäischer Sender eher selbst oder allenfalls nur mit erheblichem Antennenaufwand hört.

So berichtete Michael über den Empfang von *Trans World Radio* von der niederländischen Karibikinsel Bonaire. Die Station wendet sich mit einem 450-kW-Sender auf der Mittelwelle 800 kHz an Hörer in der Karibik sowie in Mittel- und Südamerika. Einen per E-Mail geschickten Empfangsbericht bestätigte man nach rund zwei Stunden Laufzeit mit einer elektronischen QSL-Karte.



Logo der australischen Mittelwellenstation 6EL SEN Spirit Southwest

Trans World Radio (TWR) sendet seit dem 13.8.1964 von der niederländischen Karibikinsel Bonaire, nachdem man am 16.10.1960 eine erste eigene Sendestation in Monaco in Betrieb genommen hatte. Das WRTH des Jahres 1964, erschienen Ende 1963, berichtete unter dem Eintrag für die Niederländischen Antillen noch über die Pläne von TWR auf

Bonaire, ab 1.1.1964 mit 50 kW auf 525 kHz zu senden. Im April jenes Jahres sollte ein KW-Sender mit 260 kW mit Ausstrahlungen in Richtung Europa folgen, wobei die Frequenzen noch nicht bekannt waren. Doch konnten beide Termine nicht eingehalten werden.

Laut WRTH 1965 hatte TWR Bonaire inzwischen den Betrieb auf 800 kHz mit 500 kW aufgenommen, während auf Kurzwelle Tests mit 50 kW auf 49 m, 31 m, 25 m und 19 m liefen. Auf Kurzwelle kam donnerstags von 2300 UTC bis 2315 UTC ein Programm in deutscher Sprache. Im Laufe des Jahres 1965 konnten TWR-Techniker die Sendestation wie geplant erheblich ausbauen, wie der Eintrag im WRTH 1966 zeigt: Gelistet waren dort nun der 500-kW-Sender für die Mittelwelle 800 kHz sowie je ein 50-kW- und ein 260-kW-Sender für Kurzwelle. Zu den registrierten Frequenzen gehörten 6170, 6175, 9590, 9605, 9710, 11820, 11955, 15170, 15220, 15245, 15270 kHz für die Ausstrahlung von Programmen in Englisch, Spanisch, Niederländisch, Französisch, Portugiesisch und Deutsch. KW-Sendungen in weiteren Sprachen kamen hinzu.

Der KW-Betrieb von TWR Bonaire lief bis 1993. Das Frequenzhandbuch „Sender & Frequenzen“ jenes Jahrgangs erwähnt noch deutschsprachige Sendungen täglich von 0955 UTC bis 1030 UTC auf 11885 kHz sowie von 2325 UTC bis 0000 UTC auf 15355 kHz. Diese Programme wurden von *Radio Trans Mundial* in Brasilien produziert und richteten sich an Hörer in Südamerika, waren aber auch in Deutschland regelmäßig aufzunehmen. „Sender & Frequenzen 1994“ berichtete dann allerdings über die Abschaltung der TWR-

QSL REVIEW

NB: Radio stations are listed under the country in which the transmitter (not studios) is (or presumed to be) located. Unless otherwise stated, reception reports should be considered as sent by electronic mail.

AUSTRIA

Nord Deutscher Rundfunk, via (ed: defunct) Moonrhone, 9635 kHz: QSL Card post in 48 days. Report in German sent to: info@ndr.de (Christian Gühnsdo, Nice, France).

BONAIRE

TWR Bonaire, 800 kHz: e-QSL in 3 days. Report in English sent to: 800am@twr.org Heard via Xnet 10R in Fort Lauderdale USA. (Christian Gühnsdo, Nice, France).

BRAZIL

Radio Inconfidencia 15190 kHz: e-QSL in 30 days. E-mail: gto@radioinconfidencia.com.br (Christian Gühnsdo, Nice, France).

Radio Nacional da Amazonia, 11780 kHz: F/D QSL Card in 287 days. The report was sent by post. (Juan Carlos Pérez Montero, Valladolid, SPAIN, via Facebook Group "QSL").

CROATIA

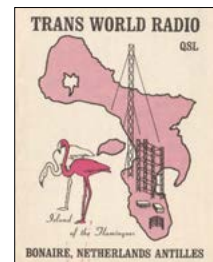
NDB Drvenik, 419 kHz: N/D e-mail in 2 days. E-mail: dennis.kosar@radiocontrol.hr V/S Denis Kosar, Head of ATC, Unit Split/Brac. NB: The station is located on the island of Drvenik. (Massimo Rossi, Milano, ITALY, via Facebook Group "DX Fanzone").

Im kostenlosen *DX Fanzine* erscheint monatlich eine QSL-Umschau für BC-DXer.

KW-Station auf Bonaire zum Monatsende Juni 1993. Die alten Sendeanlagen für Kurzwelle hätten erneuert werden müssen und man entschied sich, künftig seine Hörer in Südamerika per Satellit zu erreichen. Nur die Ausstrahlung auf der Mittelwelle 800 kHz blieb bestehen und erhielt später einen neuen, modernen 450-kW-Sender. Potenziell – im internationalen Rundfunk spricht man von der technischen Reichweite – lassen sich darüber laut TWR Bonaire heute 100 Millionen Menschen in der Karibik und Lateinamerika erreichen. Und manchmal hören bei guten Ausbreitungsbedingungen auch BC-DXer mit leistungsfähiger Antenne in Europa zu.

■ Mittelwellen-DX

Während auf Kurzwelle das Senderangebot erheblich zurückgegangen ist, bietet die Mittelwelle weiterhin viele Empfangsmöglichkeiten. Neben den häufig aufzunehmenden Stationen sind immer wieder außergewöhnliche Empfangserfolge darunter. Als KW-Hörer muss man sich aber daran gewöhnen, dass manche Stationen nur kurz lesbar aufzunehmen sind und dann wieder im Rauschen oder unter dem Signal einer stärkeren Station auf gleicher Frequenz verschwinden. Dies macht einen Teil des Reizes aus, sich damit zu befassen. Einen Eindruck von den Möglichkeiten vermittelt die Website <https://remotedx.wordpress.com> des österreichischen Wellenjähgers Christoph Ratzer, OE2CRM. Dort ist



QSL-Karte von TWR Bonaire aus dem Jahr 1970

Heutzutage bestätigt die TWR Bonaire Empfangsberichte nach kurzer Laufzeit per elektronischer QSL.



nachzulesen, was mit leistungsfähigen Antennen an einem störungsfreien Standort auf Mittelwelle in Europa empfangbar ist.

Über ein außergewöhnliches Empfangsereignis berichtete kürzlich in *Medium Wave News* auch der britische Mittelwellen-DXer John Faulkner: Am Abend des 28.1. hatte er um 2100 UTC auf 1494 kHz das Signal der 2-kW-Mittelwellenstation mit dem Rufzeichen 6EL aus Metricup in Westaustralien an seinem Standort im Osten Englands aufgenommen. Dies ist der erste bekannte Empfang einer Mittelwellenstation aus Australien in England; in Schottland war dies bereits zuvor gelungen und auch BC-DXer in Nordskandinavien nehmen Stationen von der anderen Seite des Globus regelmäßig auf.

Abschließend ein Tipp für Wellenjäger, die QSLs von BC-Stationen sammeln: Eine umfangreiche Liste aktueller Empfangsbestätigungen steht im monatlichen PDF-Magazin *DX Fanzine*. Dies ist, kostenlos beim italienischen BC-DXer Antonello Napolitano (dx@dxfanzone.com) erhältlich.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung April 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH

nám. 9. května 142

CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Aktuelle Vorhersagen im gegenwärtigen 25. Elfjahreszyklus stimmen darin überein, dass das Maximum zwischen 2024 und 2025 liegt und die Sonnenaktivität ab der zweiten Hälfte dieses Jahres langsam abfallen wird. Das muss nicht unbedingt so sein, denn es ist eine Vorhersage. Es gibt während des Maximums mehrere Spitzen, meist zwei oder drei pro Jahr. Im 22. Elfjahreszyklus folgte zum Beispiel ein zweites Maximum 31 Monate nach dem ersten.

Für diejenigen, die ihre Ergebnisse auf den oberen Kurzwellenbändern verbessern möchten, ist der bevorstehende Abfall ein klares Zeichen. Jetzt oder vielleicht niemals? Die Chance kommt erst in elf Jahren (oder $N \cdot 11$ Jahren) wieder. Zum Vergleich ist das gegen-

wärtige Maximum höher als die Maxima der Zyklen 20 und 24. Es ist etwa vergleichbar mit dem Maximum von Zyklus 23, niedriger als das der Zyklen 21 und 22 sowie deutlich niedriger als das des außergewöhnlichen Zyklus 19. Damals startete ich als Kurzwellenhörer.

Die Sonnenfleckenvorhersagen R für April 2025 lauten: NOAA/SWPC 128,7 (ursprünglich 114,8), SIDC (WDC-SILSO) 142 mit der klassischen Methode und 140 mit der kombinierten Methode. Bei BOM SWS (Australien) lesen wir $R = 122,6$. Die Diagramme in diesem Beitrag beruhen auf $R = 120$.

Obwohl im April der Frühling in der Troposphäre überall eingezogen ist, kann man in mittleren Breiten bereits Zeichen des beginnenden Sommers in der Ionosphäre erkennen. Dazu gehören erste Erscheinungen der sporadischen E-Schicht gegen Ende des Monats.

Dieser Februar war ein wenig enttäuschend. Dem Anstieg der geomagnetischen Aktivität folgte eine geringere Sonnenaktivität. Das ist ein bekanntes Phänomen. Magnetische Feldlinien über aktiven Regionen öffnen sich, geladene Teilchen gelangen entlang der offenen

Feldlinien ins All und treffen in großer Zahl die Erde. Nach einer Periode mit guten Ausbreitungsbedingungen zwischen dem 3. und 7. Februar wehte verstärkter Sonnenwind, der aus einem langen, schluchtartigen, koronalen Loch strömte und das geomagnetische Feld der Erde störte. Die geomagnetische Aktivität war im zweiten Monatsdrittel erhöht. Erst nach dem 20. Februar beruhigte sich das geomagnetische Feld und bewirkte eine Verbesserung.

Für Februar gelten folgende Mittelwerte: SIDC $R_1 = 154,7$, DRAO SF = 184,3 und ein relativ hoher geomagnetischer Index von Wingst $A = 15,9$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für August 2024 lautet $R_{12} = 156,7$.

Legende zu den Diagrammen

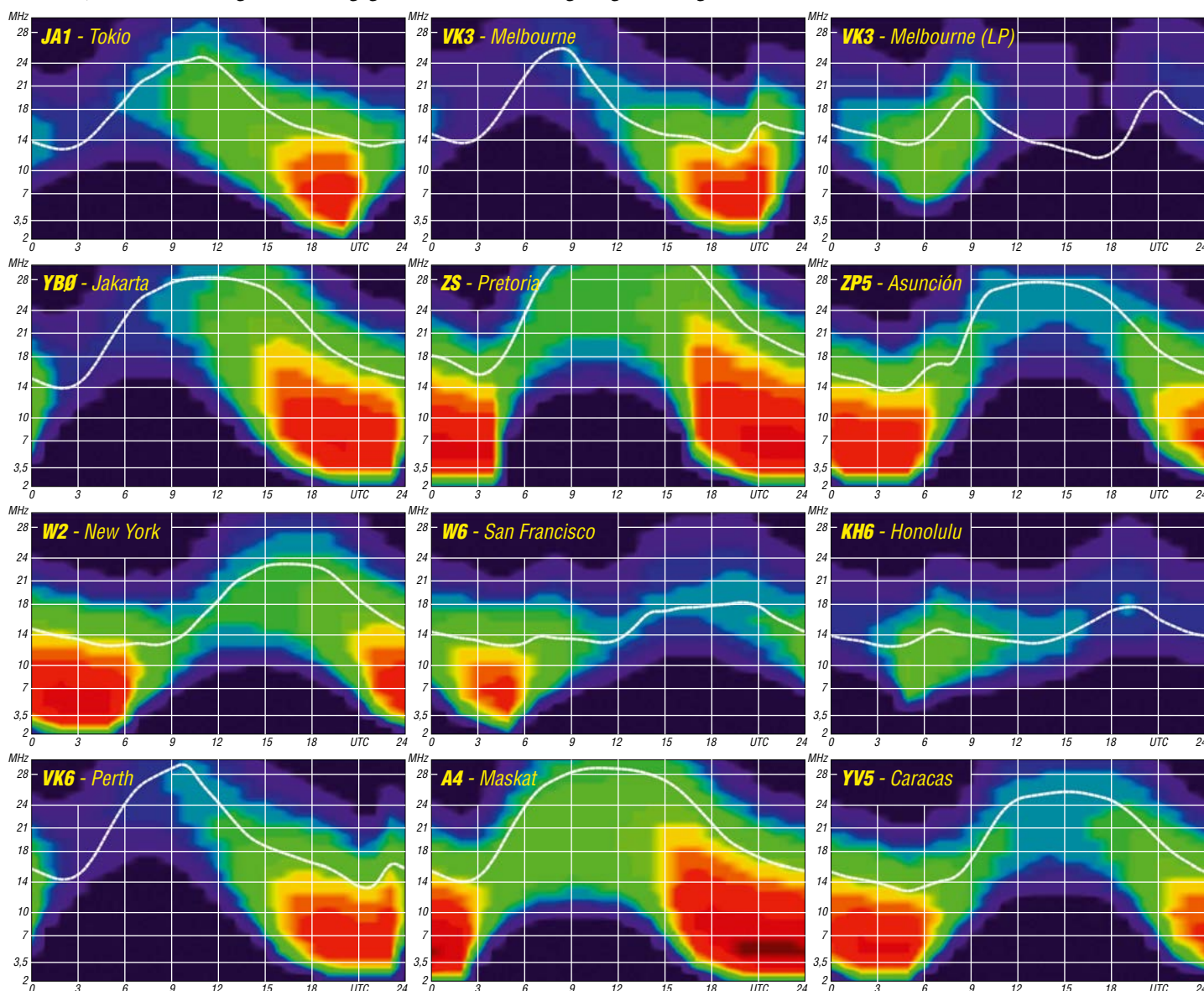
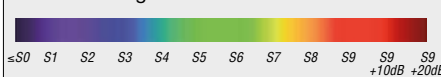
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
Försterweg 8, 09437 Börnichen
E-Mail: dl2hsc@darf.de

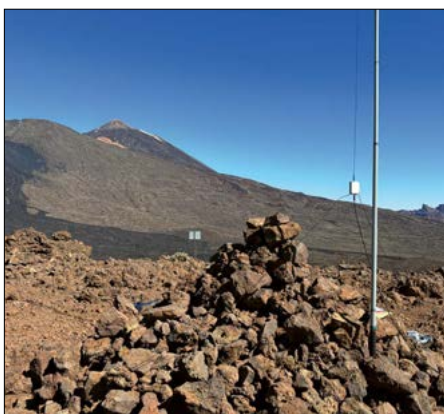


■ Januar 2025

Im Januar wurden die Kanarischen Inseln (EA8) von mehreren Funkamateuren aus Mitteleuropa gleichzeitig frequentiert. Unter anderem war Franz, OE5FSM, auf Teneriffa und traf sich dort mit Markus, IN3ADF, zu zwei gemeinsamen SOTA-Aktivierungen. Bei meist herrlichem Wetter waren die Bedingungen vor allem auf 21 MHz vortrefflich. Auf der Insel aktivierte Franz insgesamt acht Gipfel. Markus nutzte den Aufenthalt, um zwölf Berge zu besteigen und in die Luft zu bringen.

■ SOTA-News

Im französischen Zentralmassiv wurde F/MC-123 (Crêt Pélerat) gestrichen. – Eine Reihe von Bergnamen in der Region EA1 (Nordwestspanien) wurde korrigiert, ebenso der Name vom KH6/KU-011 (Nounou Mountain) auf Hawaii. – Für die Republik Moldau (ER) erfolgte ein Update auf Grundlage neuer LIDAR-Daten, die Referenzen wurden aber alle beibehalten.



Montaña del Cedro, EA8/TF-005, in fast 2300 m Höhe, mit Teide im Hintergrund Foto: OE5FSM

■ SOTA/GMA – CoA Chiemgau on Air 2025

DO2DAP: Der DARC-OV Traunstein, C16, lädt alle Interessierten zum ersten CoA-Event, Chiemgau on Air 2025, am 10. 5. ein. Auf der Seite www.c16-ts.de/C16-COA-2025 schreiben die Organisatoren: „Angelehnt an den OE5 SOTA/OESOTA-Day sollen nach Möglichkeit alle 42 Chiemgauer SOTA Berge – vom Sattelberg (820 m) bis zum Sonntagshorn (1961 m) – aktiviert und gearbeitet werden. Besonders freuen wir uns über Summit-to-Summit-Verbindungen (S2S) aus anderen SOTA/GMA-Regionen. Ab sofort ist unser Sonderrufzeichen DL25COA in der Luft! Wir verschicken eine gesonderte QSL-Karte. Wichtig ist die Teil-

nehmermeldung für den CoA-Tag am 10. 5. Anmeldungen bitte per E-Mail bis zum 13. 4. an: coa2025@charly16.de. Auf der oben genannten Seite sind alle Informationen zur Veranstaltung aufgelistet.

■ Ham Radio 2025

OE5YYN: In diesem Jahr übernimmt Österreich die Organisation des SOTA-Standes auf der Ham Radio in Friedrichshafen und betreut ihn gemeinsam mit Schweizern und Deutschen. Wie schon im vergangenen Jahr sind wir auf Spenden angewiesen, um den Stand zu finanzieren. So wurde eigens ein PayPal-Konto mit der Bitte um Unterstützung eingerichtet. Bitte gebt dabei Namen und Rufzeichen an, damit wieder eine Liste der eifrigen Spender erstellt werden kann. Außerdem bitten wir um Unterstützung bei der Standbetreuung.

Der Kalender vom vergangenen Jahr hat sich bewährt, hier der Link zum Eintragen: reflector.sota.org.uk/t/sota-booth-at-the-hamradio-2025-in-friedrichshafen/37336. Wir suchen auch noch Helfer für den Auf- und Abbau des Standes am Donnerstagnachmittag und am Sonntagabend.

OE5JFE: Das traditionelle SOTA-Dinner findet am 27. 6. ab 18 Uhr im Gasthof Adler in Hefgkoben statt. Es sind 60 Plätze reserviert. Weitere Informationen (mit Link) bietet die o. g. Webseite.

Tnx Info Franz Schiller, OE5FSM; Danny Paris, DO2DAP; Sylvia Auer-Specht, OE5YYN; Joe Fellner, OE5JFE

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Amateurfunk via Satellit

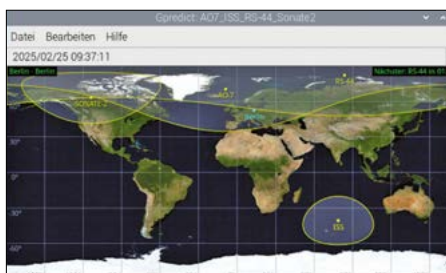
Neben der Raumstation ISS umkreisen immer wieder auch kleinere Amateurfunksatelliten unsere Erde, die meist von Schülern und Studenten im Rahmen ihrer Ausbildung entwickelt und gebaut wurden. Gemeinsam mit der Nutzlast eines kommerziellen Raketenstarts werden sie in eine Umlaufbahn transportiert und stehen anschließend für Experimente zur Verfügung. Funkamateure in aller Welt können diese Aktivitäten mitverfolgen und teilweise auch selbst Funkbetrieb über diese Satelliten abwickeln.

Signale von der ISS oder von Amateurfunksatelliten lassen sich bereits mit einem einfachen UKW-Handfunkgerät in FM empfangen. Zum Satellit muss während des Überfluges Sichtkontakt bestehen.

Im Gegensatz zum geostationären Amateurfunksatelliten QO-100 ist, ähnlich wie auf Kurzwellen, nicht zu jeder beliebigen Tageszeit Funkbetrieb über die LEO-Satelliten (Low Earth Orbit) möglich. Deren niedrige Flugbahnen bedingen relativ kurze Überflugzeiten von meist nur wenigen Minuten. Plan-

loses Beobachten ist nicht sehr erfolgversprechend.

Ein Blick auf die Internetseiten der AMSAT [1], [2] und spezielle Apps, wie *SatPathFinder* (iOS) oder *WIANT Satellit Tracker* (Android), liefern die für eine erfolgreiche Beobachtungsmission notwendigen Informationen (Bahndaten, Überflugzeiten, Frequenzen und Modi).



Satellitenverfolgung und Frequenzeinstellung mit Gpredict Screenshot: DL7UAW

Die Dopplervershift, erkennbar an der sich ändernden Tonhöhe der Empfangssignale während eines Überfluges, macht sich im 2-m-Band noch nicht so extrem bemerkbar. Im 70-cm-Band ist sie hingegen nicht mehr zu vernachlässigen und erfordert eine ständige Korrektur der Frequenz.

Das Programm *Gpredict* kann sowohl die Satellitenbahnen darstellen, als auch per CAT-Schnittstelle die Steuerung von Empfänger, Transceiver und Rotor übernehmen. Ein Rasp-

berry Pi 5 mit USB-Soundkarte, erweitert um einen RTL-Stick plus Antenne, ergibt zusammen mit der Software *Gqrx* und *Gpredict* bereits eine kleine Satelliten-Empfangsstation. Beide Programme lassen sich über die integrierte Softwareverwaltung des Raspberry Pi nachträglich installieren. Über diesen Weg ist *Gqrx* momentan allerdings nur in der Version 2.15.9 verfügbar. Für die erfolgreiche Kommunikation zwischen beiden Programmen müssen sowohl die Einträge für die IP-Adresse (127.0.0.1), als auch für den Port (z. B.: 4532), übereinstimmen. Diese Einträge erfolgen in *Gqrx* über die Schaltfläche *Configure remote control settings* und in *Gpredict* unter *Bearbeiten/Einstellungen/Schnittstellen*. Die Steuerung wird in *Gqrx* über die Schaltfläche mit den zwei Bildschirmsymbolen (*Remote control via TCP*) aktiviert.

In *Gpredict* sind am rechten oberen Rand des Hauptfensters drei kleine untereinander angeordnete waagerechte Striche zu finden. Ein Klick darauf öffnet ein zusätzliches Menü, in dem die Gerätesteuerung aktiviert werden kann. Zu diesem Programm ist unter [3] eine ausführliche englischsprachige Dokumentation zu finden.

Literatur

- [1] www.amsat.org/status
- [2] www.amsat.org/track
- [3] <https://oz9aec.dk/gpredict>
- [4] <https://github.com/gqrx-sdr/gqrx>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

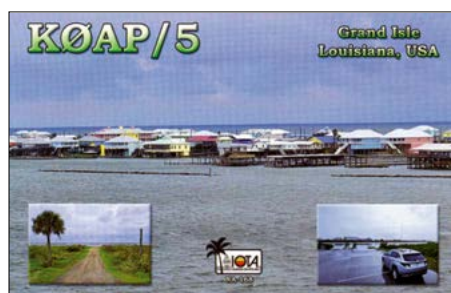
URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 5. 2. bis 5. 3. 2025

■ Condx

Verglichen mit den Vormonaten war die Sonnenaktivität im Februar etwas geringer, allerdings nach wie vor auf hohem Niveau, da wir uns noch immer im Maximum des gegenwärtigen Zyklus befinden. In den ersten Februartagen verringerte sich der solare Fluxindex mit Werten von über 200 in Richtung 150, noch begleitet von einigen Flares der Klassen M und C. Das geomagnetische Feld war, abgesehen vom 8. und 9. 2., sehr ruhig. Mit dieser Ruhe war es erst zur Monatsmitte vorbei. Die Zahl der Flares war erneut im Ansteigen begriffen und brachte den solaren Flux zu Beginn der letzten Februardekade wieder auf über 200. Für diesen Anstieg der Sonnenaktivität waren bis zu zwölf Sonnenfleckengebieten verantwortlich. Besonders in den nördlichen Regionen dürften man den mitunter auroraverdächtigen Klang der Signale auf den oberen Bändern bemerkt haben. Um den 23. bis 25. 2. stieg die Sonnenaktivität deutlich an. Hier profitierten



die oberen Bänder von sehr guten Bedingungen, während sich die Kehrseite der Medaille mit den Auswirkungen des unruhigen Magnetfeldes auf den unteren Bändern präsentierte. Ende Februar, Anfang März bekamen wir es dann nur noch mit C-Flares zu tun, die Ausbreitungsbedingungen waren im Wesentlichen gut und ungestört. Schauen wir auf den gesamten Monat, konnten wir nahezu täglich verlässlich bis einschließlich des 10-m-Bandes funken.

■ DXpeditionen – Rückblick

V73WW schrieb in 15 Tagen bei exzellenter Betriebstechnik 103 855 Verbindungen mit 23 014 verschiedenen Stationen ins Log. Diese verteilen sich auf 32 582 in CW, 46 688 in FT8, 22 461 in SSB und 2124 in RTTY. Fast die Hälfte der QSOs entfiel auf Europa. Club-Log-Uploads und LoTW-Bestätigungen gab es schon während der DXpedition. VK9XU lieferte vom 18. 2. bis 4. 3. 58 267 Verbindungen von Christmas Island. Man hatte



mit diversen Schwierigkeiten wie unvollständig befördertem Gepäck und Ausfall einer Endstufe zu kämpfen.

5N9DTG wurde dann doch noch aktiv und brachte es als digital dominierte DXpedition auf 141 103 Kontakte bei einem Anteil von über 40 % an Doppelverbindungen.

■ Kurzinfos

Seit Februar 2025 gibt es in Singapur (9V) kein QSL-Büro mehr. – Die IARU hat die *Libyan Communications Amateur Society* (LCAS) als Mitglied aufgenommen. – W3HNK hat seinen QSL-Service via Büro eingestellt. – Piraten erschienen unter anderem als HV7AID und CE0XF.

■ Vorschau

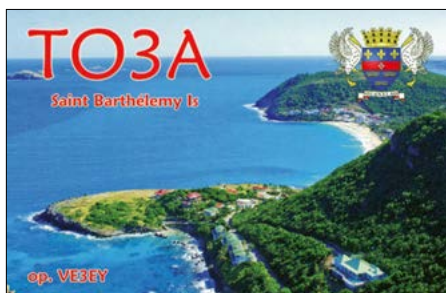
Afrika: IK2GZU ist noch bis 8. 4. von 80 m bis 10 m in SSB, CW und Digital Modes unter **5H3MB** aktiv. QSL via LoTW oder über IK2GZU direkt oder Büro.

C5LT (F5RAV) und **C5R** (YU5R) funken vom 19. 4. bis 2. 5. in CW, SSB und FT8. QSL via LoTW oder direkt über F5RAV.

Amerika: SP9FIH hat sich für den 24. 3. bis 4. 4. unter **TO1P** von St. Barthelemy, IOTA **NA-146**, in SSB, FT8 und RTTY mit Fokus auf 40 m, 80 m und 10 m angekündigt. Bestätigungen können über OQRS auf Club Log angefordert werden.

J68HZ, J69DS, KN2P, DL3ON, WA4PGM und W0CN werden mit dem Schwerpunkt SSB-Teil des CQ-WPX-Contests vom 26. bis 31. 3. unter **J62K** von St. Lucia, IOTA **NA-108**, aktiv. QSL via LoTW oder über K9HZ.

KC9EE konzentriert sich vom 26. 3. bis 5. 4. unter **PJ7EE** von St. Maarten, **NA-105**, auf die Bänder 12 m, 10 m und 6 m. QSL via OQRS auf Club Log oder direkt an sein Heimatrufzeichen.

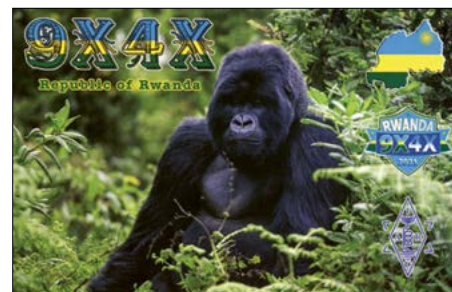


Vom 30. 3. bis 6. 4. ist **K6VHF/HR9** wieder von Roatan, IOTA **NA-057**, ab 80 m aufwärts in SSB, CW, RTTY und FT8 aktiv. QSL via OQRS auf Club Log oder über sein Heimatrufzeichen.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
DU7ET	1816 2100	V73WW	18070 1500
80 m		VK9XU	18130 1600
HZ1TT	3511 2330	15 m	
40 m		3D2XD	21006 0700
J79AN	7010 0700	5W0UO	21022 0900
30 m		12 m	
FK8IK	10104 0700	HR5/F2JD	24898 1430
AU2V	10105 1600	9K9NLD	24898 0830
20 m		10 m	
SU9VB	14003 0600	BI3EI	28023 0900
KH6/DK6SP	14027 0800	XE1XR	28014 1500

PY8WW, PZ5JW und DL8TG planen vom 1. bis 7. 4. unter **PZ5IP** eine Aktivität von Papegaaien mit IOTA **SA-092**. Es soll von 40 m bis 10 m in CW, SSB und digital gefunkt werden. Aufgrund der schwierigen örtlichen Bedingungen ist eine Rund-um-die-Uhr-Aktivität unwahrscheinlich. QSL über OQRS via PY8WW.



DA1DX, DK9IP, DM6EE und DL8LAS sind vom 10. bis 27. 4. unter **VP2VI** von den Britischen Jungferninseln, IOTA **NA-023**, aktiv. Dieses Rufzeichen war schon zweimal vergeben. Einmal an W0DX, den früheren IARU-Präsidenten und zweitens an eine DXpedition im Jahr 2016. Gefunkt wird auf der gesamten Kurzwelle in SSB, CW und FT8 (MSHV), unterstützt durch einen Club-Log-Livestream. Via OQRS auf Club Log kann die QSL angefordert werden, das LoTW wird ebenfalls gefüttert.

Im Zeitraum 17. bis 27. 4. ist WA7RAR unter **PJ4CB** von Bonaire, IOTA **SA-006**, von 20 m bis 10 m in CW und SSB im Urlaubsstil aktiv. QSL via LoTW und direkt über sein Heimatrufzeichen.

Eine Gruppe, der unter anderem PY2PT, PY2WAS, PY5CC und YT1AD angehören, geht vom 18. bis 26. 4. nach Galapagos mit IOTA **SA-004**. Unter **HD8G** werden die Bänder 160 m bis 6 m inklusive 60 m in SSB, CW, FT4, FT8 und RTTY angeboten. QSL über das OQRS von M0URX und via LoTW. VE3KTB funkt in seiner freien Zeit noch bis zum 2. 4. von Ellesmere Island mit IOTA **NA-008** unter **VY0ERC**.

Asien: Hinter **8Q7EF** verbirgt sich IW2NEF von IOTA **AS-013**. Bestätigungen für den Betrieb in SSB und FT8 auf 40 m bis 6 m gibt es via IK2DUW direkt oder über HE9ERA via Büro. Außerdem wird das LoTW bedient.

Die Insel Chang mit IOTA **AS-125** soll vom 25. bis 28. 4. unter **E28AM/p** aktiviert werden. Obwohl sich ein achtköpfiges Team von 40 m bis 10 m in CW, SSB und FT8 angekündigt hat,

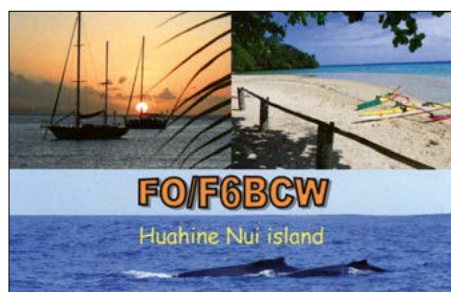
läuft die Operation unter „holiday style“. QSL via LoTW oder über E21LLR.

Ozeanien: Der Toshiba Fuchu Amateur Radio Club aktiviert unter **JA1YVT/JD1** vom 2. bis 7.4. Chichijima und darauf vom 7. bis 10.4. Hahajima. Beide Inseln befinden sich im Ogasawara-Archipel und zählen für IOTA als **OC-031**. Der geplante Funkbetrieb erstreckt sich von 80 m aufwärts und soll in CW, SSB und FT8 stattfinden. Die Bestätigungen erfolgen automatisch via Büro.



JA1XGI geht vom 9. bis 15.4. nach Französisch Polynesien und arbeitet unter **TX7XG** vom Fakarava Atoll mit IOTA **OC-066** ab 40 m aufwärts. QSL via LoTW. Außerdem können Büro- bzw. Direktkarten über ein OQRS auf Club Log oder direkt bei JA1XGI angefordert werden.

JH7IPR hat angekündigt, vom 16. bis 23.4. unter **T88UW** von IOTA **OC-009** vorwiegend



Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ AO-73 im Transpondermodus

Am 3.2. wurde AO-73 in den *Full time transponder mode* geschaltet. Der Linear-Transponder bleibt etwa einen Monat rund um die Uhr aktiv. Währenddessen werden Telemetriedaten des elf Jahre alten Stromversorgungssystems gesammelt.

Es gibt einige Anzeichen von reduzierter Kapazität. Die zwei Lithium-Ionen-Zellen halten aber während eines Orbits bei voller Belastung des Transponders gut durch.

■ BGS ARPIT (POEM 4) neu im Orbit

BGS ARPIT vom SJC Institute of Technology, dem Upagrah Amateur Radio Club (VU2URC) und AMSAT-India ist eine 350 g schwere Ama-

teurfunk-Nutzlast, montiert an die letzte Stufe der PSLV-Rakete. Diese letzte Stufe wird öfters als experimentelle Plattform genutzt und wird *POEM (PSLV Orbital Experimental Module)* genannt. Dies ist das vierte solcher experimenteller Module. Mit BGS ARPIT soll die 75-jährige Unabhängigkeit Indiens gefeiert werden.

Seit dem 31.12.2024 sendet BGS ARPIT gespeicherte Bilder in SSTV, welche die wichtigsten Meilensteine und Erfolge Indiens auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaft und des Amateurfunks zeigen, sowie auf von der IARU koordinierten Frequenzen 145,825 MHz für APRS (via ARISS) und 145,870 MHz FM für SSTV, einen Digitaler und Telemetrie. Die Nutzlast wird jedoch nur zu bestimmten Zeiten über ausgewählten Erdregionen aktiviert. Mehr Informationen sind unter <https://github.com/Raisa0608/BGS-ARPIT/tree/main> verfügbar.

Der Start von PSLV-60 erfolgte im vergangenen Jahr am 30.12. von Sriharikota in Indien. Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten ist 62461.



Vom 25.4. bis 7.5. gehen 9A2NA, 9A3MR, 9A9R und DK8ZZ nach Austral Island (FO/A), um unter **TX9A** von Tubuai (IOTA **OC-152**) aktiv zu sein. Mit zwei parallel arbeitenden Stationen sollen alle Bänder ab 160 m aufwärts bedient werden. QSL via DK8ZZ.

QSL-Splitter

Das LoTW bestätigte Verbindungen für folgende Stationen: 6Y/AI5IN, CY9C, FM/F6BWJ, HH2K, HS0ZNV, LU7YS, VP2ECV und ZD7VJ. Über das Büro gingen ein: 3G0YA, 6M23VGC, 9X4X, D44BM, FO/F6BCW, HS0ZLV, OX3LX, PJ5C, TM5K (IOTA EU-065), TO3A sowie ein größerer Posten QSL-Karten aus VK.

teurfunk-Nutzlast, montiert an die letzte Stufe der PSLV-Rakete. Diese letzte Stufe wird öfters als experimentelle Plattform genutzt und wird *POEM (PSLV Orbital Experimental Module)* genannt. Dies ist das vierte solcher experimenteller Module. Mit BGS ARPIT soll die 75-jährige Unabhängigkeit Indiens gefeiert werden.

Seit dem 31.12.2024 sendet BGS ARPIT gespeicherte Bilder in SSTV, welche die wichtigsten Meilensteine und Erfolge Indiens auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaft und des Amateurfunks zeigen, sowie auf von der IARU koordinierten Frequenzen 145,825 MHz für APRS (via ARISS) und 145,870 MHz FM für SSTV, einen Digitaler und Telemetrie. Die Nutzlast wird jedoch nur zu bestimmten Zeiten über ausgewählten Erdregionen aktiviert. Mehr Informationen sind unter <https://github.com/Raisa0608/BGS-ARPIT/tree/main> verfügbar.

Der Start von PSLV-60 erfolgte im vergangenen Jahr am 30.12. von Sriharikota in Indien. Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten ist 62461.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL

Aus DTP wird DTM: Nach alter Tradition soll die *Deutsche Telegrafie-Meisterschaft (DTM)* wiederaufleben. Daher wird ein kleines Team um Frank, DL2CC, im Rahmen des diesjährigen CW-Treffens vom 3. bis 6.4. eine DTM veranstalten. Die Meisterschaft richten DARC e.V. und AGCW e.V. gemeinsam aus.

Die DTM soll dieses Jahr insgesamt vier Wettbewerbe umfassen:

- RufzXP (Rufzeichen hören)
- MorseRunner (Pile-up/Contest-Simulation)
- Gehörlernen (Verstehen deutschen Klartextes)
- Qualitätshören (Mitschreiben eines Mischtextes in langsamer Geschwindigkeit)

Da auch Neueinsteiger für die Wettbewerbe in der Morsetelegrafie interessiert werden sollen, gibt es für sie eine eigene Teilnahmeklasse. Die in den internationalen HSC-Wettbewerben der IARU weiterhin üblichen Wettbewerbe im Geben und Hören von Fünfergruppen müssen dieses Jahr aus organisatorischen Gründen entfallen. Je nach Interesse werden sie in den kommenden Jahren wieder durchgeführt.

Gäste und Besucher sind ausdrücklich willkommen! Weitere Informationen zum CW-Wochenende und der DTM befinden sich auf der Homepage der AGCW unter: <https://agcw.de>

Termine:

AGCW-NTC Freundschafts-QSO-Party:
15.4., 1900 UTC ... 2000 UTC

Volker Enderlein, DJ9BM

■ Neues aus dem HSC

Silent keys: UT3FZ HSC #1263 – UT4FA HSC 1519 ist jetzt K1WAT. Das große CW-Wochenende der AGCW mit der Deutschen Telegrafie-Meisterschaft (DTM) und dem informellen HSC-Treffen findet vom 4. bis 6.4. in Kleinfelder bei Fulda statt (s.a. www.agcw.de).

Einweisung durch Ortskundige ist über die Repeater DB0FUL, 438,6875 MHz (auch via Echolink), DB0HK 439,100 MHz und DB0WAS 438,950 MHz möglich.

Neben dem Programm *RufzXP* wird bei der DTM auch das Programm *MorseRunner* verwendet, eine realistische Contest-Simulation. Beide Programme können im Internet heruntergeladen werden.

Link des Monats: www.dg9vh.de/2021/01/31/kurzanleitung-morse-runner

KW-CW-Conteste (Auswahl) im April:

SPDX Contest: 5./6.4., 1500 ... 1459 UTC

Japan DX Contest CW: 12./13.4., 0700 ... 1300 UTC

CQ MM DX Contest CW: 19./20.4., 0900 ... 2359 UTC

UKEI DX Contest CW: 26./27.4., 1200 ... 1200 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Xiaomi-4G/LTE-Sportfunkgerät mit großer Reichweite

Xiaomi hat im Dezember 2024 ein Sport-Walkie-Talkie offiziell für den chinesischen Markt vorgestellt [1], [2]. Die als „Reichweite“ angegebenen 5000 km entsprechen dem 4G/LTE-Abdeckungsbereich der drei großen chinesischen Netzbetreiber. Das Gerät wurde speziell für die Nutzung im Freien entwickelt. Es eignet sich daher für alle sportlichen Aktivitäten, die eine stabile Kommunikation über lange Strecken erfordern.

Zur Ausstattung gehören z.B. eine Geräuschunterdrückung für klare Kommunikation in lauten Umgebungen, Bluetooth-Konnektivität für die Synchronisierung mit anderen Geräten und die Steuerung über eine mobile App. Laut Xiaomi funktioniert die integrierte Geräuschunterdrückung sogar beim Skifahren bei Ge-



Xiaomi-Sportfunkgerät für 4G/LTE Werkfoto

schwindigkeiten von bis zu 60 km/h, beim Radfahren immerhin noch bei 40 km/h. Außerdem verspricht der Hersteller eine einfache Handhabung und hohe Zuverlässigkeit seines neuen Produkts.

Das Sport-Walkie-Talkie kann sowohl für Einzel- als auch für die Gruppenkommunikation genutzt werden. In der App lassen sich Gruppen erstellen, der Standort von Freunden anzeigen oder ein Signalton auslösen, der beim Auffinden des verlorenen Funkgeräts helfen kann. Neben einem Drehknopf gibt es einfache Tasten, die sogar mit Handschuhen bedienbar sind und mit denen sich auf Knopfdruck Gruppen bilden lassen.

Das integrierte Display zeigt den Status des Funkgeräts und den Ladezustand des 1030-mAh-Akkumulators an. Dieser soll bis zu 24 h Dauerbetrieb ermöglichen und im Stand-by-Modus maximal 36 h durchhalten. Über Bluetooth ist auch während eines Gesprächs das Hören von Musik möglich. Das LTE-Funkgerät wird mit magnetischen Bändern und Clips geliefert, mit denen es an Helm oder Jacke befestigt bzw. um den Hals getragen werden kann.

Mit einer Breite von 56 mm ist es sehr kompakt. Selbst bei Temperaturen von -30°C soll es noch funktionieren.

Im Januar kam das Sport-Walkie-Talkie in China für umgerechnet 53 € auf den Markt. Wann das Gerät in Europa erhältlich sein wird, ist noch nicht bekannt. Ebenso unklar bleibt, ob das Gerät in Deutschland und dem hier üblichen Frequenzspektrum nutzbar ist.

Literatur

- [1] Notebookcheck: Neues Xiaomi-Funkgerät mit 4G LTE und 5.000 km Reichweite vorgestellt. www.notebookcheck.com/Neues-Xiaomi-Funkgeraet-mit-4G-LTE-und-5-000-km-Reichweite-vorgestellt.940650.0.html
- [2] <https://www.xiaomiyoupin.com/detail?gid=172243>

■ Neuer D-STAR-Repeater HB9AW eingerichtet

Nun ist es endlich vollbracht – der Repeater HB9AW ist auch unter der Domain dstargateway.org erreichbar. Sein Standort ist Weiler Schüle in 6130 Willisau.

– Koordinaten: $8^{\circ}00'04''\text{E}$, $47^{\circ}05'00''\text{N}$

– Locator: JN47AC

– Höhe: 815 m ü. NN

– Antenne: $3 \times 5/8$ Rundstrahler

– Dashboard: <https://hb9aw.dstargateway.org>

– Registrierung: <https://hb9aw.dstargateway.org/Dstar.do>

Der Repeater HB9AW ist am D-Plus-Reflektor REF098 angebunden und mit gültiger US-Trust-Registrierung erreichbar.

Timm Schneider, OE5STM

■ Rolle der künstlichen Intelligenz (KI) im Amateurfunk und in der Zukunft

Die Entwicklung der künstlichen Intelligenz (KI) hat die Welt grundlegend verändert. Von der ersten industriellen Revolution mit Dampfmaschinen bis hin zur vierten, die KI, IoT, Big Data und cyberphysische Systeme hervorbrachte, ist die Technik weiterentwickelt worden. Eine fünfte industrielle Revolution wird bereits diskutiert. Die Zeitabstände verkürzen sich dramatisch. Waren es erst 80 Jahre, in denen sich die Technik komplett veränderte, sind es nun vielleicht zehn.

Moderne KI basiert auf maschinellen Lernverfahren (ML) und tiefen neuronalen Netzen (Deep Learning). ML verwendet Algorithmen, um Daten zu analysieren, während Deep Learning spezielle neuronale Netzwerke nutzt. Die Grundlagen für die Entwicklung der neuronalen Netzwerke entwickelten die Physik-Nobelpreisträger von 2024, John Hopfield und Geoffrey Hinton.

Eine KI oder ein LLM-Modell ist „dumm“ und kann nur mit dem Nutzer agieren, aber (noch) nicht selbst denken oder Zusammenhänge verstehen. Solche AGI- und höheren ASI-Systeme (Artificial General Intelligence bzw. Artificial Super Intelligence) sind die Ziele der Informatik. Derzeit befinden wir uns noch auf dem Niveau der ANI (Artificial Narrow Intelligence). Diese KI-Art ist auf bestimmte Aufgaben oder Probleme spezialisiert und verfügt nicht über allgemeine Problemlösungsfähigkeiten. Beispiele hierfür sind Chatbots, Sprachassistenten wie Siri oder

Alexa und Empfehlungssysteme auf Plattformen wie Netflix oder Amazon.

Tokenisierung in KI-Sprachmodellen

Was genau ist Tokenisierung? Soll ein Computer Texte verstehen so wie wir Menschen, ist eine Methode erforderlich, um Texte, Bilder usw. zu zerlegen, damit sie für die Maschine lesbar sind.

Tokenisierung ist wie das Übersetzen von Text in eine Sprache, die Computer verstehen können. Es ist der erste Schritt, damit KI-Sprachmodelle wie ChatGPT Texte lesen und verarbeiten können. Tokenisierung bedeutet, dass wir einen Text in kleinere Teile zerlegen, die wir Tokens nennen. Diese Tokens können einzelne Wörter, Wortteile oder sogar Zeichen sein. Zum Beispiel kostet bei den Bezahlmodellen von OpenAI jedes Token Geld. Hier hat die Redewendung „nicht jedes Wort auf die Goldwaage legen“ eine neue Bedeutung erhalten.

Warum braucht man dazu Tokenisierung?

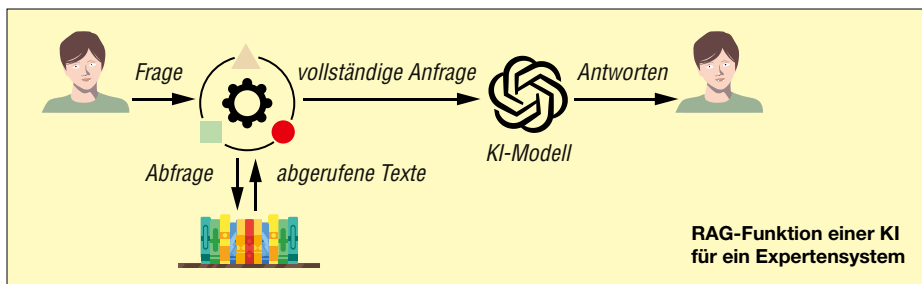
KI-Modelle, besonders große Sprachmodelle, arbeiten mit Zahlen. Tokenisierung hilft, Text in Zahlen umzuwandeln, mit denen die KI arbeiten kann. Ohne Tokenisierung könnten KI-Sprachmodelle keine Texte lesen oder generieren, das gilt in gleicher Weise für Bilder. Es gibt verschiedene Arten, um Text in Tokens zu zerlegen:

- Wortweise: Text wird in einzelne Wörter aufgeteilt. Aus „Ich gehe nach Hause“ entsteht: [Ich, gehe, nach, Hause]. Einfach, aber nicht immer ideal.
- Zeichenweise: Man unterteilt Text in einzelne Buchstaben und Zeichen. „Hallo“ wird zu: [H, a, l, l, o]. Das kann sich kompliziert gestalten, weil einzelne Zeichen oft wenig Sinn ergeben.
- Teilwortweise: Ein Mittelweg bei dem Wörter in häufige Wortteile zerlegt werden. Zum Beispiel könnte „Fahrrad“ in *Fahr* und *rad* zerlegt werden. Die KI kann so auch unbekannte Wörter besser verstehen. Eine beliebte Methode hier ist Byte-Pair-Encoding (BPE). Dadurch lernt die KI die häufigsten Buchstabenpaare und Wortteile und nutzt diese dann als Tokens.

Tokenisierung in Transformer-Modellen wie ChatGPT

Moderne KI-Modelle wie die Transformer nutzen meistens das Zerlegen von Text in Tokens, wie oben erklärt. Beim Embedding wird jeder Token in eine Zahl umgewandelt. Diese Zahl repräsentiert die Bedeutung des Tokens für die KI. Das Transformer-Modell verarbeitet diese Zahlen, um den Text zu verstehen, Muster zu erkennen und Aufgaben zu lösen, z.B. das Generieren von Texten und Beantworten von Fragen.

Als Beispiel zur Verdeutlichung soll dieser Satz dienen: „KI-Modelle lernen schnell.“ Mit Wort-Tokenisierung wäre das: [KI-Modelle, lernen, schnell, .]. Mit Teilwort-Tokenisierung könnte es, abhängig vom genauen Tokenizer, so aussehen: [KI, -, Modelle, ler-



nen, schnell, .]. Vielleicht wurde hier „KI-Modelle“ in KI, Bindestrich und Modelle zerlegt, weil die KI gelernt hat, dass KI und Modelle häufige Wortteile sind. Das Leerzeichen vor lernen könnte auch als eigenes Token behandelt werden, um Wörter besser zu unterscheiden.

Modellparameter

Gewichtungen (Weights) und Verzerrungen (Biases) sind zentrale Parameter in neuronalen Netzwerken. Hier muss man sich vorstellen, dass es viele Ähnlichkeiten gibt. Will ein

System z. B. Äpfel von Birnen unterscheiden, muss es erst lernen, dass es Äpfel und Birnen in verschiedenen Farben und Größen gibt und alle eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen. Mittels nicht linearer Funktionen wie z.B. Tanh (hyperbolischer Tangens) kann das Modell seine Vorhersagen verschieben und optimieren. Es versucht sehr oft (vielleicht millionenfach) zu erkennen, ob das Obst ein Apfel oder Birne ist und auch welche Sorte.

Transformer-Architektur

Die Transformer-Architektur bildet die Basis für moderne Sprachmodelle. Die Schritt-für-Schritt-Funktion wird oft mit den Wortfolgen illustriert, indem das System viele einzelne Wörter zusammenfasst und eine wahrscheinliche Aussage in einem Satz oder mehr trifft.

Pre-trained-Modelle

Pre-trained-Modelle (GGUF-Dateien) werden häufig genutzt und sind z.B. unter <https://github.com> oder <https://huggingface.co> in verschiedenen quantisierten Größen frei erhältlich. Die neuen selbstreflektierenden und argu-

mentierenden Transformer-Modelle wie Deepseek R1 und früher Reflection-Llama, lassen sich mit einem eigenen System und einer guten Nvidia-Grafikkarte betreiben.

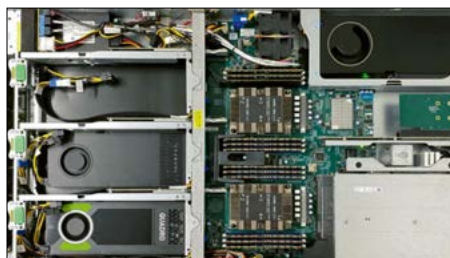
Diese Systeme nutzen die Antwortzeit (inference time), um sich selbst zu reflektieren oder vorher selbst zu überdenken und zu überprüfen. Um z. B. ein Expertensystem für den Amateurfunk zu bauen, das Fragen zu Digital Voice wie nach DMR oder D-STAR beantworten kann, ist noch eine spezielle Funktion erforderlich. Diese Funktion heißt RAG (Retrieval Augmented Generation), was etwa bedeutet „abrufbare erweiterte Generation oder Erzeugung“. Man stellt der KI eine Frage und diese sucht erst in ihrer eigenen Datenbank und ihrer Dokumentation nach, ob es eine aktualisierte Antwort dazu gibt. Danach gibt die KI die Information wieder aus.

Ich habe mit einer eigenen KI (Gemma-2-9B) unter LM-Studio-0.3.10 eine RAG für eine DMR-Gesprächsgruppe im Brandmeister-Netz erstellt. Wer Interesse hat, das einmal zu testen und mir helfen möchte, dem System geordnete und korrekte Informationen beizubringen, kann sich gern bei mir melden.

Obwohl ich bei allen DV-Systemen von Beginn an dabei war und die Systeme teilweise aufgebaut habe, fällt es mir doch schwer, alles in einer vernünftigen Form zu dokumentieren. Da muss man auch probieren und viel Zeit investieren.

(wird fortgesetzt)

Jochen Berns, DL1YBL



Eigener Server mit drei Nvidia-Grafikkarten
Foto: DL1YBL

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ Gießener Amateurfunktreffen

Jonathan Kahne, KM4CFT, vertreibt über den Online-Shop <https://hamgadgets.com> seinen neu entwickelten 5-Band-CW-Transceiver CFT1.

Das QRP-Gerät lässt sich auf den Amateurfunkbändern 40 m, 30 m, 20 m, 17 m und 15 m einsetzen. Die Sendeleistung ist bandabhängig. Auf 40 m stehen 8 W, auf 30 m und 20 m jeweils 5 W sowie auf 17 m und 15 m jeweils 3 W an der 50-Ω-Antennenbuchse zur Verfügung. Die Empfindlichkeit hat KM4CFT mit -125 dBm bis -135 dBm angegeben, was einem Signalpegel von 50 und darunter entspricht.

Das 70 mm × 36 mm × 100 mm große und nur 218 g wiegende Gerät wurde für POTA/SOTA-Aktivisten entworfen. Daher ist die Bedienung einfach gehalten. So fällt auf, dass es nur relativ wenige Drucktasten gibt. Mittels Tune-Drehknopf lassen sich sowohl die Arbeitsfrequenz ändern als auch, nach einem Druck auf den integrierten Taster, die Abstimmungsschrittweite und die RIT einstellen.

Zwei Taster auf der Oberseite des Transceivers dienen zur Bandumschaltung und XIT-

Sämtliche Bedienelemente des CFT1 sind auf der Oberseite des Transceivergehäuses angeordnet. Das zweizeilige, mit einer schaltbaren Hintergrundbeleuchtung versehene LC-Display ist auch aus einem seitlichen Blickwinkel gut ablesbar.

Foto: KM4CFT



Aktivierung sowie zur Navigation im Menü, das zur Einstellung nur selten benötigter Parameter dient. Über vier weitere Taster (M1 bis M4) lassen sich die vier CW-Speicher einmalig (Playback) oder nach längerer Betätigung wiederholend (Repeat) abrufen. Jeder Speicher kann 40 CW-Zeichen aufnehmen. Die Spannungsversorgung ist aus einer beliebigen Quelle mit 8 V bis 14 V möglich. Die Stromaufnahme ist mit 60 mA bis 90 mA beim Empfang und mit 0,7 A bis 1,5 A beim Senden angegeben.

Auf der linken Schmalseite des Gehäuses sind die Buchsen für Paddle, Kopfhörer und Spannungsversorgung angeordnet, die BNC-Antennenbuchse auf der rechten.

Verpolschutz, AGC und ein auf Iambic A/B einstellbarer CW-Keyer sind vorhanden, wobei sich an den Tasteingang auch eine Hubtaste anschließen lässt. Die Punkt-Strich-Zuordnung der Squeeze-Taste ist einstellbar, ebenso der Mithörton von 300 Hz bis 900 Hz. Das ZF-Filter besteht aus selektierten 4,914-MHz-Quarzen, wodurch sich eine Bandbreite von 350 Hz ergibt.

Bedienungs- und Aufbauanleitung sowie der Stromlaufplan stehen auf der genannten Webseite unter Current Docs zur Verfügung. Der Bausatz kostet 319,95 US-\$. Fertig bewickelte Ringkerne sind für zusätzlich 30 US-\$ erhältlich. Als Fertiggerät schlägt der CFT1 mit 399,95 US-\$ zu Buche.

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de
Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ UKW-DX über Reflexionen an geostationären Satelliten

Den Mond auf den VHF/UHF/SHF-Bändern als Reflektor für weltweites DX zu nutzen, ist nichts Neues. Dass jedoch auch Funkverbindungen über Reflexionen an der Außenhaut der internationalen Raumstation ISS möglich sind, haben DH7FB und DF2ZC in den Jahren 2007 und 2008 auf 144 MHz bereits praktisch nachgewiesen. Tonmitschnitte sind auf www.df2zc.de/issbouncing eingestellt. Damalige Versuche mit Reflexionen über geostationäre Astra-Satelliten blieben jedoch erfolglos. Möglicherweise war die Reflexionsfläche der Satelliten zu klein.



INMARSAT GX5

Foto: INMARSAT

Im 23-cm-Band ist es allerdings nun gelungen, ein QSO über Reflexion an einem geostationären Satelliten zu tätigen. Am 22.1. schafften das PI9RD (vormals PI9CAM) am Radioteleskop Dwingeloo (JO32ET) in den Niederlanden und HB9Q (JN47CG), indem sie als Reflektor das Metallgehäuse und die Solarpaddles eines INMARSAT-Satelliten verwendeten. Dieser bewegt sich auf einer kreisförmigen geosynchronen Umlaufbahn in einer Höhe von 35 786 km, sodass die Funkwellen in Summe etwa 70 000 km zurücklegen mussten. Angesichts der geringen Reflexionsfläche ist es beeindruckend, dass das QSO zustande kam. Zum Vergleich: Die ISS fliegt nur etwa 400 km hoch.

Doch die Geschichte dieses Kontakts begann schon zwölf Jahre früher. Jan, PA3FXB, berichtet: „Diese Reise begann bereits im Mai 2013, als Andreas, DJ5AR, und ich unser erstes 23-cm-ISS-Bounce-QSO mit unseren 3-m-Parabolspiegeln hatten. Wir begannen danach, auch mit kleineren Satelliten zu experimentieren. 2016 hatten wir, DJ5AR und PI9CAM, schließlich ein QSO über Reflexion an einem alten umlaufenden Wettersatelliten. Seitdem

denken wir über QSOs per Reflexion an einem geostationären Satelliten nach. Die sind zwar 100-mal weiter weg, wegen ihrer geostationären Bahn gibt es jedoch keine Herausforderungen beim Nachführen der Antenne.



Der 25-m-Spiegel in Dwingeloo stammt bereits aus dem Jahr 1956 (letzte Restaurierung 2013) und wird von PI9RD für EME-Versuche benutzt.
 Foto: CAMRAS

Mit HB9Q testeten wir mit einem Cluster von Astra-Satelliten unter Verwendung des JT65-Modes. Wir hörten oder sahen zwar nichts, doch die Computeranalyse zeigte, dass das Signal vorhanden war. Wir wiederholten den Versuch und bekamen das gleiche Ergebnis. Funkamateure, die sich in der Satellitenwelt auskennen, schlugen uns vor, INMARSAT als passiven Reflektor zu verwenden.

Der erste INMARSAT-Test mit HB9Q fand Ende 2023 statt und erzeugte ein schönes stabiles –23-dB-Signal auf unserem Bildschirm. Wir verwendeten den WSJT-Mode Q65-120A, also Sendeperioden von jeweils 2 min. Unsere Sendeleistung war leider deutlich geringer als bei HB9Q. Deshalb konnte Dan in der Schweiz nichts empfangen. Plötzlich war aber auch sein Signal bei uns nicht mehr aufzunehmen.

Eine Rücksprache mit Satellitenbetreibern zeigte, dass die Ausrichtung der Solarmodule der Satelliten wichtig ist, um gute Reflexionen zu erhalten. Zwar konnte uns niemand erklären, wie es bei den einzelnen Satelliten funktioniert, aber es scheint zwei Systeme zu geben: entweder ständiges Bewegen der Solarmodule oder nur in bestimmten Zeitabschnitten, dann in größeren Schritten. Genau das könnte passiert sein, als das Signal von HB9Q verschwand.

Mit dieser Unsicherheit über die Position der Solarmodule beschlossen wir, einfach mal ein paar INMARSATs auszuprobieren. Am 22.1. begannen wir mit INMARSAT GX5, demselben Satellit, an dem wir bereits 2023 getestet hatten. Sofort wurde HB9Q mit –21 dB decodiert. Dieses Mal hatten wir Q65-60A verwendet, also nur 1-min-Perioden, um die Endstufen nicht so sehr zu belasten. Tatsächlich kam nach einigen Minuten von HB9Q das erlösende „PI9RD HB9Q R-32“: Wir wurden gehört! Jetzt wurde es richtig aufregend. Die Zeit zog sich gefühlt endlos hin. PI9RD sendete nun RRR, und wir hofften, dass das in der Schweiz durchkam. Tatsächlich, nach ein paar Minuten decodierten wir 73, und damit die Bestätigung, dass unsere Rogers empfangen worden waren. Das QSO war komplett. Eigentlich war es bereits mit dem Empfang der RRRs bei HB9Q vollständig, doch es ist schön, durch dieses 73 noch auf dem Band zu erfah-

ren, dass Dan alles Erforderliche decodiert hatte. Jetzt wollten wir gleich noch einen weiteren Satelliten ausprobieren und wählten INMARSAT 4AF2 (Alpha). Hier waren die reflektierten Signale deutlich stärker, –15 dB bei uns und –24 dB bei HB9Q. Das Signal von Dan war deutlich im Lautsprecher zu hören: QSO Nr. 2 war im Log. Danach versuchten wir es mit zwei anderen INMARSATs, jedoch ohne Ergebnis.“

■ WSPR-Tests im 2-m-Band in Australien

Während der WSPR-Bakenmodus auf KW sehr verbreitet ist, wird er auf UKW weitestgehend ignoriert. Doch auch auf den hohen Frequenzen kann WSPR äußerst interessante Ausbreitungsdaten liefern. In Australien hat sich mittlerweile eine sehr aktive Gruppe von Funkamateuren zusammengefunden, die WSPR-Signale auf 50 MHz und 144 MHz senden und empfangen. Im vergangenen Januar und Dezember haben sich eine ganze Reihe beeindruckender DX-Ergebnisse eingestellt.

Dass Seebausbreitung über die Große Südaustralische Bucht weite Distanzen ermöglicht, ist wenig überraschend. Während des Sommers auf der Südhalbkugel stellen sich dort ähnliche Verhältnisse ein, wie wir sie in Europa auf der Strecke EA8 bzw. CT3 nach CT/EA kennen. John, VK2IJM schreibt: „Die 2-m-Ergebnisse zeigen einen ziemlich erstaunlichen Sommer für Tropo Down Under. Wir haben zwar nicht ganz die 3000 km erreicht, doch der 2850 km lange Spot zwischen VK7DC und VK6CPU dürfte nahe an einem Zweizege-Rekord liegen.“



Einige der typischen Pfade, die auf WSPR im 2-m-Band in Australien aufgezeichnet wurden.
 Grafik: EI7GL

Der weiteste Empfangsbericht zeigte einen Kanal zwischen VK6ZE (OF76SL) und VK2KRR (QF34MR) auf. Es auf 2 m war hingegen im Dezember eher mäßig, erst im Januar trat diese Ausbreitung öfter auf. Der übliche große Sommer-Tropo von VK6 nach VK3 und VK7 (Tasmanien) lieferte tagelang Empfangsmeldungen über große Distanzen. Eine Fortsetzung des Ducts nach ZL gab es diesmal jedoch nicht, was erfahrungsgemäß für La-Niña-Jahre typisch ist ...“

Vielleicht findet sich auch in Europa eine ähnliche Interessengruppe zusammen, die mittels WSPR mal Versuche unternimmt?

■ Winter-BBT 2025 mit Rekordbeteiligung

Der Winter-BBT im Februar 2025 war aus Sicht vieler Teilnehmer einer der besten Bergtage seit Langem. Am Ende waren es 77 Aktive, die insgesamt 197 Logs für die Bänder von 2 m bis 6 cm einreichten. Bei wirklich sehr guten Ausbreitungsbedingungen waren es auch viele Feststationen, die von zu Hause aus teilnahmen und als QSO-Partner und „Punktlieferanten“ zur Verfügung standen. Besonders auf 2 m riss die Kette der Anrufer bis zum Schluss nicht ab. So macht Bergfunk Spaß!



Outdoor-Shack bei Oberammergau, 1686 m
Foto: DF3MC

Das Wetter war zweigeteilt. Viele freuten sich über perfekte Verhältnisse, mit Wolken und Nebel im Tal und Sonnenschein mit blauem Himmel am Gipfel. Manche kamen allerdings nicht über die Inversionsschicht und die Wolkengrenze hinaus und mussten bei Kälte im Nebel ausharren. Wenn dann auch noch die Bergbahn für die Talfahrt vorzeitig schließt, dann ist beim Fußmarsch ins Tal voller Einsatz gefordert, aber auch so etwas gehört zum BBT dazu.

Ergebnisse des Winter-BTT 2025

144 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL5RT/p	JN57LK	P03	88	18088
2.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	69	12766
3.	DJ2GMS/p	JN57FO	P62	59	11278
4.	DB7MM/p	JN59US	B21	74	10542
5.	DH7FFE/p	JO40FF	F27	58	10135
6.	DJ3TF/p	JN59WX	U01	68	9179
7.	DL3ZAE/p	JN57XS	F06	52	8867
8.	DL6DBN/p	JO40DV	O55	46	8303

48 Logs

432 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL5RT/p	JN57LK	P03	62	9839
2.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	59	8616
3.	DJ2GMS/p	JN57FO	P62	51	8461
4.	DJ3TF/p	JN59WX	U01	55	7890
5.	DB7MM/p	JN59US	B21	46	6107
6.	DH7FFE/p	JO40FF	F27	31	6004
7.	DL3ZAE/p	JN57XS	F06	44	5374
8.	DL1RQ/p	JN69JA	U26	34	5318

41 Logs

1296 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL3ZAE/p	JN57SP	F06	29	4543
2.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	28	3990
3.	HB9MDP	JN47OG		22	3473
4.	DF3MC/p	JN57NO	C03	20	3039
5.	DC5GF/p	JN48CM	Z26	18	2873

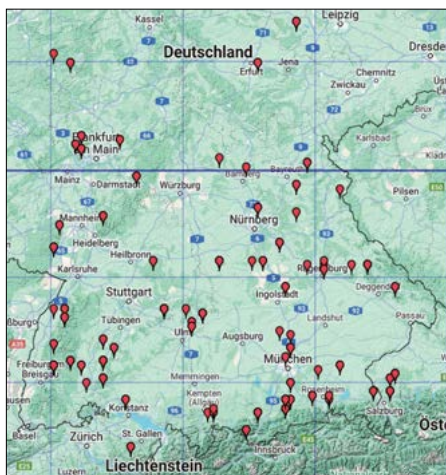
12 Logs



Antennen für die Bänder 13 cm, 9 cm und 6 cm auf dem Brauneck, 1555 m
Foto: DL3ZAE

Die Auswertung zeigt, dass viele Stationen erstmals beim BBT dabei waren. Auf 2 m haben mehrere Teilnehmer deutlich über 10000 Punkte erreicht. Dabei konnte DL5RT/P den Vorteil der großen Höhe auf der Zugspitze optimal nutzen und erreichte Platz 1 sowohl auf 2 m als auch auf 70 cm. Alle Ergebnisse des Winter-BBT können nachgelesen werden auf: <https://bergtag.de/result/winter25.txt>

Die Auswertung des BBT darf nicht 1:1 mit dem DARC-UKW-Fieldday verglichen werden. Dort gelten andere Regeln, denn es werden QSOs auch bei kleinen Fehlern komplett gestrichen. Der BBT ist da ganz bewusst anders: Die Auswerter gehen davon aus, dass die Verbindung stattgefunden hat, Fehler in der Dokumentation werden deswegen mit einem prozentualen Punktabzug belegt. Auf 2 m und 70 cm setzen sich die modernen SDR-Transceiver immer mehr durch. Das Wasserfall-Display erleichtert die Suche nach Funkpartnern. Die höheren Bänder profitieren



Standorte der Teilnehmer am diesjährigen Winter-BBT
Screenshot: DF3MC

ren von den Transvertern von SG-Lab, die den Betrieb von 23 cm bis 6 cm ermöglichen. Aber auch neue kommerzielle Geräte wie der IC-905 (bis 6 cm) und IC-9700 (bis 23 cm) wurden vereinzelt genutzt.

**Bericht: Martin Rothe, DF3MC;
Bearbeitung: Peter John, DL7YS**

Ergebnisse des Winter-Fieldday DARC

144 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL9AAA/p	JN57SP	H27	89	17923
2.	DL5RT/p	JN57LK	P03	78	16181
3.	DJ7GS/p	JN47KW	A01	60	13155
4.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	67	12107
5.	DJ2GMS/p	JN57FO	P62	57	11206
6.	DB7MM/p	JN59US	B21	72	10342
7.	DM1CHL/p	JN59UN	U01	65	9611
8.	DL8LR/p	JN39PN	U30	55	9372

66 Logs

432 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL9AAA/p	JN57SP	H27	58	9273
2.	DL5RT/p	JN57LK	P03	54	8621
3.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	57	8527
4.	DJ2GMS/p	JN57FO	P62	45	7402
5.	DJ3TF/p	JN59WX	U01	52	7293
6.	DB7MM/p	JN59US	B21	46	6132
7.	DL8LR/p	JN39PN	U30	32	5974
8.	DH7FFE/p	JO40FF	F27	37	5607

53 Logs

1296 MHz					
Pl.	Rufz.	Locator	DOK	QSOs	Pkt.
1.	DL3ZAE/p	JN57SP	F06	29	4543
2.	DL3SFB/p	JN48CO	P06	27	3923
3.	DL1DSR/p	JN49JL	Z21	25	2351
4.	DG4MH/p	JN49AC	K14	15	2131
5.	DL7MY/p	JN58TF	C12	9	766

15 Logs

■ Ausblick April

Der Meteoritenschauer Lyriden erreicht am Nachmittag des 22.4. sein Maximum. Doch auch in der Nacht davor und danach dürfte die Aktivität vergleichsweise hoch sein, weil der Schauer recht „breit“ ist. Etwa 20 sichtbare Sternschnuppen/Stunde sind zu erwarten.

Am 1.4. findet von 1200 UTC bis 1600 UTC der DARC-Frühlingswettbewerb statt. Hier sind Sendeleistungen bis 100 W erlaubt. Ansonsten gelten die Regelungen analog zu den anderen DARC-UKW-Contesten.

Bei Redaktionsschluss war UT1FG/mm von Frankreich Richtung Brasilien unterwegs. Danach steht sein Jahresurlaub an: Erst ab Herbst wird Kapitän Yuri wieder die Weltmeere befahren und befunken.

Ab etwa Monatsmitte beginnt auf 50 MHz die Sporadic-E-Saison. Vier Wochen später dürfte es dann auch auf 4 m und 2 m losgehen.

FA-Topliste 1/25

Der Einsendeschluss für die nächste UKW-Topliste ist der 2.4.2025. Bitte melden Sie die Anzahl der auf den Bändern oberhalb 30 MHz gearbeiteten Mittelfelder, DXCC-Gebiete mit dem jeweiligen ODX an die Adresse des Sachbearbeiters, DL7YS (dl7yspeter@posteo.de).



DL-QTC

■ Rosel Zenker, DL3KWR, silent key

Am 15.1. verstarb 85-jährig Rosel Zenker, DL3KWR. Mit 36 Jahren erlernte sie CW und morste seither unter 70 verschiedenen Rufzeichen aus 22 Ländern. Von 232.000 Funkkontakten erfolgten allein 50.000 aus Madeira, siehe: www.dl3kwr.de

Redaktion FA

■ Aktivitätsprogramm Grids on the Air

Grids on the Air (GOTA) ergänzt ab sofort die bereits bei Funkamateuren bekannten und beliebten Aktivitätsprogramme, wie IOTA, SOTA, COTA oder POTA. Die GOTA-Website www.gridsontheair.com ging zum 1.3. online. Für die Wertung zählen viele Mittelfelder ab dem 1.1.2025 in Morsetelegrafie oder Sprechfunk (SSB, FM, AM) auf den Amateurfunkbändern von 160 m bis 10 m. Übermittelt und geloggt wird das Mittelfeld des Maidenhead-Locators des Teilnehmers, also die ersten beiden Buchstaben und die Ziffern, z.B. JO41. Ziel ist es, möglichst viele Mittelfelder zu erreichen. Im Log der einzureichenden ADIF-Datei muss der Locator in das entsprechende Feld eingetragen werden, also keinesfalls in das Kommentarfeld.

Wer an GOTA teilnehmen und in die Wertung für Diplome kommen möchte, muss sich zunächst registrieren. Dies gilt auch für SWLs, die ebenfalls zur Teilnahme willkommen sind. Weitere Details über das neue Aktivitätsprogramm sowie ein Kontaktformular für weitere Fragen stehen auf der genannten Website.

Colin Hall, GM4JPZ

■ BOTA Deutschland

Michael, DM2DLG, sucht interessierte Funkamateure für den Aufbau einer deutschen Sektion des internationalen BOTA-Aktivitätsprogramms. WWBOTA (<https://wwbota.org>) steht für *Worldwide Bunkers on The Air* und es bestehen bereits Sektionen mit aktiven Teilnehmenden in Großbritannien, Belgien, Tschechien, Nordmazedonien, Albanien, Slowenien, Frankreich, Norwegen, Italien, Irland sowie Rumänien. Michael freut sich über Rückmeldungen per E-Mail an: dm2dlg@web.de

Michael Falk, DM2DLG

■ Tag der Raumfahrt in Bochum

In der Sternwarte Bochum (www.sternwarte-bochum.de) befindet sich unter anderem die Zentrale von AMSAT-Deutschland (<https://amsat-dl.org>). Am Samstag, dem 29.3., besteht beim „Familienstag Abenteuer Weltraum“ die Gelegenheit für einen Besuch. Interessierte können sich von 10.30 Uhr bis 17 Uhr rund

ums Radom der Sternwarte Bochum auf eine Entdeckungsreise begeben und in die Welt von Astronomie, Raumfahrt sowie Computergeschichte eintauchen. Gleichzeitig findet dort ein „Tag der Astronomie“ statt und über die Mittagszeit ereignet sich eine partielle Sonnenfinsternis, die bei gutem Wetter unter fachkundiger Anleitung an der Sternwarte zu beobachten ist. Zudem können die Besucher bei Kurzführungen die Satelliten-Bodenstation im Radom mit ihren Ausstellungen erforschen. Der Eintritt ist frei. Ort: Radom der Sternwarte Bochum, Obernbaakstraße 6, 44797 Bochum.

Bei dieser Gelegenheit sei zudem bereits auf die *Bochumer Weltraumtage 2025* hingewiesen, die vom 19.9. bis 21.9. in der Sternwarte Bochum geplant sind. In Zusammenarbeit mit AMSAT-Deutschland e.V. erwartet Interessierte ein vielseitiges und informatives Programm, das sich an AMSAT-Mitglieder sowie an alle Raumfahrtbegeisterten richtet. Im Mittelpunkt stehen die aktuellen Entwicklungen und zukünftigen Perspektiven nationaler sowie internationaler Amateurfunksatelliten und weiterer Raumfahrtprojekte. Durch Vorträge, Präsentationen und Diskussionen erhalten die Teilnehmer Einblicke in die neuesten Technologien, Missionen und Forschungsprojekte der Raumfahrt.

Sternwarte Bochum
und AMSAT-DL

■ DL2025E auf 630 m

Das noch bis Ende März laufende anspruchsvolle Diplomprogramm 2025C (<https://2025c.de>) lebt von der Experimentierfreude der Funkamateure auf beiden Seiten. Um immer wieder zu neuen Diplompunkten zu gelangen, werden Ausbreitungsmechanismen studiert, Antennen optimiert, für sich neue Sendarten erschlossen oder reaktiviert und an der Funktechnik gebastelt.



Zu Aktivitäten auf dem eher exotischen 630-m-Band lädt DL2025E ein: Im März laufen immer mittwochs um 2000 UTC auf 473,7 kHz CQ-Rufe. Gesendet wird vom Traditionsschiff *Dresden* mit originaler Funktechnik. Zum Einsatz kommt der Seenotsender *SNS 577* von etwa 1970, betrieben an der originalen L-Antenne in Zweileiterausführung, aufgehängt zwischen den beiden Masten in 35 m über der Wasserlinie.

Operator von DL2025E ist Helmut, DL6KWN, der gleichzeitig Chief-Operator von DL0MCM auf dem Rostocker Traditionsschiff ist. Wenn auch die zweiseitige Kontaktaufnahme mit DL2025E im Fokus steht, ist man auch an Empfangsberichten sehr interessiert. Wer also

die Möglichkeit hat, sollte an den Aktivitätsabenden hören und bitte einen Empfangsbericht per E-Mail an orga@2025c.de schicken, gerne begleitet von einem Audio-Mitschnitt. Umfassende Details zu dieser 630-m-Aktivität und technische Hinweise stehen unter <https://2025c.de/630m> online. Dort sind zudem bisherige Ergebnisse dokumentiert. Die letzten Aussendungen von DL2025E auf 630 m sind für den 19.3. und 26.3. ab 2000 UTC auf 473,7 kHz geplant.

Uwe Hansen, DL2SWR, Team 2025C

Afu-Welt

■ YOTA-Sommertreffen 2025



Das 13. YOTA-Sommertreffen für junge Funkamateure der IARU-Region 1 findet vom 18.8. bis 25.8. in der Stadt Jambville bei Paris statt. Wer sich für eine Teil-

nahme und weitere Informationen zum umfangreichen Programm interessiert, möge sich per E-Mail an ham-yota@darq.de wenden.

YOTA-Team

■ Neumayer III sucht Techniker

Aktuell läuft die 45. Überwinterung auf der deutschen Forschungsstation *Neumayer III* in der Antarktis. Als Ingenieur hält Alex, DL2ALY, derzeit dort die Technik am Laufen, außerdem ist er in seiner Freizeit regelmäßig unter DP0GVN auf Kurzwelle sowie über QO-100 aktiv. Der Posten als Stationstechniker auf *Neumayer III* wird jährlich neu vergeben und wer Interesse an dieser Aufgabe hat, findet die Ausschreibung mit allen Details unter <https://join.com/companies/laeisz> im Internet. Darin heißt es u.a.: „Wir suchen in jedem Jahr einen/eine Elektro-Ingenieur/-in /Elektrotechniker/-in der/die sich der Herausforderung stellt, für eine Überwinterung, einschließlich der damit verbundenen Vorbereitungszeit, an der Polarstation zu arbeiten.“ Bewerbungsschluss ist der 31.8. Wer sich für diese Aufgabe interessiert und Näheres aus erster Hand erfahren möchte, trifft regelmäßig am letzten Juniwochenende während der Amateurfunkmesse Ham Radio in Friedrichshafen Funkamateure, die bereits auf *Neumayer III* und/oder auf dem deutschen Forschungseisbrecher *Polarstern* gearbeitet haben.

Harald Kuhl, DL1AX

■ YOTA-Contest 2025

Der erste Teil des diesjährigen YOTA-Contests fand am 9.3. von 1000 UTC bis 2200 UTC statt. Teil 2 folgt am 19.7. von 1000 UTC bis 2200 UTC, Teil 3 am 29.12. von 1000 UTC bis 2200 UTC. Ziel ist es, junge Funkamateure für Contests zu begeistern und ihnen möglichst viele Kontakte zu ermöglichen. Zahlreiche YOTA-Sonderstationen sind hierbei aktiv. Verbindungen mit Funkern, die jünger als 26 Jahre alt sind, bringen mehr Punkte aufs Contest-Konto. Die komplette Ausschreibung steht unter <https://yotacontest.mrasz.org/rules/english> online.

YOTA-Team





Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Online Contestseminar: AOEE 80/40 m 2025

Am 7.4. gibt es ab 20 Uhr Ortszeit ein neues Zoom-Online-Webinar zum Thema: *AOEE 80/40m 2025 – Infos und Neuerungen*. Neben Informationen zur Notfunkübung am 1.5. werden auch die Neuerungen im Logprogramm *OpenLoggerAOEE* durch den Entwickler des Programms Joe Felner, OE5JFE, vorgestellt. Zudem gib es Tipps für die Vorbereitungen, Einblicke in die Auswertung der Übung und eine Fragerunde.

Es ist egal, ob man bereits ein erfahrener Teilnehmer oder Neueinsteiger ist. Dieses Seminar bietet wertvolle Tipps und spannende Einblicke für alle.

Teilnahme-Link: <https://us02web.zoom.us/j/82764585138?pwd=sDxaFcpReNeZujddZFkKn4Sa706G62.1>

Der Kenncode lautet: 7373. Es wird um Anmeldung unter oe8kdk@oevsv.at gebeten.

■ Tullnerfelder Frühlings-Fieldday

Der Ortsverband Tulln und Stockerau, ADL 305, lädt zum *Tullnerfelder Frühlings-Fieldday 2025* ein. Dieser findet von Freitag, 25.4. ab etwa 12 Uhr bis Sonntag, 27.4., bis etwa 18 Uhr erneut am nicht eingezäunten Areal des nie in Betrieb genommenen Atomkraftwerks Zwentendorf statt. Bei der Zufahrt ist darauf zu achten, dass Zwentendorf das Kraftwerk mit nur einem Block ist. Es wird gerne mit dem Kraftwerk Dürnrohr (zwei Kraftwerksblöcke) verwechselt.



Fieldday-Gelände

Foto: ADL305

Die genauen Koordinaten sind 48° 21' 23,6" N und 15° 52' 52,4" E oder 48.356554, 15.881213. Im Navi kann man auch die *Bärndorfer Hütte*, Am Sonnenweg 3, 3435 Zwentendorf an der Donau eingeben.

Es handelt sich hier um einen wunderschönen Platz mit wenig Rauschpegel, in Donaunähe, nahem Grundwasser und besten Ausbreitungsbedingungen. Es ist ausreichend Platz für Wohnmobile und Pkws vorhanden. Allerdings sind die Wiesen am Fieldday-Gelände vom Pächter als „Biowiese“ deklariert, deshalb ist das Campen auf den Grünflächen nicht erlaubt. Glücklicherweise ist der asphaltierte Platz aber groß genug (etwa 3000 m²) – hier ist das Campen erlaubt.

Falls erforderlich kann von den Ausrichtern eine Stromversorgung zur Verfügung gestellt werden. Verlängerungskabel sind selbst mitzubringen. Ein Grill ist vorhanden. Bitte Grillgut und Grillkohle bei Bedarf ebenfalls selbst mitbringen. Auch Toiletten sind vor Ort.

Eine Einweis-Station wird auf der Anrufrequenz 145,500 MHz in FM aktiv sein. Informationen auch auf www.fieldday.at oder via E-Mail an cq@fieldday.at.

Auch für die Verpflegung ist bestens gesorgt. Direkt neben dem AKW befindet sich die Bärndorferhütte, www.baerndorferhuetten.at.

Sollte für diese Tage extremes Schlechtwetter vorausgesagt werden, wird kurzfristig eine Terminverschiebung bekannt gegeben.

Das Organisationsteam des ADL 305 hofft auf zahlreiches Erscheinen und ein tolles Funkwochenende.



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Bausatz von HB9BXE: Portable Endstufe 160 m bis 6 m

Es handelt sich um eine einfache KW-Endstufe für den Eigenbau. Die Ausgangsleistung beträgt 500 W bis 600 W und die PA kann auf den Bändern von 160 m bis 6 m betrieben werden. Der Bandwechsel erfolgt durch Austausch der Tiefpassfilter an der Rückwand. Diese Endstufe besteht nur aus vier einzelnen



Die fertige Portabel-PA liefert bei einer Masse von 2,1 kg und Abmessungen von 20 cm × 16 cm × 9 cm mindestens 500 W. Foto: HB9BXE

Modulen, was deren Bau und Abgleich erlaubt, ohne dass diese in ein Gehäuse eingebaut werden müssen. Die Kosten, vor allem bei Verwendung der vorgeschlagenen zwei MRF300-Transistoren, sind verhältnismäßig gering. Es können aber auch andere Endstufen-Transis-

toren zum Einsatz kommen. Dieses Bauprojekt eignet sich bestens für das Erlangen von Know-how im Bau von HF-Leistungsverstärkern. Durch die Einfachheit im Aufbau ist ein Erfolg praktisch sicher.

Als Fortsetzung ist eine Weiterentwicklung der PA in Planung, die dann einfach *Portable HF-PA* genannt wird. Dabei wird die Bandwahl mit einem Bandschalter vorgenommen, oder aber auch per CAT-Schnittstelle automatisch vom Transceiver gesteuert. Auch wird die PA gewisse Schutzschaltungen aufweisen. Details zum Nachbau aller Module sind auf der Website von HB9BXE unter <https://hb9bx.ch/PA%20HB9BXE/1kW%20HF%20PA/1kW%20PA%20am%20NMD%20ist%20das%20m%20C3%20B6gich.pdf> und <https://hb9bx.ch/hamradio/downloads-hf-portable-pa-minimal> bereitgestellt.

Tnx Info Hans-Peter Blättler, HB9BXE

■ Neueröffnung: Swiss Space Museum

Auf der *Fantasy Basel 2024* durfte die AMSAT-HB zum ersten Mal als Ausstellungspartner des *Swiss Space Museums* in Aktion treten. Umso mehr haben wir uns darüber gefreut, dass aus dem „Pop-Up“- nun ein stationäres Museum wurde. Am 30.11.2024 fand die Vernissage vor der offiziellen Eröffnung des *Swiss Space Museums* in Regensdorf (ZH) statt, an der auch eine Delegation der AMSAT-HB teilnahm.

Ein Besuch im *Swiss Space Museum* ist ein kleines Raumfahrt-Erlebnis. Für Funkamateure sind die technischen Konsolen, welche aus verschiedenen Raumfahrt-Kontrollzentren stammen, sicher ganz besonders interessant. Weitere Informationen gibt es unter: <https://swiss-spacemuseum.ch>

Tnx Info

Michael Lipp, HB9WDF

■ Die HB9RG-Trophy der AMSAT-HB



Der 10. März 1965 ist ein historisches Datum: An diesem Tag wurde die erste Amateurfunkverbindung über Satellit durch Hans Rudolf Lauber, HB9RG, und Alfons

Häring, DL6EZA, hergestellt. Die AMSAT-HB möchte die Verdienste von Hans Rudolf Lauber, HB9RG, würdigen und insbesondere die erste Amateurfunkverbindung über Satellit feiern, welche sich dieses Jahr zum 60. Mal jährt.

Die HB9RG-Trophy wird künftig in verschiedenen Disziplinen verliehen. Die erste Disziplin legt den Fokus auf den sportlichen Aspekt des Amateurfunks, verzichtet jedoch auf klassische Conteste. Stattdessen möchten wir den Ehrgeiz der Teilnehmer auf besondere Weise fördern: Wer mit zehn Funkverbindungen über Satellit die größte Gesamtdistanz erreicht, gewinnt die Trophy.

Um sicherzustellen, dass der Wettbewerb international und unter fairen Bedingungen durchgeführt wird, verzichtet man bewusst auf die Nutzung von QO-100. Ausschreibung und Reglement zu diesem Wettbewerb finden sich auf der Website der AMSAT-HB unter: www.amsat-hb.org/hb9rg_trophy/hb9rg_trophy_2025_-_distance

Tnx Info

Michael Lipp, HB9WDF



April 2025

31.3.-4.4.

Hannover Messe, Messegelände, 30521 Hannover

1.4.

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

2.4.

UKEICC 80 m Contest (SSB) 2000/2100

3.4.

Zukunftstag (Girls'/Boys' Day), Berufs- und Studienorientierung, mehr auf: www.girls-day.de, www.boys-day.de

3.-6.4.

CW-Wochenende der AGCW, Jagdhof Klein-Heilig-Kreuz, 36137 Großenluder/Kleinsluder

5.4.

DARC-UKW-Frühlingswettbewerb [UKW] (CW, SSB, FM) 1200/1600

Radio- und Funkflohmarkt in Plau am See, Steinstr. 96, 19395 Plau am See, www.radio-afu-flohmarkt.de

5.-6.4.

EA RTTY Contest [KW] (RTTY) 1200/1200

European EME Contest [1,2 GHz] (CW/SSB) 0000/2400

RSGB FT4 International Activity [160 m/KW] 1200/1200

SP DX Contest [160 m/KW] (CW/SSB) 1500/1500

8.4.

DARC RTTY-Kurzcontest [80/40 m] 1800/1930

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

10.4.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

11.-13.4.

76. International DX Convention, Visalia, USA, Informationen auf: www.dxconvention.com

12.4.

DIG QSO Party [20 ... 10 m] (CW) 1200/1700

QRP-ARCI Spring QSO Party [KW] (CW) 0000/0600

12.-13.4.

IG-RY WW RTTY Contest [KW] 1200/1800

Gagarin DX Contest [160 m/KW] (CW/SSB) 1200/1200

Japan DX Contest [160 m/KW] (CW) 0700/1300

OK/OM DX Contest [160 m/KW] (SSB) 1200/1200

13.4.

DIG QSO Party [80/40 m] (CW) 0700/1100

15.4.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

17.4.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

18.4.

Weltamateurfunktag, Informationen auf: www.iau.org

18.-19.4.

Holyland DX Contest [160 m/KW] (CW/SSB) 2100/2100

19.4.

Baden-Württemberg-Aktivität [80/40/2 m/70 cm] (CW/SSB) 0700/1200

ES Open [80/40 m] (CW/SSB) 0500/0900

Nord-UKW-Contest [2 m/70 cm] (CW/SSB) 1200/1600

PACcdigi Contest [160 m/KW] (FT8) 0700/1900

20.4.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

DUR-Aktivitätscont. [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

20.-21.4.

CQ MM DX Contest [KW] (CW) 0900/2400

EA-QRP CW Contest [KW] (CW) 1500/1200

IARU Region 1 50 MHz Contest (MGM) 1400/1400

YU DX Contest [KW] (CW/SSB) 0700/0700

21.4.

DARC-Ostercontest [80/40 m] (CW/SSB) 1500/1730

DTC-DL-Contest [80/40 m] (CW) 0600/0900

22.4.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

25.-27.4.

Tullnerfelder Frühlings-Fieldday des ADL 305, Informationen auf S. 333 und unter: www.fieldday.at

26.4.

25. Main-Taunus-Amateurfunk-Flohmarkt, Liederbachhalle, Wachenheimer Str. 62, 65835 Liederbach

Internationaler Marconi-Tag

26.-27.4.

Helvetia Contest [160 m/KW] (All) 1300/1300

RSGB MGM Contest [6/2 m] 1400/1400

SP DX RTTY Contest [KW] 1200/1200

UK/EI DX Contest [KW] (CW) 1200/1200

27.4.

2-m-FM-Ausbildungscontest (FM) 1300/1500

BARTG Sprint 75 [KW] (RTTY) 1700/2100

28.4.-2.5.

EuCW QRS-Aktivitätswoche [KW/UKW] (CW) 0000/2400

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

ANjo-Antennen, Heinsberg	311
BaMaTech; Bad Döben	313
Batronic Elektronik, Preetz	303
CPI Vertex Antennentechnik GmbH, Duisburg	311
Fernschule Weber, Großenkneten-Westtrittum	313
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	310
Haro electronic, Burgau	310
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	310
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	309
Hotel Hellers Krug, Holzminde	311
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	310
ILT Schule, Schweiz	333
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	308
Kusch, Dortmund	311
Langer EMV-Technik, Bannewitz	313
Pfalzwerke Netz AG, Ludwigshafen	277
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	310
Sander electronic, Berlin	311
SDR-Kits, Großbritannien	309
Spiderbeam, Spremberg	312
UKW-Berichte Telecommunications, Eggolsheim	313
Vintronic, Flensburg	313
WiMo GmbH, Herxheim	310/312
electroncrepair.de, Schwaförden	310
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Den an die Abonnenten in Deutschland gelieferten Exemplaren liegt ein Rabattgutschein der Pollin Electronic GmbH bei. Wir bitten um Beachtung.

Vorschau auf Heft 5/25

Liberia, A8OK:

Tagebuch einer DXpedition

Im April vergangenen Jahres war die tschechische DXpedition A8OK aus dem westafrikanischen Liberia aktiv und verteilte Bandpunkte an die DXer in aller Welt. Von zahlreichen Stromausfällen geplagt, standen am Ende dennoch über 120 000 Funkkontakte im Log. Zu erreichen war A8OK nicht nur auf allen KW-Bändern, sondern auch über QO-100.



HF-Pegelmesser mit Nextion-Display

Die programmierbaren, „intelligenten“ HMI-Displays des Herstellers ITEAD erlauben nicht nur optisch ansprechende Grafikdarstellungen, sondern auch die interaktive Bedienung. Eine für Funkamateure interessante Anwendung ist das im Beitrag vorgestellte Eigenbaugerät.

... und außerdem:

- Dipol mit geringem Platzbedarf
- Heinz Nixdorf – Computerpionier und Unternehmer
- Remote-Betrieb über VPN und Wireguard-Protokoll
- Einfaches USB-Computerinterface selbst gebaut
- Dezibel-Rechnung für den Funkamateur

erscheint am 30. 4. 2025



SDR-Experimente mit Raspberry Pi Pico

Einplatinen-Computer im Miniaturformat wie der Raspberry Pi Pico besitzen heutzutage genug Rechenleistung, um digitalisierte Empfangssignale in Echtzeit zu verarbeiten und Filteralgorithmen auszuführen. Der hier vorgestellte SDR-Experimentalaufbau liefert nicht nur respektable Empfangsergebnisse, sondern bietet als Lernprojekt viel Raum für Modifikationen und funktionale Erweiterungen.



Redaktionsschluss FA 5/25: 8. 4. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

amateurfunk

2025

MIT
SOFTWARE-**DVD**

SOFTWARE-HIGHLIGHTS:

- **Kabeldämpfungsrechner** von DL4MW
- **ECAD: DipTrace** Platinenlayout
- **Simons World Map**
- **Visual Analyzer 2024**

MESSTECHNIK

- **Netzwerkanalysator und Spektrumanalysator**
- **GPSDOs: Hochpräzise 10 MHz aus dem Weltraum**
- **Was ist, was kann die FFT?**

KNOW-HOW

- **Drei besondere HF-Leitungen**
- **Vollduplex über einen Kanal**
- **SWR und Leitungsdämpfung**

ANTENNENTECHNIK

- **Aktivantennen** zum Senden und Empfangen
- **Antennen- und HF-Leitungen** simulieren mit NetCas
- **Mehrantennen-Systeme** und Raumdiversitäts-Verfahren
- **Grafisch und interaktiv** anpassen mit „Mr. Smith“

SELBSTBAU

- **Moderner QRP-Mobil-Transceiver**
- **Integrierte Schaltung** nachgebaut
- **Sprachausgabe** mit dem Pi Pico

FUNKPRAXIS

- **QRP mit Bits und Bytes**
- **ENAMS: Hochauflösendes Feldstärken-Monitoringsystem**
- **Audacity, der Streamrecorder**
- **Handtaste, Paddle, Keyer & Elbug**

AUF DVD:

Neues, Updates, Amateurfunk, Antennenberechnung, APRS, Audio, CAT, Digitale Modi, DAB, DMR, DX, Satelliten, SDR, SWL..., Große Linksammlung, Links zu noch mehr Software und viel Lesestoff (z. B. Faszination QRP-DX, Mysterium Totalreflexion u.v.m.)



VTH-Sonderheft

Amateurfunk 2025 mit DVD

Bestell-Nr. V-9925

Preis 15,90 · Versand (einzeln) 3,80

Im Bundle mit dem VTH-Sonderheft

Amateurfunk 2024 mit DVD

Bestell-Nr. V-992x

Bundlepreis 23,50 · Versand 3,80



2198-9656

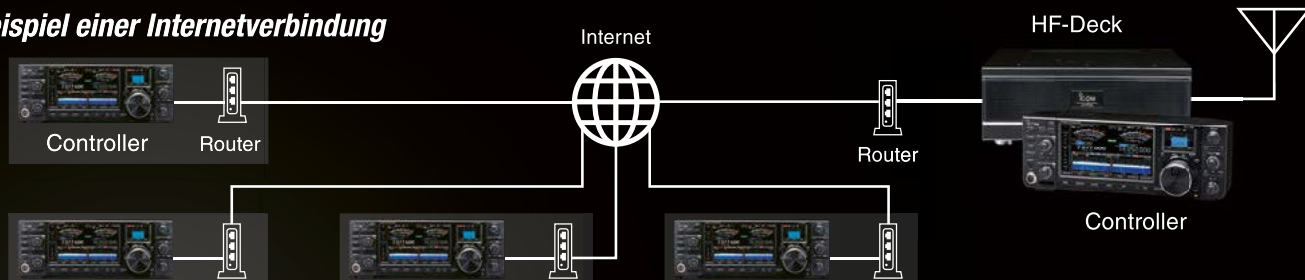
Steuern Sie Ihren IC-7760 aus der Ferne

Mit dem neuesten Firmware-Update für den IC-7760 können Sie Ihre HF-Station jetzt über das Internet oder Ihr Heimnetzwerk (kabelgebunden oder Wi-Fi®) fernsteuern.

- Stellen Sie den IC-7760 in Ihren Shack und bedienen Sie ihn vollumfänglich mit dem Controller von einem anderen Ort aus.
- Selbst bei Verzögerungen im Netzwerk oder Jitter, passt der IC-7760 seinen Puffer an, um eine präzise Signalübertragung und CW-Tastung zu gewährleisten.
- Unter der Bezeichnung RC-7760 sind weitere Controller erhältlich. Bis zu fünf Controller können an einem IC-7760 registriert werden, dabei kann nur ein Controller die Steuerung übernehmen.
- Für eine drahtlose Verbindung können handelsübliche Wi-Fi® Access Points an den LAN-Anschluss angeschlossen werden.

* Bitte beachten Sie, dass eine Internetverbindung stabile Geschwindigkeiten von mindestens 10 Mbps vom RF-Deck zum Controller und mindestens 5 Mbps vom Controller zum HF-Deck erfordert. Für den Internetzugang ist eine VPN-Verbindung oder Portweiterleitung mit einer globalen statischen IPv4-Adresse oder einem dynamischen DNS (DDNS) erforderlich. Je nach Ihrer Netzwerkkonfiguration können Einschränkungen gelten. Aufgrund von Paketverlusten kann es zu kurzen Audioaussetzern kommen.

■ Beispiel einer Internetverbindung



**IC-7760
für weitere
Informationen**



<https://www.icomeurope.com/produkt/ic-7760/>

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

354 Zum 100. Geburtstag
von Heinz Nixdorf

356 Dezibel-Rechnung
in der Amateurfunkpraxis

367 Remote-Betrieb mithilfe
eines Raspberry Pi

374 SDR-Empfänger auf Basis
des Raspberry Pi Pico

378 Aufbau eines VPN
mit WireGuard

381 Universeller Klopfschalter

382 Für 80 m bis 10 m: Dipol
mit wenig Platzbedarf



**Vektorieller Antennenanalysator
FA-VA6 bis 1 GHz**



Das neue Vorzeige-Mobilfunkgerät

144/430 MHz 55/50 W FM/C4FM Digital Dualband-Transceiver

FTM-510DE ASP

Frontlautsprecher + duales AESS-Lautsprechersystem

Search & Go/Touch & Go Bedienung

Verbesserter PMG-Betrieb

ASP für bessere Abdeckung

The BIGHEAD



* BU-5 ist für den Bluetooth-Betrieb erforderlich

■ Super-DX+ASP erhöht die Kommunikationsreichweite

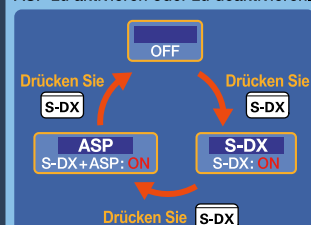
Super-DX mit ASP sorgt für zuverlässige Audioqualität bei schwachen Signalen und erweitert die Kommunikationsreichweite. Modus AUTO ASP ist ebenfalls wählbar. In diesem Modus wird der ASP automatisch aktiviert, wenn das Funkgerät im analogen FM-Modus und AM-Modus schwache Signale erkennt.

Analog FM Super-DX Super-DX+ASP



MANUELLER ASP-MODUS

Die Taste S-DX drücken, um S-DX und ASP zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlascommunications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ille.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DQ0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (030) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (030) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (030) 44 66 94-60 · Fax (030) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (030) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsch, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 57,50 € (PLUS-Abo 63,50 €), **jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar.** Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74 CHF (PLUS-Abo 79 CHF)

Digital-Abonnement 49,00 €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6 € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: POFICH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5 € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 8.4.2025 **Erscheinungstag:** 30.4.2025

Druckauflage: 22 700

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Rechtzeitig handeln

Wenn es um Vorsorge geht, denken die meisten Menschen hierzulande wahrscheinlich zuerst an Gesundheit und Alterssicherung. Andere beschäftigt die Frage, was nach ihrem Ableben mit ihren Besitztümern geschehen soll.

Doch darum soll es in diesem Editorial nicht gehen. Vielmehr sei der Leser dieser Zeilen daran erinnert, dass in wenigen Monaten wieder einmal ein großer Umbruch in der Informationstechnik ansteht: Microsoft stellt am 14. Oktober dieses Jahres den Support für das Betriebssystem Windows 10 bis auf einige wenige spezielle Versionen, die für den privaten Endkunden nicht erhältlich waren, endgültig ein.

Bei seiner Veröffentlichung im Jahr 2015 sollte Windows 10 aufgrund des Software-as-a-Service-Konzeptes (zu deutsch: Software als Dienstleistung) sowie des kontinuierlichen Ausrollens von Feature-Upgrades stets auf dem neuesten Stand und angeblich die „letzte Version von Windows für den Anwender“ sein. Doch steht seit Oktober 2021 und somit bereits seit dreieinhalb Jahren das Nachfolgesystem Windows 11 zur Verfügung. Zwar hat dieses inzwischen einen Großteil seiner üblichen „Kinderkrankheiten“ abgelegt, dennoch erfreut es sich bei den Nutzern nicht der gleichen Beliebtheit wie sein Vorgänger. Über die Gründe dafür kann man nur spekulieren.

Der Zwang zur Verwendung eines Microsoft-Onlinekontos zur Benutzeranmeldung und zur Nutzung von Cloud-Dienstleistungen werden nicht unschuldig daran sein. Hinzu kommen das Ausrollen von neuen, nicht immer vom Anwender gewünschten Zusatzfunktionen wie KI-Copilot und die damit gestiegenen Hardwareanforderungen. Genau hier liegt für viele Privatanwender das Problem. Ohne wirklichen Gegenwert wird noch perfekt brauchbare Hardware wie schon bei den vorherigen Versionswechseln wahllos zu Elektroschrott degradiert. Und das in einer Zeit, die von wirtschaftlichen Unsicherheiten, unterbrochenen Lieferketten, willkürlich erhöhten Zöllen und damit von drastischen Preissteigerungen geprägt ist.

Die Alternativen zur Neuanschaffung liegen auf der Hand: Der Umstieg auf ein Betriebssystem wie Linux oder BSD, was meist an der eigenen Bequemlichkeit und dem Festhalten an bestimmten Anwendungen scheitert, oder der Wechsel auf macOS, obwohl Apple beim Abschneiden alter Zöpfe noch rigider vorgeht als Microsoft. Oder man verwendet einfach weiterhin das alte System, getreu dem Motto „Never change a running system ...“.

Letzteres mag für den einen oder anderen Privatanwender möglicherweise noch akzeptabel sein. Im Unternehmensumfeld ist es allerdings undenkbar. Abgesehen von rechtlichen Vorgaben sorgen hier meist schon die Hersteller von betriebswirtschaftlichen und vielen anderen Fachanwendungen durch einen vorgegebenen Update-Zyklus für ein rechtzeitiges Umsteigen auf eine aktuelle Betriebssystemversion – zumeist schon lange vor dem endgültigen Ende des Lebenszyklus der bisher verwendeten.

Egal wofür man sich letztendlich entscheidet, es bleibt bis zum finalen Termin noch ein gutes halbes Jahr Zeit. Und die sollte man intensiv für eine rechtzeitige Vorsorge für den Tag des Support-Endes nutzen.

Romy Kunitz

Romy Kunitz
Systemadministrator

Amateurfunk

Amateurfunktagung München 2025



Am 8. und 9. März dieses Jahres fand in der Hochschule München wieder die Amateurfunktagung statt. Den rund 900 Teilnehmern wurden an zwei Tagen und in drei Hörsälen insgesamt 34 Vorträge mit einem breit gefächerten Themenspektrum angeboten.

Foto: DL4NO 348

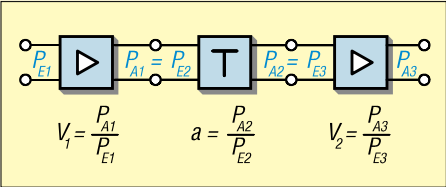
Liberia, A8OK: DXpedition ins tropische Afrika



Für europäische DXpeditionen sind Ziele in Afrika zwar vergleichsweise leicht erreichbar, doch haben sie vor Ort mitunter mit einigen Problemen zu kämpfen. Im April 2024 funkte ein tschechisches Team unter A8OK aus Liberia und erzielte mit über 120 000 Funkkontakten ein sehr gutes Ergebnis. Über die Erlebnisse während dieser knapp zwei Wochen berichtet das Tagebuch der DXpedition.

Foto: Team CDXP 350

Dezibel-Rechnung in der Amateurfunkpraxis



Ein sicherer Umgang mit Maßen und Werten in Dezibel erleichtert den Einstieg in die technische Welt des Amateurfunks. Dazu ist es jedoch wichtig zu verstehen, wie diese zustande kommen und wie man damit rechnet. Der Beitrag vermittelt die dazu notwendigen Grundkenntnisse.

356

Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi 367

Ersatz des Gerätesteckers für den Kenwood TS-770E 371

Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern



Zur Durchführung des Betriebs in digitalen Sendarten mit älteren Transceivern ist oft ein Soundkarten-Interface erforderlich. Drei Schaltungsbeispiele zeigen mögliche Lösungen für unterschiedliche Ausgangssituationen.

Foto: DK1BT 372

Von 80 m bis 10 m – ein Dipol für beschränkte Platzverhältnisse 382

QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (3) 386

IOTA-DL-Honor Roll und Liste 2025 407

45. Gigahertz-Tagung Dorsten 409

26. Europatag der Schulstationen 413

FA-Topliste 1/2025 415

Aktuell

Editorial 339

Postbox 342

Markt 344

Literatur 347

Ausbreitung Mai 2025 406

Inserentenverzeichnis 418

Vorschau FA 6/25 418

QTCs

AATiS e.V. 402

Bergfunk-QTC 408

Sat-QTC 408

SWL-QTC 408

DX-QTC 410



CW-QTC 411

Digital-QTC 412

QRP-QTC 413

UKW-QTC 414

DL-QTC 416

Afu-Welt 416

OE-QTC 417

HB-QTC 417

Termine Mai 2025 418

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateurl.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateurl.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Der vor sieben Jahren vorgestellte vektorielle Antennenanalysator FA-VA5 war für viele Funkamateure eine willkommene Ergänzung ihrer messtechnischen Ausrüstung. Das handliche, batteriebetriebene Gerät konnte nicht nur mit vielfältigen Messmöglichkeiten, sondern auch mit einem sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnis im Vergleich zu ähnlichen Produkten punkten.

In das Konzept des Nachfolgemodells flossen gewonnene Erfahrungen und Wünsche der Nutzer ein. Der FA-VA6 bietet infolgedessen eine Reihe neuer Eigenschaften und Leistungsmerkmale, die ab S. 360 beschrieben werden. Fotos: FA

Geschichtliches

100. Geburtstag des Computerpioniers Heinz Nixdorf



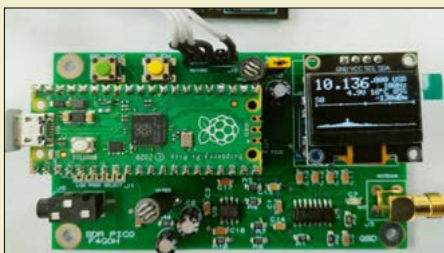
Einst trieben Großrechner die Entwicklung der Computertechnik an. Ende der 1970er-Jahre fanden sich Computer als persönliche Rechner auf jedem Schreibtisch. Dazwischen lag die fast vergessene Ära der Minicomputer, die Heinz Nixdorf (re.) maßgeblich mitprägte.

Foto: Heinz-Nixdorf-Stiftung, CC BY-SA

354

Funk

Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico



Selbst Einplatinen-Computer im Miniaturformat wie der Raspberry Pi Pico besitzen heutzutage genug Rechenleistung zur Realisierung eines SDR-Empfängers. Das von Jon Dawson stammende Projekt ermöglicht die Demodulation von AM-, FM-, SSB- und CW-Signalen für Frequenzen bis 30 MHz.

Foto: F4GOH

374

CB- und Jedermannfunk

403

Elektronik

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz (1)

360

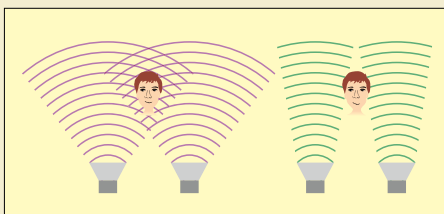
Der K-Faktor bei Monoflops

363

Raspberry Pi 5 – mehr Datendurchsatz mit SSD

364

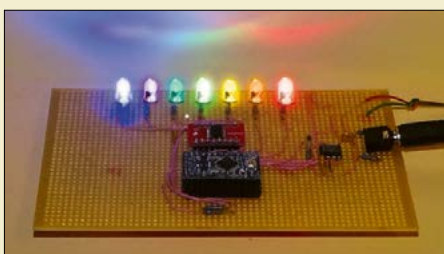
Basisbreitenvergrößerung für Stereo-Lautsprecher



NF-Schaltungen bieten Hobbyelektronikern ein weites Betätigungsfeld, besonders dann, wenn sie sich unkompliziert aufbauen lassen und interessante Effekte ergeben. Hier wird ein Modul beschrieben, das mit einem beliebigen Stereoverstärker kombiniert die Basisbreite zwischen den Lautsprechern vergrößert.

368

LED-Lichtorgel mit sieben Farbkanälen



Lichtorgeln gibt es seit den 1970er-Jahren. Sie setzen das zugeführte NF-Signalgemisch in Lichteffekte um, die beispielsweise zur optischen Untermauerung von Musik dienen können. Im Beitrag wird eine Variante vorgestellt, die einen Equalizer und sieben LEDs mit unterschiedlichen Farben nutzt.

Foto: Sander

376

Aufbau eines virtuellen privaten Netzwerks mit WireGuard

378

Universeller Klopfschalter

381

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 404

BC-DX-Informationen 405



Radio Slowakei International hat neue elektronische QSL-Karten aufgelegt. QSL: DL1AX

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch



FUNKAMATEUR zurück im Handel

Beginnend mit der Juni-Ausgabe, um genau zu sein ab 30. Mai, bieten die knapp 500 deutschen Bahnhofsbuchhandlungen den FUNKAMATEUR wieder an. Das soll die Reichweite der Zeitschrift erhöhen und den Amateurfunk in der Öffentlichkeit sichtbarer machen. **Knut Theurich, DG0ZB**

Funkspruch der besonderen Art

Beim Besuch des Heimatmuseums Sottrum ist mir ein „Funkspruch“ besonderer Art aufgefallen. Weiß jemand, was es damit auf sich hat? Zigarren für Funker? Welche Branche, bei welcher Gelegenheit?

Frank Helmbold, DB9DT



Ahlers Funkspruch

Foto: DB9DT

Eindeutig Notfunk! Wenn nichts mehr geht, müssen Rauchzeichen her.

Red. FA

Gegengewicht für kleine T-Antenne

Im FA 3/2025 habe ich mich im Beitrag „Speisung eines 160-m-Kurzdipols als kleine T-Antenne“ von Alfred Klüß, DF2BC, über die auf S. 221 vorgetragenen Überlegungen zum Anschluss des Gegengewichts im Absatz „Offen oder kurzgeschlossen?“ gewundert.

Dort wird ein $\lambda/4$ langes Koaxialkabel als Gegengewicht verwendet. Die Funktion leistet im HF-Feld der Außenleiter/Schirm des Kabels, der Innenleiter ist dazu völlig überflüssig. Statt des Kabels könnte man auch eine flexible Leitung nehmen. Diese bzw. hier der Außenleiter des Kabels ist mit der Masse des Antennenkopplers zu verbinden. Die Betrachtungen über den Anschluss des Innenleiters sind überflüssig. Man kann ihn ignorieren, herausreißen oder mit dem Außenleiter verbinden.

Kai-M. Lüdeke

Das Gegengewicht aus Koaxialkabel, dessen mechanische Länge um den Verkürzungsfaktor $VF = 0,66$ geringer ist als die elektrische Länge, soll den unsymmetrischen Betrieb der kleinen T-Antenne bei weitgehend HF-freier Masse von Station und Antennenkoppler ermöglichen. Das Gegengewicht ist beispielsweise in den Bildern 1 und 4 am unteren Ende offen und am stationsseitigen Ende nur mit dem Innenleiter an Masse angeschlossen. Mit der korrekten Abstimmung des Aufwärts-Hochpass-L-Glieds erreicht das Stehwellenverhältnis den Wert $s = 1,0$



© DC2HB

und die Masse der Station ist praktisch frei von HF, sodass man die Mantelwellensperre auch herausnehmen könnte.

Da der Strahler, hier der als kleine T-Antenne verwendete kurze Dipol, nicht resonant ist und mit dem L-Glied angepasst und abgestimmt werden muss, ist die Funktion des Gegengewichts nicht ganz so einfach, wie ursprünglich von mir beabsichtigt. Das koaxiale Gegengewicht soll mit seiner niederohmigen Viertelwellenresonanz am Anschlusspunkt (antennenseitiger Anschluss zum Strahler) als Ersatz für ein unverkürztes Gegengewicht voller Länge, also mit $\lambda/4$, dienen und primär für eine HF-freie Masse sorgen. Dabei sind die Abstrahlungseigenschaften des Gegengewichts nicht von Interesse, da dieses ohnehin auf dem Erdboden ausgelegt ist und bedämpft wird.

Offensichtlich wird hier aber das Gesamtsystem aus Strahler und Gegengewicht mit dem L-Glied abgestimmt. Das funktioniert zwar ganz gut, aber eben nicht so, wie ursprünglich beabsichtigt. Daher stellte ich mir die Frage, wie ein derartiges koaxiales Gegengewicht an der von mir beschriebenen Antenne mit L-Glied-Anpassung anzuschließen ist, um die ursprünglich angestrebte Funktion als echtes koaxiales Gegengewicht und somit als $\lambda/4$ lange Transformationsleitung zu erfüllen. Inspiriert wurde ich durch die Beispiele der im Beitrag genannten Literaturstelle [2].

Die Gegengewichte fallen bei der Verwendung von Koaxialkabel kürzer aus als bei der Verwendung von Einzeldrähten. Dies kam den begrenzten Platzverhältnissen entgegen.

Alfred Klüß, DF2BC

Gegensätze: Retter und Schiffbrüchige



HamClock im Browser

Eine kleine Ergänzung zum Beitrag „HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack“ im FA 4/2025 ab S. 270: Ich nutze das Programm seit Längerem auf einem Raspberry Pi 3A, der per WLAN an den Router angeschlossen ist. Nach Eingabe der lokalen IP-Adresse <http://192.168.xxx.xxx:8081/live.html> kann ich HamClock auch bequem im Webbrowser



HamClock im Webbrowser Screenshot: DO3PKE

eines beliebigen Rechners nutzen und selbstverständlich auch von dort bedienen – und das ganz ohne Monitor, Tastatur und Maus am Raspberry Pi.

Peter Kurio, DO3PKE

Am 1. Mai ist der Deutsche Burgentag



Duldung einer Antenne

Mich erreichten nach der Veröffentlichung des Beitrags „Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon“ im FA 4/2025 ab S. 305 Fragen, wie ich denn zu einer Genehmigung meiner Antenne durch den Vermieter gekommen bin.

Nach dem Ablegen der Amateurfunkprüfung und dem Erhalt der Zulassung befestigte ich den 10 m langen GFK-Teleskopmast mit der im Beitrag genannten Vorgängerversion auf dem Balkon und zeigte meine ortsfeste Amateurfunkanlage nach §9 BEMFV bei der BNetzA an. Erst zwei Jahren später bemerkte der Hausmeister einmal, wie ich sie aufbaute. Prompt hatte ich ein Schreiben im Briefkasten, in dem ich aufgefordert wurde, die Stabantenne wieder abzubauen, was ich auch unverzüglich tat.

In der Bitte um nachträgliche Duldung erwähnte ich, dass ich lizenziierter Funkamateurlist sei und die Anlage bei der BNetzA angezeigt habe. Außerdem antwortete ich, dass ich in der abgelegten Amateurfunkprüfung u. a. mein Wissen zur Vermeidung von elektrischen Störungen unter Beweis stellen musste und mir Störungen in dieser Richtung deshalb persönlich sehr unangenehm wären. Optisch hatte die Antennenanlage wohl niemanden gestört.

Den Ausschlag zur Genehmigung gab wahrscheinlich die Aussage, dass ich die Antenne nur für wenige Stunden in der Woche nutze und dass sie ansonsten eingeschoben ist und sich unauffällig hinter der Balkonbrüstung verstaut befindet. Zu den Auflagen des Vermieters bei der einige Tage später erhaltenen nachträglichen Duldung gehört es, dass die Antenne keinen anderen Mieter stört und dass sie sich ohne Schäden an der Bausubstanz zurückbauen lässt. Beides war bereits beim ursprünglichen Aufbau gewährleistet.

Im Nachhinein gesehen ist es wahrscheinlich ratsamer, sich entgegen meinem Vorgehen bereits im Vorfeld vorsichtig beim Vermieter nach einer Duldung (keine Genehmigung) zu erkundigen und dabei auf Fakten wie die oben aufgeführten zu verweisen.

Ingo Meyer, DK3RED

Ringkern-Preisfrage

Gefragt war, wie groß der Induktionsstrom 0,1 s nach dem Abschalten des Spulenstromes von $I_S = 1,5 \text{ A}$ bei einem mit 300 Wdg. bewickelten Ferrit-Ringkern FT140-43 ist, wenn der Spulenwiderstand $R_S = 2 \Omega$ beträgt und die parallelgeschaltete Freilaufdiode eine vernachlässigbare Durchlassspannung besitzt.

Beim Abschalten hat die Induktionsspannung einen positiven Wert. Sie treibt den Induktionsstrom I_1 in Flussrichtung durch die Freilaufdiode D1 und verhindert eine zu hohe Spannung an dem oft zur Steuerung zum Einsatz kommenden Halbleiterbauelement.

Der Ferrit-Ringkern FT140-43 weist gemäß der z. B. im FA 1/2019, S. 50, veröffentlichten Daten eine Induktivitätskonstante von $A_L = 952 \text{ nH/Wdg}^2$ auf. Bewickelt mit $N = 300 \text{ Wdg}$ ergibt sich eine Induktivität von:

$$L = A_L \cdot N^2 = 952 \text{ nH/Wdg}^2 \cdot (300 \text{ Wdg})^2 = 85,68 \text{ mH}$$

Diese Berechnung kann z. B. bei Nutzung des Mini-Ringkernrechners von Wilfried Burmeister, DL5SWB, entfallen. Dieses Tool lässt sich von www.dl0hst.de/mini-ringkern-rechner.htm herunterladen.

Nach dem Abschalten des Spulenstromes von $I_S = 1,5 \text{ A}$ klingt der Induktionsstrom exponentiell ab. Da sich die Zeitkonstante aus

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{85,68 \text{ mH}}{2 \Omega} = 42,8 \text{ ms}$$

berechnet, beträgt der Induktionsstrom nach 0,1 s noch:

$$I_1 = I_S \cdot e^{-t/\tau} = 1,5 \text{ A} \cdot e^{-100 \text{ ms}/42,8 \text{ ms}} = 145 \text{ mA}$$

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Fiona Erler
Akido Kobayashi
Manfred von Grünigen, HB9HIC

Herzlichen Glückwunsch!

ERP-Preisfrage

Welche effektive Strahlungsleistung wird von einer mit 35 W gespeisten Richtantenne in Rückwärtsrichtung abgestrahlt, wenn die Antenne 7 dBd Gewinn und 16 dB Vor-Rück-Verhältnis aufweist?

3 × 25 €

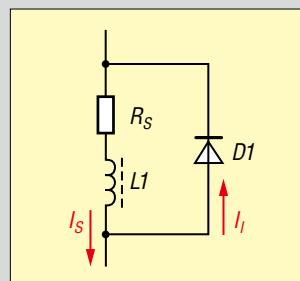
Einsendeschluss ist der 31.5.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Temperatur-Preisfrage vom FA 4/25 können Sie sich noch bis zum 30.4.2025 versuchen.

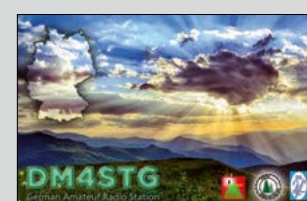
Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de



SOTA, POTA, WWFF: Ab an die frische Luft!



Neuer digitaler Multimode-Empfänger DJ-X100E

Moderne Funktechnik lässt sich auch mit Empfängern erleben. Der von **maas funk-elektronik** importierte **DJ-X100E** von **Alinco** ist ein innovativer Breitbandempfänger für Digital- und Analogfunk. Dank des hochauflösenden TFT-Farbdisplays und der intuitiven Menüführung lässt sich der Empfang digitaler und analoger Funksignale gleichermaßen gut einstellen – ganz ohne das mühsame Programmieren von Codeplugs. Auch die Anzeige von aktuell empfangenen Time-Slots und Colour-Codes sind integriert. Auf diese Weise wird das Mithören des digitalen Amateurfunks deutlich vereinfacht.

Der Scanner arbeitet im Frequenzbereich von 30 MHz bis 470 MHz und demoduliert eine Vielzahl digitaler Sendarten wie DMR (Tier 1/2), DCR, NXDN, C4FM, D-STAR, DPMR und dPMR-446 sowie die analogen Varianten FM, NFM, WFM, AM und NAM. Zusätzlich sorgt die fortschrittliche Datenfunktechnologie (AIS, ACARS und ähnliche FSK-Modi) für vielfältige Einsatzmöglichkeiten – egal ob im Hobbybereich oder im professionellen Umfeld.

Mit bis zu 999 alphanumerischen Speicherkä-nälen und 50 individuell wählbaren Programmen für automatische Suchläufe gelingt die einfache Navigation durch die Frequenzbereiche. Der integrierte GPS-Empfänger, der CTCSS- und DCS-Decoder sowie das digitale S-Meter liefern alle wichtigen Informationen auf einen Blick. Zeitgemäße Konnektivität garantiert der USB-C-Anschluss, der das Laden und Programmieren gestattet und obendrein zukunftsicher ist. Falls keine Möglichkeit zum Laden des Akkupacks vorhanden ist, kann man den DJ-X100E mit AA-Batterien betreiben, für die es den optionalen Batteriebehälter **EDH-46** gibt.

Zum Lieferumfang gehören der Lithium-Ionen-Akkupack **EBP-114A** (3120 mAh), ein Ladegerät, eine Antenne, ein USB-C-Lade- und -Programmierskabel, ein Gürtelclip sowie eine mehrsprachige Bedienungsanleitung. **maas funk-elektronik**, Heppendorfer Str. 23, 50189 Elsdorf-Berrendorf, Tel. (022 74) 93 87-0, Fax -31; www.maas-elektronik.com; E-Mail: info@maas-elektronik.com

Die meisten Funktionen lassen sich über das Tastenfeld auf der Vorderseite des **DJ-X100E** aufrufen. Es dient auch zur direkten Frequenzeingabe.

DJ-X100E

Breitbandempfänger

- Frequenzbereich: 30 ... 470 MHz, (76 ... 108 MHz WFM)
- Sendarten: DMR (Tier 1/2), DCR, NXDN, C4FM, D-STAR, DPMR, dPMR-446, FM, NFM, WFM, AM, NAM
- Datenfunk: AIS, ACARS und ähnliche FSK-Modi (kein TETRA-Empfang)
- Frequenzschritte: 1 kHz bis 200 kHz, 15 Stufen
- integrierter GPS-Empfänger
- CTCSS- und DCS-Decoder
- digitales S-Meter
- UKW-Radioempfang auch parallel zum VHF/UHF-Empfang
- Spannungsversorgung: Lithium-Ionen-Akkupack 3,6 V/3120 mAh
- Antennenanschluss: SMA
- Abmessungen (B x H x T): 58 mm x 110 mm x 32,5 mm
- Masse: 260 g
- Preis: 598 €

Das TFT-Farbdisplay wird zur besseren Ablesbarkeit bewusst nur monochrom genutzt. Die Farben der Hintergrundbeleuchtung und der Schrift lassen sich wählen oder über RGB-Werte anpassen. Es sind beliebige Kombinationen möglich.



EFW levis – Antennen für Camping und Reise

Passend zum Start in die Camping- und Reise-saison hat **ANjo Antennen** zwei leicht-gewichtige KW-Drahtantennen der Marke **EFW levis** im Portfolio: die nur 12 m lange **EFW40-10P** für die Bänder 40 m, 20 m und 10 m sowie die **EFW80-10P** für 80, 40, 20, 15, 10 m mit 23,6 m Länge. Beide Antennen können horizontal, als Sloper oder senkrecht aufgehängt werden.

Für die WARC-Bänder und 15 m stehen Er-weiterungen für 30 m/15 m sowie 17 m/12 m in Form von abgestimmten, farbig markierten Antennendrähten mit Verkürzungsspulen zur Verfügung, welche einfach gegen die Anten-nendrähte der EFW40-10P bzw. EFW80-10P getauscht werden – die Anpasseeinheit bleibt erhalten.

Mit einer Belastung von 30 W PEP und 10 W Dauerbelastung in den Digimodes lassen sich die EFW40-10P und die EFW80-10P an vie-len Portabeltransceivern betreiben, ohne die Sendeleistung verringern zu müssen.

ANjo-Antennen, **Joachims HF & EDV-Bera-tungs GmbH**, Lindenstr. 192, 52525 Heins-berg, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

Tickets für die Ham Radio

Vom 27. bis 29. Juni 2025 findet wieder die **Ham Radio** in Friedrichshafen statt. Die 48. Internationale Amateurfunkausstellung am Bodensee bietet das gewohnt umfangreiche Programm und dürfte damit ein Muss für je-den Funkamateure sein.

Wer bereits weiß, dass er auf jeden Fall am letzten Juni-Wochenende in Friedrichshafen sein wird, der kann sich seine Tickets schon jetzt und mit einem Preisvorteil sichern. Außerdem entfällt so das Schlangestehen an der Verkaufskasse auf der Messe. Die Tages-karte kostet online 14€, vor Ort 21€, die Dreitagesplakette 34€ bzw. 44€. DARC-Mitglieder können die Dreitagesplakette für 30€ kaufen, jedoch nur online.

Bezug: www.hamradio-friedrichshafen.de/besuchen/oeffnungszeiten-tickets

Die endgespeisten Antennen der Serie **EFW levis** – hier die **EFW40-10P** – lassen sich horizontal, vertikal oder schräg abspannen.

EFW40-10P

KW-Antenne

- Frequenzbänder: 40 m, 20 m, 10 m
- Belastbarkeit: 30 W PEP, 10 W Digimodes
- Anschluss: 50 Ω, BNC-Buchse
- Masse: 260 g
- Länge: 12 m
- Preis: 159 €

EF80-10P

KW-Antenne

- Frequenzbänder: 80 m, 40 m, 20 m, 15 m, 10 m
- Belastbarkeit: 30 W PEP, 10 W Digimodes
- Anschluss: 50 Ω, BNC-Buchse
- Masse: 400 g
- Länge: 23,6 m
- Preis: 178 €

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leser-schaft interessante Produkte und beruhen auf von der Re-daktion nicht immer nachprüf-baren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquel-len bedeuten keine Exklusivi-tät, d.h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händ-lern und/oder zu anderen Prei-sen erhältlich sein. **Red. FA**



Die **Ham Radio** ist für Besucher am Freitag und Samstag jeweils von 9 Uhr bis 18 Uhr geöffnet, am Sonntag von 9 Uhr bis 15 Uhr.

Der für das 10-GHz-Band entworfene Leistungsverstärker **MKU PA 3CM – 30W B** besitzt ein gefrästes Aluminiumgehäuse.



MKU PA 3CM – 30W B

Leistungsverstärker

- Frequenzbereich: 10 ... 10,5 GHz
- Sättigungsleistung: ≥ 30 W
- Eingangsleistung: ≤ 7 dBm
- Kleinsignalverstärkung: 48 dB
- SWV: $s \leq 1,8$
- Betriebstemperatur: $-20 \dots 55^\circ\text{C}$
- Anschlüsse: SMA-Buchsen, 50 Ω
- Versorgungsspannung: 12 ... 14 V
- Schaltspannung: 5 ... 15 V
- Stromaufnahme: ≤ 15 A
- Gehäuse: gefrästes Aluminium
- Abmessungen (B x H x T): 158 mm x 22 mm x 64 mm
- Masse: 380 g
- Preis: 2799 €

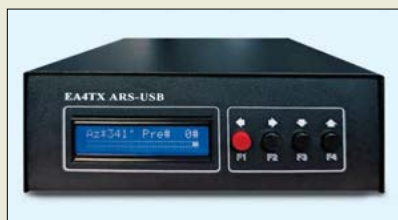
3-cm-Endstufe mit 30 W

Der für den Frequenzbereich von 10,0 GHz bis 10,5 GHz konzipierte Leistungsverstärker **MKU PA 3CM-30W B** zeichnet sich durch kompakte Abmessungen und hohe Betriebssicherheit aus. Er kann eine Ausgangsleistung bis 30 W liefern und ist z.B. in der ATV-, Radar- oder Messtechnik einsetzbar.

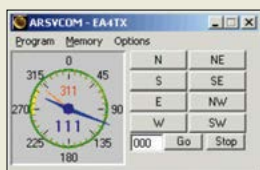
Der in GaAs-FET-Technologie ausgeführte Verstärker arbeitet im Klasse-A-Betrieb, wodurch sich eine hohe Linearität ergibt. Ein Detektorausgang für die Spannung der vorlaufenden Welle ist ebenso vorhanden wie ein Verpolungs- und Übertemperaturschutz sowie die Möglichkeit, den Verstärker mittels Gleichspannung zu schalten.

Entwickelt und gefertigt wurde das bei **Kuhne electronic** erhältliche, qualitativ hochwertige Gerät in Deutschland.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>



Die Bedienung des Antennenrotor-Steuergeräts **ARSU-Yaesu-DC** kann über vier Taster erfolgen.



Alternativ lassen sich viele Log-Programme oder die speziell geschriebene Software **ARSVCOM** (Screenshot oben) zur Fernbedienung verwenden.

ARSU-Yaesu-DC Rotorsteuergerät

- kompatible Rotoren: u. a. G-450CDC, G-1000DXC, G-2800DXC, G-450ADC, G-800S, G-800SA, G-800DXA, G-800SDX, G-1000A, G-1000SA, G-1000S, G-1000DXA, G-1000SDX, G-2800DXA
- 24-V-Gleichspannungswandler integriert
- Spannungsversorgung: 12 V
- Abmessungen (B x H x T): 220 mm x 100 mm x 220 mm
- Preis: 329 €

Rotorsteuergerät von EA4TX

Pablo Garcia, **EA4TX**, stellt mit dem **ARS-CU-Yaesu-DC** ein Steuergerät für Antennenrotoren her, das ein vorhandenes Original von Yaesu ergänzen oder ersetzen kann. Es passt an alle Yaesu-Modelle, die mit 24 V betrieben werden. Vorteil dieser Steuereinheit ist die USB-Schnittstelle, die das Drehen des Rotors von einem zur Fernsteuerung genutzten PC aus ermöglicht. Diese Schnittstelle unterstützt das Yaesu-Steuersprotokoll, ist also kompatibel mit dem GS232A-Interface von Yaesu. Dadurch lässt sich das Gerät mit nahezu allen bekannten Log-Programmen, mit Software zum Satelliten-Tracking und ähnlichen Produkten einsetzen. Die kostenlose Windows-Software **ARSVCOM** steht bei www.ea4tx.com zum Download zur Verfügung. Die Bedienung kann aber auch direkt mithilfe von vier Tastern erfolgen. Das Steuergerät ist bei **WiMo** erhältlich.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim; Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Neuer Pollin-Katalog

Im über 180 Seiten umfassenden **Hauptkatalog 2025** von **Pollin Electronic** sind viele Neuheiten, aber auch zahlreiche Sonderposten enthalten. Neben dem auf der Titelseite abgebildeten vierteiligen **WLAN-Steckdosen-Set** (Artikelnummer 591920) von **Shally** für 79,99 € lassen sich viele weitere Produkte aus den Kategorien Computer, Telefon, Haus und Garten, Sat/TV/Audio, Werkstatt und Kfz, Lichttechnik, Bauelemente, Bausätze, Entwicklungsboards, Stromversorgung und Messtechnik finden. Da es nicht immer ein neues Gerät sein muss, stehen unter **Refurbished** auch aufgearbeitete Computer preisgünstig zur Verfügung.

Pollin Electronic GmbH, Max-Pollin-Str. 1, 85104 Pförring; Tel. (0 84 03) 92 0-9 20, Fax -123, www.pollin.de

Ferritantennen-Komplettset

Ein Set von leistungsstarken Ferritantennen für den Empfang von Signalen auf der Lang-, Mittel- und Kurzwelle ist bei **BAZ Spezialantennen** unter der Artikelbezeichnung **LFM/kompl.set** erhältlich. Enthalten sind die vier Modelle **LFM/5-50** für 5 kHz bis 50 kHz, **LFM/50-300** für 50 kHz bis 300 kHz, **LFM/300-2000** für 300 kHz bis 2 MHz und **LFM/2000-14000** für 2 MHz bis 14 MHz.

Die Antennen bestehen jeweils aus gebündelten Ferritstäben mit hoher Permeabilität und einer Wicklung aus CuL-Draht. Sie sind in einem PE-Gehäuse untergebracht, mit einer N-Buchse versehen und jeweils 320 mm lang. Das Antennenset wird auch als **LFM/kompl.set/SK** mit je einer zusätzlichen Verbindung für eine Schleifenkopplung angeboten.

Im Wesentlichen unterscheiden sich Ferrit- von Rahmenantennen durch ihre kompaktere Bauweise und eine wesentlich höhere Richtwirkung.

BAZ Spezialantennen, Dipl.-Ing. (FH) Jörg Purschke, DL1DV, Soonwaldstr. 126, 55566 Bad Sobernheim; Tel. (0 67 51) 949 46 65; info@spezialantennen.com; www.spezialantennen.eu



Der **Pollin-Hauptkatalog 2025** kann kostenlos über den Onlineshop oder per E-Mail/Telefon unabhängig von einer Bestellung angefordert werden.

LFM/kompl.set

Ferritantennen-Sets

- Empfangsbetrieb
- enthaltene Antennen (Frequenzbereiche):
LFM/5-50 (5 ... 50 kHz)
LFM/50-300 (50 ... 300 kHz)
LFM/300-2000 (0,3 ... 2 MHz)
LFM/2000-14000 (2 ... 14 MHz)
- Länge: 320 mm
- Anschluss: N-Buchse;
LFM/kompl.set/SK zusätzlich Buchsen für Schleifenkopplung
- Preise:
LFM/kompl.set 698,80 €
LFM/kompl.set/SK 985,40 €

Die Ferritantennen, hier die Modelle des Sets **LFM/kompl.set/SK**, sind in PE-Gehäusen untergebracht und mit Kunststoff vergossen, um Beschädigungen des empfindlichen Materials zu vermeiden.

Der blaue Einstellwiderstand auf dem Modul **HFM-OCXO-10** ermöglicht die Kalibrierung der Ausgangsfrequenz.



HFM-OCXO-10

Präzisionsoszillator

- Ausgangsfrequenz: 10,000000 MHz
- Kurzzeitstabilität: $5 \cdot 10^{-12}$
- Ausgänge: TTL-Pegel, sinusförmig 10 dBm an 50 Ω
- Kalibriergenauigkeit: 0,01 Hz
- Versorgungsspannung: 7...12,8 V, konfektioniertes Kabel im Lieferumfang enthalten
- Preis: 18,90 €



Oberseite des Mini-Funkpeilsenders **BX-037**; die gesamte Konfiguration erfolgt mittels Steckbrücken und DIP-Schalter.

Neues aus dem Leserservice

Beim **FA-Leserservice** ist unter der Bezeichnung **HFM-OCXO-10** ein Quarzoszillator mit temperatureregelter Heizung (OCXO) für 10 MHz erhältlich, der eine hohe Frequenzstabilität und geringes Phasenrauschen aufweist. Auf dem Modul befinden sich der metallgekapselte OCXO sowie die dazugehörige Spannungsversorgung. Ein Ausgang liefert TTL-Pegel, der andere ein sinusförmiges Signal mit 10 dBm an 50 Ω .



Der im FA 12/24 beschriebene Komplettbausatz für einen Mini-Funkpeilsender mit 1,5-V-Batterie **BX-037** zum Betrieb im 80-m-Amateurfunkband kostet 28,90 €. Zum Lieferumfang gehören eine mit SMD-Bauteilen bestückte Platine, alle benötigten bedrahteten Bauelemente einschließlich des programmierten Mikrocontrollers, ein Gehäuse mit bearbeiteter Deckelplatte sowie eine etwa 30 cm lange Stabantenne.



Die Tiefpassfilter-Module, oben ein **HFM-TP500**, unten ein **HFM-TP30**, sind mit SMA-Steckverbindern versehen.

HFM-TP30, ... 100 ... 200, ... 500

Tiefpassfilter

- Impedanz: 50 Ω
- Grenzfrequenzen:

HFM-TP30	30 MHz
HFM-TP100	100 MHz
HFM-TP200	200 MHz
HFM-TP500	500 MHz
- Einfügedämpfungen:

HFM-TP30	≤ 2 dB
HFM-TP100	$\leq 1,3$ dB
HFM-TP200	$\leq 1,0$ dB
HFM-TP500	$\leq 1,0$ dB
- Belastbarkeit:

HFM-TP30 ... 200	2 W
HFM-TP500	8 W
- Preise:

HFM-TP30 ... 200	je 13,80 €
HFM-TP500	16,80 €

Unter den Artikelnummern **HFM-TP30**, **HFM-TP100**, **HFM-TP200** und **HFM-TP500** sind 50- Ω -Tiefpassfilter für Grenzfrequenzen von 30 MHz, 100 MHz, 200 MHz bzw. 500 MHz erhältlich, die sich dank der SMA-Steckverbinder gut in HF-Anwendungen integrieren lassen. Die Module sind mit 2 W belastbar, das zuletzt genannte mit 8 W. Die Einfügedämpfung liegt modulabhängig bei unter 2 dB bis unter 1 dB. Die Werte für die Sperrdämpfung bei unterschiedlichen Frequenzen gehen aus den Messdiagrammen auf der Produkt-Website hervor.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateur.de, shop@funkamateur.de



7,6 m langer Teleskopstab

Der bei **WiMo** erhältliche Teleskopstab **SS25** von **Chameleon** eignet sich zum Aufbau effizienter Antennen für den portablen Einsatz. Er kann bis auf 7,6 m ausgezogen werden und misst im eingeschobenen Zustand nur 69 cm. Als Antenne ist der Stab direkt vom 30-m- bis zum 6-m-Band nutzbar, mit optionaler Verlängerungsspule auch von 40 m bis 160 m. Der SS25 besteht aus robustem, rostfreiem Edelstahl. Die Resonanz einer mit ihm aufgebauten Antenne lässt sich über die Anzahl ausgezogener Segmente einstellen. Das $\frac{3}{8}$ -24 Außengewinde am Fuß ermöglicht die Integration mit anderen Chameleon-Produkten. Mit dem **CHA MIL EXT 2.0** kombiniert, entsteht ein 10,2 m langer Vertikalstrahler. Für diese Konfiguration wird das Kit **CHA UGS** als Abspannung empfohlen.

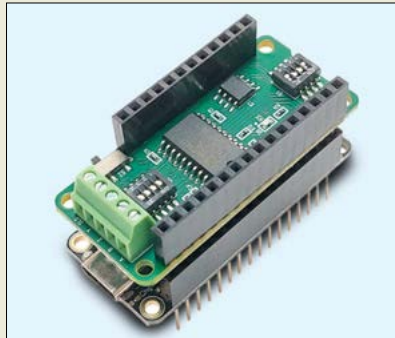
WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Der Teleskopstab **SS25** lässt sich von 0,69 m auf 7,6 m ausziehen.

SS25

Teleskopstab

- Segmente: 14
- Länge: 0,69 ... 7,6 m
- Belastbarkeit: 1000 W SSB
- Durchmesser (unten): 20 mm
- Befestigung: $\frac{3}{8}$ "-24-Gewindebolzen
- Material: Edelstahl
- Masse: 580 g
- Preis: 114,50 €



RS422/RS485-Featherwing, hier aufgesteckt auf ein sogenanntes Feather-Mikrocontroller-Board

RS422-/RS485-Interface

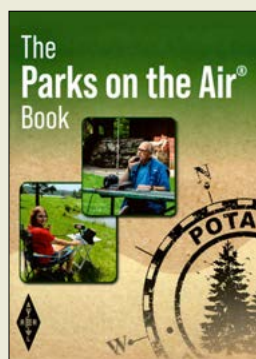
Dieses Modul stellt eine galvanisch getrennte RS485- und RS422-Schnittstelle für Mikrocontrollerboards im Feather-Format bereit. Die Nutzung als RS422-Interface erfolgt im Voll duplex-, ansonsten im Halbduplex-Betrieb. Das **RS422/RS485-Featherwing** von **ZiHaTec** kann auf ein passendes Mikrocontroller-Board aufgesteckt werden, um dieses um eine weitere Schnittstelle zu erweitern. Die Sende-Empfangs-Umschaltung kann automatisch oder durch die Steuersoftware veranlasst erfolgen. Pull-up- oder Pull-down-Widerstände sind zuschaltbar, ebenso ein Abschlusswiderstand. LEDs signalisieren die Sende- und Empfangsaktivität. Diverse Funktionen sind über DIP-Schalter konfigurierbar. Bei der Bestellung ist anzugeben, ob einfache Stiftleisten oder Stacked-Header mitgeliefert werden sollen.

Zihatec GmbH, Brandenburger Tor 9b, 14793 Ziesar, Tel.: (03 38 30) 81 99-42, Fax -44, hardmutwendt@zihatec.net, www.zihatec.de

RS422/RS485-Featherwing

Erweiterungsmodul

- Interfacestandards: RS422, RS485
- galvanische Trennung
- erweiterter ESD-Schutz
- Sende-Empfangsumschaltung: automatisch oder software-gesteuert
- zuschaltbare Pull-up-/Pull-down-Widerstände
- Konfiguration: über DIP-Schalter
- Preise: ab 34,99 €



**Wright, K., KB3WAV,
u. a.:
The Parks on the Air
Book**

Das Diplomprogramm POTA (*Parks on the air*) erfreut sich bei vielen Draußenfunkern und Punktejägern im heimischen Shack anhaltender Beliebtheit. Diesem Thema widmen sich 14 Autoren, die ihre Erfahrungen und Erlebnisse zu einer sympathischen Lektüre zusammengetragen haben – angesiedelt irgendwo zwischen einer Reisebeschreibung und einem technischen Ratgeber.

Jeder dieser Autoren war in unterschiedlichen Parks aktiv und präsentiert in seinem Beitrag neben der verwendeten Technik wertvolle Ratschläge. Das beginnt mit der Anmeldung auf der POTA-Website und reicht vom ersten „Reinschnuppern“ als Hunter, dem Aktivieren von Parks, geeigneten Sendearten und Betriebstechniken bis hin zu den Vorteilen von QRP-Stationen und Drahtantennen.

Weitere Kapitel zeigen, dass Aktivierungen durchaus auch mehrere Tage und Parks umfassen können und dabei nicht nur große Naturparks, sondern auch solche im urbanen Bereich. Den Abschluss bildet ein Anhang mit Auflistungen aller Q-Gruppen, empfohlener POTA-Frequenzen und Verhaltensregeln.

Das Buch bietet für Interessierte informativen Lesestoff mit vielen farbigen Abbildungen sowie einer ansprechenden typografischen Gestaltung. **-hb**

**ARRL
Newington 2023
144 Seiten, engl., 23,90 €
FA-Leserservice A-1748**



**Roleder, G., DL6AKC:
Die Radiostation
Hörby im Dienst des
Schwedischen Rundfunks**

In den Jahrzehnten, in denen Rundfunk in großem Umfang auf LW, MW und KW betrieben wurde, entstanden Senderstandorte, deren Namen selbst zum Inbegriff für Rundfunk wurden. Dazu gehörten Königs Wusterhausen in Deutschland und Hörby in Schweden: Dort waren über mehrere Jahrzehnte Rundfunksender auf MW und KW in Betrieb.

Dieses Buch über die Sendeanlagen und Programme von Hörby wurde als Band 31 der Schriftenreihe zur Funkgeschichte von der GFGF e.V. herausgegeben. Angesichts des internationalen Interesses erschien zusätzlich eine englischsprachige Version.

Der Autor schildert die Geschichte der Sender und Programme des schwedischen Auslandsrundfunks, eines MW-Großsenders und dreier Generationen leistungsstarker KW-Sender. Eine zusätzliche Episode bildet die Umsetzung der Endstufe des MW-Senders ins Museum Funkerberg in Königs Wusterhausen.

Viele der Fotos und Zeitungsberichte stammen aus dem Archiv der Hörby-Betreiberfirma Teracom AB und wurden zum Teil erstmals veröffentlicht.

DL6AKC ist neben der GFGF auch Mitglied im Förderverein Thüringer Museum für Elektrotechnik e.V. und als Buch- und FA-Autor bekannt. **-mcd**

**Miller E-Books
Buchloe 2025
180 Seiten, E-Book, 1,99 €
ISBN 978-3-95600-950-1**



**Mester, G., DL3KAT
(Hrsg.):
Praxisheft 35**

Der Arbeitskreis Amateurfunk und Telekommunikation in der Schule, kurz AATiS e.V., wendet sich seit Jahren in Sachen Elektronik und Amateurfunk an den jugendlichen Nachwuchs. Dies erfolgt nicht nur monatlich über eine Druckseite im FA, sondern u. a. auch über die jährlich erscheinenden Praxishefte, von denen jetzt die Ausgabe 35 vorliegt. Diese richtet sich nicht nur an Lehrer und Schüler, sondern ist auch eine Fundgrube für Elektronikbastler und Funkamateure.

Im neuen Praxisheft werden der optische Transceiver Elsie 2.0, die Möglichkeit zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit mit Baumwerkzeugen und der Elementarladung e mittels Elektrolyse beschrieben. Auch wie sich Radon im Keller nachweisen und der Standort auf Zentimeter genau bestimmen lässt, wird erläutert, ebenso die Funktion von Regenmesser und Hochwassermelder. Der vorgestellte Stratosphärenflusterer ist eine besonders leichte Ballon-Nutzlast, die die Position per LoRa-APRS ausgibt. Aber auch einfache Projekte wie astabile Kipperschaltungen, Basteleien mit E-Zigaretten und Physik-Freihandversuche sind enthalten, um nur einige zu nennen. Das vollständige Inhaltsverzeichnis ist auf www.aatis.de verfügbar. **-red**

**AATiS e.V.
Hellenthal 2025
130 Seiten, 15 €
Bezug:
bestellung@aatis.de**



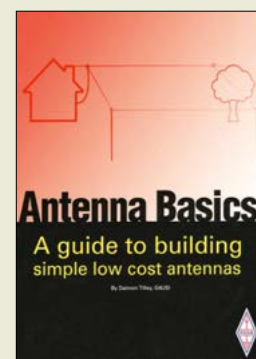
**Jansen, E. (Hrsg.):
Elektor Mag –
Gastausgabe KI 2024**

Die vorliegende Ausgabe des Elektor-Magazins steht ganz im Zeichen der KI. Zwar entstanden die einzelnen Beiträge nicht als deren Produkte, sie beschreiben jedoch verschiedene Lösungen für den Einsatz künstlicher Intelligenz als Werkzeug, u. a. für Entwicklung und Forschung.

Neben Interviews und Tutorials sind selbstverständlich auch Selbstbauprojekte enthalten. Zu Letzteren zählen die Bildverarbeitung mit dem neuen Hailo-AI-Modul für den Raspberry Pi, die Gestenerkennung mit einem Beschleunigungssensor und Edge Impuls sowie nachahmenden Schaltungen für Neurone. Darüber hinaus ist die Nutzung künstlicher Intelligenz für Hard- und Software-Entwicklung ein weiteres zentrales Thema. In nahezu allen Beiträgen führt nicht nur der direkte Weg zum Ziel. Es werden auch eventuelle Irr- oder Umwege aufgezeigt und derzeit noch vorhandene Grenzen benannt, die sich jedoch mit ansteigender KI-Lernkurve in den nächsten Entwicklungsschritten vermeiden lassen. Sehr anschaulich ist dies am Beispiel einer Uhr dargestellt, die in VHDL, einer für FPGAs vorgesehenen Programmiersprache, entwickelt wurde.

Es wird aber auch gezeigt, welche Einplatinencomputer sich für KI-Projekte nutzen lassen. **-red**

**Elektor Verlag
Aachen 2024
132 Seiten, 14,90 €
FA-Leserservice E-DP606**



**Tilley, D., G4USI:
Antenna Basics**

Gekaufte Antennen sind häufig teuer und passen nicht immer hundertprozentig zu den persönlichen Gegebenheiten. Warum also nicht einmal eine Antenne selbst bauen – und das noch zu einem Bruchteil des Kaufpreises?

Der Leitfaden ist für die Einsteiger unter den Antennenbauern gedacht und versorgt diese im ersten, dem theoretischen Teil des Buches neben physikalischen Grundlagen mit Wissen über die verschiedenen Formen der Antennenspeisung. Er unterstützt die Leser bei der Entscheidung, welche Antenne am besten mit dem eigenen Platzangebot harmonisiert.

Im zweiten Teil geht es dann ans Praktische: an den Bau von KW-Antennen als Dipol, End-fed, in Schleifenform, mit horizontaler Polarisation sowie vertikaler Polarisation, resonant, nicht resonant, für Mono- und Multi-bandbetrieb. Auch Anleitungen zum Selbstbau von Übertragern kommen dabei nicht zu kurz.

Im abschließenden dritten Teil sind UKW-Antennen zu finden – von einer Vertikalantenne aus Koaxialkabel, einer Slim-Jim-Antenne aus Paralleldrahtleitung über eine Yagi- bis hin zur Moxon-Antenne. Die Bauanleitungen werden von vielen Fotos und Grafiken begleitet, sodass der ersten selbst gebauten Antenne eigentlich nichts mehr im Weg stehen dürfte. **-hb**

**RSGB
Bedford 2024
136 Seiten, englisch, 18 €
FA-Leserservice R-5690**

Amateurfunktagung München 2025

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Am 8. und 9. März 2025 fand in der Hochschule München in der Lothstraße wieder die Amateurfunktagung statt. Rund 900 Teilnehmer bekamen an zwei Tagen und in drei Hörsälen insgesamt 34 Vorträge angeboten. Das Themenangebot war erneut breit gefächert – von einfacher Messausstattung für den Funkamateurl über eine DXpedition, aktuelle Entwicklungen ebenso wie Historisches bis zu einem Bericht aus der Antarktis.

Eröffnet wurde die Amateurfunktagung 2025 vom DARC-Distriktsvorsitzenden Oberbayern Manfred Lauterborn, DK2PZ, und dem langjährigen Gastgeber Michael Hiebel, DE3PMH, Leiter der Fakultät Elektrotechnik an der Hochschule München für angewandte Wissenschaften mit allein über 1000 Studenten.



■ Messtechnik: Handlich und bezahlbar

Prof. Dr.-Ing. Michael Hartje, DK5HH, startete im großen Hörsaal die Vorträge mit dem Thema *Moderne Messtechnik im Shack*. Hier hat sich in den letzten Jahre viel getan, von der echten Effektivwertmessung mit dem normalen Multimeter über Oszilloskope fast im Multimeter-Format bis zu so manch kleinem billigen Modul aus Fernost für HF-Messung oder Logikanalyse. Vektorielle Netzwerkanalysatoren gibt es mittlerweile bereits für weniger als 100 €. Sie erlauben Messungen, die in der Vergangenheit nur im Profilabor möglich waren.

Echtzeit-Spektrumanalyse war früher ein Thema für Speziallabore. Michael Stier, DK3DAS, gab einen Einblick in die Funktionsweise und die verschiedenen Gerätekonzepte. Anhand praktischer Beispiele demonstrierte er die Leistungsfähigkeit eines relativ preisgünstigen Geräts.

■ Filter und Antennen

Recht erhellend war der Antennenvortrag von Jörg Logemann, DL2NI. Unter dem Stichwort *Average Gain* untersuchte er den Gesamtwirkungsgrad einer Antenne. Meist sehen wir nur relative Richtdiagramme einer Antenne, also unter welchem Winkel die meiste Energie abgestrahlt

wird. Das blendet die Verluste der Antenne aus, die bei einer KW-Groundplane beispielsweise umso höher werden, je flacher sie strahlt, weil die Erdverluste steigen. Henning-Christof Weddig, DK5LV, gab seinen Zuhörern einen Einblick in jahrzehntelange Erfahrung bei der Entwicklung von Empfänger-Eingangsfiltren. Die

Die neuesten Entwicklungen des Charly-25-Teams

Fotos: DL4NO

Stand des Fördervereins Amateurfunkmuseum e.V.

wichtigste Erkenntnis: Es ist gar nicht so einfach, schmalbandige Filter zu entwerfen und zu bauen. Hier stören die Streukapazitäten in den Spulen und bei den Leiterbahnen. Es ging auch um traditionelle Themen wie Fernhalten der VFO-Frequenz von der Antenne und Unterdrücken von Spiegelfrequenzen. Dass diese Themen auch zu SDR-Zeiten noch aktuell sind, zeigte ein späterer Vortrag.

■ Relaisfunkstation zum Mond

Oliver Amend, DG6BCE, vermittelte einen sehr interessanten Eindruck der Vorbereitungen der ARIS für das *Lunar Gateway*, einer zukünftigen Weltraumstation zwischen Erde und Mond. Nach den



Funkgerätemessplätze von Rohde & Schwarz

Erfahrungen mit QO-100 sollen sich die Aktivitäten auf 2,4 GHz und 10 GHz konzentrieren. Schulstationen nutzen QO-100 z. B. für Interviews mit Wissenschaftlern auf der deutschen Antarktisstation.

ENAMS, das *Electrical Noise Area Measurement System*, läuft mittlerweile seit fünf Jahren. Entsprechend viel hatten Dr. Andreas Lock, DG8AL, und Klaus Eichel, DL6SES zu berichten. Das Projekt ist so erfolgreich, dass ENAMS 2.0 in Vorbereitung ist, siehe FA 11/2024, S. 864 ff. Die Computertechnik wird deutlich leistungsfähiger, mechanisch gibt es Verbesserungen und der Erfassungsbereich, bislang bis 32 MHz, soll deutlich erweitert werden.

■ SDR und seine Grenzen

Unter *SDR – Aktueller Stand – Wo stehen wir?* plauderte Thomas Bögl, DL9MDB, „aus dem Nähkästchen“. Für einen Münchner Hersteller beschäftigt er sich mit Marinefunktechnik. Ein spezielles Problem auf einem mit Elektronik vollgestopften Schiff sind die vielen Funkanwendungen,



die manchmal mit Sendeleistungen im Kilowattbereich arbeiten. Die Antennen stehen dicht an dicht auf Deck. Das geht nicht ohne leistungsfähige, analoge Filter, was den Bogen zu DK5LV schließt. Dabei werden nicht nur die Empfangsbereiche ausgesiebt, sondern auch die Rauschquellen von Sendern.

Falls Mitglieder von Contest-Teams oder größeren DXpeditionen im Raum waren, werden sie bestimmt genickt haben. Das Thema ist aber noch viel praxisnäher: Manche Empfänger reagieren auf die Impulse der Überhorizont-Radare wesentlich gelassener als andere. Analog-Digital-Umsetzer reagieren empfindlich auf geringste Übersteuerung.

■ Notfunk wird digital

Einen breiten Raum nahmen *Meshtastic* und *MeshCom 4.0* ein. Meshtastic ist ein System, das aus einzelnen LoRa-Modulen ein Funknetzwerk macht, allerdings noch nicht so gut in den Amateurfunk passt. Dies unter anderem deshalb, weil es Daten verschlüsselt und statt Rufzeichen Knotennummern benutzt. Deshalb wurde im ÖVSV MeshCom entwickelt, welches



Dualband-Mini-Repeater für EmComm/MeshCom am Stand der Notfunker des DARC e.V.

auch zu APRS kompatibel ist. Weitere Informationen gibt es unter [1].

Notfunk war an verschiedenen Stellen ein Thema, vom Stand im Atrium über MeshCom bis zum Notfunkertreff. Dort gab Mike Zwingl, OE3MZY, einen Überblick über die Notfunkaktivitäten in Österreich. Aus seiner Sicht lässt sich die Bevölkerung besser mit Meshtastic unterstützen als mit PMR-Funkgeräten, denn deren Umgang mit einer Chat-App sind die meisten inzwischen gewohnt, Halbduplex-Funkbetrieb auf einem geteilten Kanal aber nicht. Die Nachbarn sind uns hier einige Schritte voraus.

In Oberbayern geht die Entwicklung gerade in zwei Richtungen: In der Breite soll FM-Betrieb gefördert werden, auch durch Notstromversorgung von Repeatern. Der einzelne Funkamateure sollte sich dafür vor allem um die Stromversorgung seines Handfunkgerätes kümmern, damit er möglichst lange am Notfunkverkehr teilnehmen kann. Eine zweite Entwicklung ist die Zusammenarbeit des Distrikts mit einem Landkreis bei München. Der möchte mit seinen Gemeinden den Aufbau von HAMNET-Infrastruktur unterstützen, von Gerätschaften über Standorte bis zur Stromversorgung. Funkamateure nutzen und warten das Netz. Im Katastrophenfall kommunizieren Landratsamt, Rathäuser, Feuerwehren & Co damit. Wichtig ist dem Landkreis, dass er so die volle Kontrolle über alle Komponenten hat. Das wäre beispielsweise mit Starlink nicht gegeben.

Generell ist zu beobachten, dass der Amateurfunk immer digitaler wird. Das betrifft nicht nur Gerätschaften wie SDRs, sondern auch die Aussendungen. Es seien nur die Stichworte *Meshtastic*, *MeshCom*, *AREDN*, *HAMNET* und *VarAC* genannt, die in Vorträgen breit diskutiert wurden.

Gerade den Notfunk verändert die Digitaltechnik stark: Funkamateure errichten und überwachen die Funkeinrichtungen, mit der Übermittlung der Informationen haben sie weniger zu tun. In das Telefonieren per AREDN oder Chatten mit der Meshtastic-App kann man schnell einweisen. Das kommt uns entgegen, denn für z. B. zehn Stationen mit herkömmlichem Betrieb rund um die Uhr und über ein paar Wochen fehlt schlicht das Personal.

Falls jemand einwendet, dass das alles nur Funkamateure tun dürften: Die Verantwortlichen können im Katastrophenfall alles beschlagnahmen, was sie brauchen – auch unsere Funkeinrichtungen. Funkamateure werden dann dienstverpflichtet, die Anlagen zu betreiben. Mehr Verantwortung tragen sie nicht.

■ Remote-Betrieb ist legal

Seit letztem Jahr gibt es offizielle Regeln für Remote-Stationen. Diese waren zuvor eher inoffiziell im juristischen Graubereich angesiedelt. Deshalb wurde das DARC-Remote-Projekt gestartet, das Mitgliedern mit Antennen- und EMV-Problemen am Wohnort zu erfolgreichem Funkbetrieb verhelfen soll. Michael Straub, DF4WX, beschrieb den aktuellen Stand des Projekts, das noch sehr in Fluss ist. Im April soll der Betatest beginnen und zur Ham Radio sollen die ersten Stationen in Betrieb gehen. Bislang sind 15 Standorte geplant. In Norddeutschland ist die Stationsdichte noch recht gering, Anträge von dort könnten sich lohnen.

■ Charly-25-PA mit Wasserkühlung

Die Stände des Amateurfunkmuseums und der ATV AG München e.K., SOTA, Notfunk und QSL-Kartenprüfung für das DXCC-Diplom waren dieses Jahr ebenso wieder vertreten wie die Messplätze von Rohde & Schwarz zum Durchmessen von selbst gebauten oder gekauften Geräten sowie die Anbieter von Funkzeitschriften und Funkequipment.

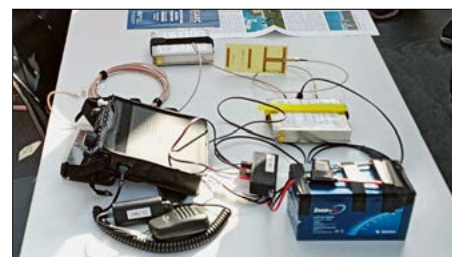
Die Charly-25-Gruppe aus dem Ortsverband Erding, C25, des DARC e.V. war ebenfalls wieder vor Ort. Sie macht seit Jahren mit einer selbst entwickelten Serie von SDR-Transceivern von sich reden. Die von 630 m bis über 2 m hinaus besonders breitbandige zugehörige Endstufe ist dank Wasserkühlung auch besonders kompakt.

Der VDE trat diesmal auch als regionaler Partner auf. Thomas Raphael, DF4KJ, informierte zusammen mit Fabian Amann, DC1SAF, über das VDE-gerechte Antennenreden. Der unermüdliche Emil Bergmann, DL8JJ, berichtete vom siegreichen



Stand der Arbeitsgemeinschaft des Amateurfunk-Repeater DB0QI

DXpeditionsduell mit dem moos- und vogelkotüberzogenen Rockall-Felsen, Harald Wickenhäuser, DK1OP, dagegen vom Rückblick auf 100 Jahre KW-Großsendertechnik, für die es leider wohl nur noch wenig Zukunft gibt. Interessant war auch die Positionsbestimmung mit LW-Zeitsendersignalen von Jörg Höben, DL7UP, und Dennis Real, DL9CAT. Durchaus naheliegend, die Langwelle hat ja eine lange Geschichte zur Nutzung in der Navigation.



Portabelstation des Bayerischen Bergtags für 13 cm, 9 cm und 6 cm

■ Eiskaltes Ende

Michael Hartje, DK5HH, brachte gegen Ende der Tagung unter dem Titel *Antarktisches PEP – Projekte, Elektronik, Pinguine* einen Bericht von der Station Neumayer III, DP0GVN. Kurz zuvor war er von einem sechswöchigen Aufenthalt zurückgekehrt. Er kümmerte sich dort auch um die Amateurfunkeinrichtungen, aber primär sollte er die speziellen EMV-Probleme der Station lösen: Die steht auf einer 200 m dicken Eisschicht – einem Isolator. Elektrisch schwebt die Station also 200 m über Grund. Und was ist ein 2 km langes Kabel 200 m über Grund? Eine hervorragende Langdrahtantenne! Er verbaut deshalb diverse Entstörfilter und ließ zusätzlich etliche Ferritringe da. Vielleicht war das auch die Anregung für seinen Vortrag *Mantelwellen messen und verringern*.

■ Rekord-Tagungsband

Der gedruckte Tagungsband ist mit 520 Seiten, 2,2 cm Dicke sowie 1584 g Masse bisheriger Rekordhalter. Er kostet 30 € und ist unter [2] zu bestellen. Die elektronische Variante wird nur die Hälfte kosten und auf Farbd Displays leichter zu lesen sein, da einige Vortragende Diagramme mit verschiedenfarbigen Linien nutzten, die schwarzweiß gedruckt kaum zu unterscheiden sind.

Vielen Dank an Alexander, DL4NO, für die Zuarbeit und Unterstützung. Die nächste Amateurfunktagung soll im März 2027 stattfinden.

dl2mcd@gmx.net

Literatur

- [1] Institute for Citizen Science and Wireless Communication, <https://icssw.org>
- [2] www.amateurfunk-tagung.de

Liberia, A8OK: DXpedition ins tropische Afrika

TEAM CDXP

Im April 2024 funkte eine tschechische DXpedition unter dem Sonderrufzeichen A8OK aus dem westafrikanischen Liberia. Zwar plagten das achtköpfige Team zahlreiche Stromausfälle und Unwetter, doch standen am Ende über 122 000 Funkkontakte auf den Bändern von 13 cm bis 160 m im Log. Welche Schwierigkeiten zu bewältigen waren, berichtet das Tagebuch der DXpedition.

Das Ziel unserer zweiwöchigen DXpedition im April vergangenen Jahres war Liberia, gelegen an der Westküste Afrikas nahe dem Äquator. Als Unterkunft wählten wir das Trabencou-Resort, am nördlichen Rand der Stadt Buchanan gelegen,

Um 4 Uhr morgens war es noch dunkel und am Flughafen hielten sich eine Menge uns seltsam anmutender Leute auf. Selbst die Abfahrt verlief nicht problemlos, da wir am Tor von einem mit einer Maschinenpistole bewaffneten Wächter gestoppt



Team A8OK (v.l.n.r.):
Pavel, OK1GK,
Petr, OK1BOA,
Petr, OK1FCJ,
Ruda, OK2ZA,
Karel, OK2ZI,
David, OK6DJ,
Palo, OK1CRM,
Ludek, OK2ZC

Fotos: Team CDXP

etwa 3 km vom Atlantik entfernt. Beim Erhalt der Gastlizenz und des Sonderrufzeichens A8OK unterstützte uns Richmond, EL2BG, Präsident des Radioklubs von Liberia. Zum Dank organisierten wir auf unsere Kosten den Transport einer 33 kg schweren Endstufe nach Liberia, ein Geschenk von Steve, HA0DU, an EL2BG. Unsere Flugreise nach Monrovia, der Hauptstadt Liberias, begann am 4.4.2024 in Prag.

■ Tagebuch der DXpedition

5.4. – Um 2 Uhr morgens trafen wir in Liberia ein. Bei der Passkontrolle mussten wir Bestätigungen unserer Unterkunft und das Einladungsschreiben von EL2BG vorzeigen. Danach nahmen wir das Gepäck auf und waren freudig überrascht, dass alles angekommen war. Bei der Zollkontrolle mussten wir wiederholt den Zweck der Reise und den Inhalt unserer Koffer erklären. Endlich war auch dies überstanden und wir gingen zu den bereitstehenden Fahrzeugen. In einem typisch afrikanischen Chaos, umgeben von schreienden Menschen und hupenden Autos, luden wir das Gepäck in einen Transporter und bestiegen zwei weitere Autos.

wurden. Wir mussten aussteigen und erneut unsere Dokumente vorzeigen. Die verladene Ausrüstung wurde lange inspiziert und erst nach längerer Diskussion ließ man uns weiterfahren. Die Fahrt zu unserer Unterkunft dauerte rund 2 h auf einer einwandfreien Asphaltstraße. Nur auf den letzten hundert Metern mussten wir auf einer unbefestigten Piste mit tiefen Schlaglöchern fahren. Bei unserer Ankunft gegen 6 Uhr morgens war es noch immer dunkel, doch inspizierten wir sogleich den für unsere Funkstationen gemieteten Konferenzsaal. Dieser war 8 m × 6 m groß und mit vielen



Antennen samt Funkausrüstung liegen abfahrbereit im Transporter.

Steckdosen, einer Klimaanlage sowie einer angrenzenden Toilette ausgestattet. Sofort begannen wir, uns einzurichten. Eine erste Messung der Netzspannung erfreute uns allerdings nicht, denn an den Steckdosen standen nur 180 V zur Verfügung. Es war uns aber bekannt, dass weitere Generatoren auf dem Gelände standen, und wir hofften, dass sich die Situation verbessern ließe. Wir trafen den Eigentümer und einen jungen Mann namens Edwin, der uns für die Dauer des Aufenthalts als persönlicher Assistent zugeteilt wurde.

■ Antennenbau

Als es hell wurde, besichtigten wir das Gelände und begannen mit dem Aufbau der Antennen. Zunächst stellten wir einen 10 m hohen Mast mit einem 5-Band-Spider-Beam auf, gefolgt von einem weiteren mit 2-Element-Yagis für 12 m, 15 m und 17 m. Anschließend bauten wir einen zweiten Spider-Beam zusammen, verschoben jedoch das Aufstellen, da wir mit dem Funkbetrieb starten wollten. Voller Vorfreude schalteten wir das erste Funkgerät ein und loggten mit Lada, OK2PAY, auf 15 m die erste Station. Damit war A8OK in der Luft!

Die klimatischen Bedingungen in Liberia waren extrem. Obwohl die Lufttemperatur „nur“ bei 35 °C lag, war ein Aufenthalt im Freien aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit und der aus dem wolkenlosen Himmel brennenden Sonne kaum erträglich. Nach kurzen Pausen im Schatten stellten wir die 2-Element-Vertikal für 30 m in einem ausgetrockneten Sumpf auf, ausgerichtet nach Norden mit den Hauptabstrahlrichtungen Japan, Europa und Nordamerika. Es folgte eine 2-Element-Vertikal für 40 m, deren Radials wir bereits bei Dunkelheit verlegten. Das SWV aller Antennen war sehr gut. Allerdings schwankte die Netzspannung stark, sodass der Eigentümer auf unsere Beschwerde hin auf einen anderen Generator schaltete. Die Spannung schien nun



Vertikalantennen für 30 m vor dem Trabencou-Resort

Aufbau der 160-m-Vertikal mit Dachkapazität verlief nach Plan, doch die Ameisen waren noch aggressiver als am Vortag. Nach dem Mittagessen stellten wir abseits von den anderen Antennen eine

zu passen, doch fiel der Strom aus, sobald wir mehrere Stationen gleichzeitig in Betrieb nahmen.

Obwohl man uns garantiert hatte, dass es mit der Stromversorgung keine Probleme geben würde, schien die Realität anders auszusehen. Wir entschieden, das Problem am folgenden Tag anzugehen und funkten während der Nacht mit geringerer Leistung. Dennoch konnten wir am ersten Tag 3500 Verbindungen ins Log schreiben.

6.4. – Nach Mitternacht überwältigte uns die Erschöpfung und wir gingen zu Bett. Nur Palo, OK1CRM, blieb auf, funkte die Nacht hindurch auf 40 m und lobte



Aggressive Ameisen „verteidigen“ unsere 80-m-Vertikalantenne.

am Morgen die guten Bedingungen. Wir ahnten nicht, dass dies die erste und letzte Nacht sein würde, in der die Bedingungen auf 40 m so gut waren. Bei Tagesanbruch gegen 6 Uhr morgens war es noch nicht so heiß und die Antennenarbeiten gingen weiter. Wir stellten einen weiteren Mast auf und befestigten daran eine 5-Element-Yagi für 6 m sowie eine 4-Element für 10 m. Während die Ausbreitungsbedingungen auf 10 m sehr gut waren, blieb 6 m noch geschlossen. Letzteres Band öffnete sich jedoch später in Richtung Südeuropa, sodass über 200 Kontakte gelangen.

Später am Tag stellten wir auf einem kleinen Hügel in etwa 100 m Entfernung eine Viertelwellenvertikal für 80 m auf. Der Transport und das Errichten des 18 m

Yagi-Antennen für 6 m und 10 m, flankiert von zwei Spiderbeams

hohen Mastes, das Verlegen der Radials und die Abstimmung der Antenne waren sehr anstrengend. Auf dem Hügel machten wir Bekanntschaft mit Millionen von großen Ameisen, die uns bis hinauf zu den Knien in die Beine zwickten. Auch die brennende Sonne hob unsere Stimmung nicht, da wir alle bereits einen Sonnenbrand hatten. Die gemessenen Werte der 80-m-Antenne waren sehr vielversprechend und wir hofften, dass sie gut funktionieren würde. Nach dem Mittagessen stellten wir den zweiten Spiderbeam auf und vor Eintritt der Dunkelheit den dritten. Nach dem Abendessen testeten wir sieben Stationen auf sieben Bändern zur selben Zeit. Dies überlastete erneut die Stromversorgung und alle paar Minuten kam es zu Ausfällen. So konnten wir nicht effektiv funken und unsere Ausrüstung war gefährdet. Der Eigentümer erklärte, die Reparatur des 80-kW-Generators sei bereits beauftragt, und dieser würde unseren Bedürfnissen genügen. Die Reparatur würde allerdings ein, zwei Tage dauern.

7.4. – Morgens teilten wir uns auf: Fünf DXpeditionäre stellten den Vertikalstrahler für 160 m auf und der Rest funkte. Der



Geliehener Parabolspiegel; rechts auf dem Stuhl unsere selbstgebaute Ausrüstung für QO-100-Betrieb



Vertikal für 60 m auf. Nachdem es wieder zu Stromausfällen gekommen war, schickte uns der Eigentümer Edwin und einen Elektriker, um die Verdrahtung in unserem Shack anzupassen. Am Nachmittag versagte eine Endstufe, doch konnten wir diese reparieren und wieder in Betrieb nehmen.

David, OK6DJ, sah sich mit Edwin nach einer geeigneten Antenne für QO-100 um und fand einen unbenutzten Satellitenspiegel, den wir uns ausliehen. Nachdem wir die verrosteten Schrauben entfernt hatten, konnten wir die Hardware mittels Kabelbindern und Klebeband befestigen. David nahm den QO-100-Betrieb in Telegrafie und später in FT8 auf. Abends begannen wir mit dem Funkbetrieb auf den unteren Bändern, doch die Signale auf 30 m und 40 m waren kaum lesbar.

■ Enttäuschende Ausbreitungsbedingungen

8.4. – Die Nachtschicht funkte auf den unteren Bändern, aber das Hören war anstrengend, da wir noch keine Empfangsantennen aufgestellt hatten. Unsere Signale auf 160 m waren in Europa gut aufzunehmen und auf 80 m sogar exzellent. Die Tagesschicht stand um 6 Uhr morgens auf und begann mit der Installation von zwei 120 m langen Beverage-Antennen in Richtung Japan sowie Europa bzw. in Richtung Nordamerika.

Die Anordnung der Antennen und der Arbeitsplätze war nicht optimal und so kam es zu gegenseitigen Störungen. Die Ausbreitungsbedingungen enttäuschten, denn abends war kein einziges Kurzwellenband offen. Stattdessen öffnete 6 m in Richtung Südeuropa, was zahlreiche CW-Kontakte ermöglichte. Der solare Flux lag leicht über 100 und im Vergleich zu unserer TN8K-Aktivität im Jahr zuvor spielten



Petr, OK1BOA (l.), und Ruda, OK2ZA, im SSB-Pile-up

wir nun in einer anderen Liga. Während damals die unteren Bänder jeden Abend vor Aktivität „brodelten“, war davon dieses Mal fast nichts zu spüren. Gezwungenermaßen wechselten wir in den Digimode FT8, um wenigstens zu einigen Kontakten zu kommen.

9.4. – Trotz geänderter Antennenkonfiguration blieben die Probleme gegenseitiger Beeinflussungen unserer Funkstationen. Daher errichteten wir auf der Spitze eines Hügels, nahe der 80-m-Antenne und etwa 130 m vom Shack entfernt, eine weitere Vertikal für 40 m, die auch auf 15 m gut funktionierte. Das gemeinsame Koaxialkabel wollten wir abwechselnd nutzen, für 15 m tagsüber und auf 80 m nachts. Um das Antennenkabel für 160 m während des Tages nicht ungenutzt zu lassen, zogen wir täglich einen Dipol für 20 m hoch und nutzten das Antennenkabel abwechselnd für beide Bänder. Jeden Morgen und Abend musste einer von uns das Umstecken der Kabel erledigen und erhielt als „Lohn“ unzählige Bisse, da die Ameisen sowohl auf den Kabeln als auch auf den Antennen krabbelten. Schließlich entschieden wir uns für den Bau einer Empfangsschleife für 30 m, 40 m und 60 m, die auch auf den höheren Bändern zum Einsatz kam.

10.4. – Es stellte sich Routine ein. Die Tagesschicht löste gegen 6 Uhr die Nachtschicht ab. Die reinen Empfangsantennen halfen uns sehr und während der Nacht gelangen viele Kontakte. Dies sogar auf 30 m und 40 m, wo die Signale ohne Be-

verage-Antennen nahezu unlesbar waren. Morgens versuchten wir uns auf den höheren Bändern mit Anrufen in bestimmte Richtungen, wobei wir auf 12 m, 15 m und 17 m Stationen aus Ozeanien Gelegenheit zu einem Kontakt gaben und tatsächlich auf jedem Band einige Rufzei-



Karel, OK2ZI, unser 160-m-Spezialist, hier jedoch mit Fokus auf 6 m

chen loggten. Wir fanden bald heraus, dass diese Signale größtenteils auf dem langen Weg kamen.

Dies war unser fünfter Betriebstag und die Pile-ups ließen spürbar nach. Nach und nach änderten wir während des Tages die Bänder und Sendarten. Mit Einbruch der Dämmerung wechselten wir auf 80 m sowie 160 m in Richtung Asien, da es für Europa noch zu früh war. Um diese Zeit waren die Bedingungen auf 6 m ebenfalls gut, sodass wir darauf achteten, auch auf diesem Band in Telegrafie möglichst gut erreichbar zu sein. Auf 160 m und 6 m war die Nachfrage am höchsten.

■ Neuer Antennenstandort

11.4. – In dieser Nacht herrschten annehmbare Ausbreitungsbedingungen und wir konnten in der Morgendämmerung zwei Stationen aus Neuseeland auf 80 m erreichen. Für die höheren Bänder versetzten wir einen Spiderbeam an einen erhöhten Standort, obwohl wir dazu 150 m Koaxialkabel verwenden mussten. Doch verbesserte dies unsere Störsituation sig-

nifikant. Nachmittags zog allerdings ein schweres Gewitter auf und da die Blitze immer näher kamen, entschlossen wir uns, den Betrieb vorübergehend einzustellen. Der heftige Regen war von Starkwind begleitet, aber mit Ausnahme der 30-m-Antenne gab es keine Ausfälle. Nach dem Gewitter erschwerte ein hoher Rauschpegel den Funkbetrieb.

Ludek, OK2ZC, achtete sorgfältig auf die Erreichbarkeit überfliegender Amateurfunksatelliten und sobald die Bedingungen unter Berücksichtigung des Horizonts und der uns umgebenden Bebauung günstig waren, trug er unsere Satelliten-Ausrüstung vor das Haus und rief während des Überflugs. Zwar war der geostationäre QO-100 für US-Stationen nicht erreichbar, doch über IO-117 ermöglichten wir vielen Nordamerikanern ein neues Land und/oder einen neuen Locator.

12.4. – Die Ausbreitungsbedingungen waren in dieser Nacht unterdurchschnittlich und so wechselten wir auf den unteren Bändern von Telegrafie zu FT8. Wir erhofften mehr Aktivität von Stationen von der US-Westküste bei Sonnenaufgang, doch zeigten sich die Bedingungen



Karel, OK2ZI, repariert die JUMA-PA

im April für diese schwierige Verbindung als nicht geeignet. Zur Hälfte unserer Aktivität hatten wir 80 000 Verbindungen im Log und wir hofften, 100 000 zu erreichen.

Als wir an diesem Tag unsere Unterkunft bezahlten, verlangte der Eigentümer von uns einen Aufpreis für den hohen Stromverbrauch und den Treibstoff für die Generatoren. Er stellte sich 100 US-\$ pro Tag vor, was uns überzogen vorkam. Einerseits war unser Stromverbrauch nicht derart hoch, andererseits war die Stromversorgung weniger zuverlässig als versprochen. Wir handelten also einen Kompromiss in Höhe von täglich 50 US-\$ aus, was zusätzliche 600 US-\$ für die bereits hohen Kosten der Unterbringung bedeutete.

13.4. – Es war Wochenende, wir hofften auf belebte Bänder und freuten uns auf flotten Betrieb. Da jedoch der JIDX-Contest in den CW-Bereichen der klassi-



Petr, OK1FCJ (l.), und Pavel, OK1GK, im geräumigen Konferenz-Saal von A8OK

schen Bänder stattfand, konzentrierten wir uns dort auf SSB sowie in den WARC-Bändern auf Telegrafie. Der erwartete Ansturm der Anrufer blieb jedoch aus und in FT8 waren die Pile-ups im Vergleich zu den „menschlichen“ Sendearbeiten deutlich ausgeprägter.

■ EME-Versuche

Zdenek, OK1DFC, hatte uns kontaktiert und um einen Sked gebeten. Er hatte unsere Satellitenausrüstung (10-Element-Yagi mit 100 W) studiert und meinte, dass mit etwas Glück ein EME-Kontakt auf 70 cm möglich wäre. Zusammen mit Daniel, HB9Q, und dem Team OK1KIR arrangierten wir einen Sked und versuchten am Abend unser Glück. Nach einigen Versuchen gelang eine gültige Verbin-



Ludek, OK2ZC, mit der Anlage für den Betrieb über RS-44 und IO-117

dung und wir verschafften Zdenek sein 137. DXCC-Gebiet auf 70 cm. Wir konnten auch das Signal von HB9Q dekodieren, aber leider kam, wie auch bei OK1KIR, kein gültiger Kontakt zustande. Dennoch freuten wir uns sehr über das gelungene Experiment und denken darüber nach, wie wir unsere Ausrüstung für die nächste Aktivität verbessern. Nachmittags traf Richmond, EL2BG, nach fünfstündiger Anreise bei uns ein. Wir modifizierten erfolgreich seinen mitgebrachten Transceiver und konnten uns für Richmonds Unterstützung bei der Erlangung der Lizenz bedanken.

14.4. – Die Ausbreitungsbedingungen waren tagsüber wieder schlechter Durchschnitt. Nachmittags sahen wir in der Ferne Blitze und auf dem Wetterradar war erkennbar, dass ein Unwetter in unsere Richtung ziehen würde. In der Tat zwangen uns bald heftiger Regen und Starkwind zur Einstellung des Betriebs. Sicherheitshalber schalteten wir alle Geräte aus und zogen die Kabel ab. Der Sturm dauerte etwa eine Stunde, doch verwandelte die Regenmenge den gesamten Bereich um das Resort in eine Sumpfland-

Düstere Aussichten:
In der zweiten Hälfte der DXpedition zogen heftige Gewitter auf.



schaft. Der 30-m-Strahler fiel um und wir mussten die Antenne am folgenden Morgen reparieren.

15.4. – Da es draußen komplett windstill war und die Klimaanlage nicht mehr funktionierte, kühlten wir uns im Pool ab, der sich nahe des Shacks befand. Da die DXpedition bald enden würde, waren wir nun in RTTY aktiv. Am selben Tag begannen wir mit dem Betrieb in FT4 und verglichen die Pile-ups. Hierbei lag die Zahl der Anrufer in FT4 um ein Vielfaches höher als in RTTY.

■ Weitere Unwetter

Abends zog erneut ein schweres Gewitter mit Starkregen auf. Die Voraussage von Edwin, in dieser Jahreszeit regne es höchstens einmal monatlich, erwies sich zu seiner eigenen Überraschung als grundlegend falsch. Mit dem Unwetter erschwerte wieder zusätzliches Rauschen den Empfang und die Zahl der Verbindungen stieg nur langsam. Es war klar, dass wir unseren Rekord der Kongo-DXpedition nicht annähernd erreichen würden.

16.4. – Die Bedingungen auf den oberen Bändern wurden allmählich besser. Wir waren den ganzen Tag über mit einer Sta-



Die Generatoren des Resorts erforderten häufig Reparaturen.

tion in RTTY aktiv. Obwohl wir die von uns geplanten Arbeitsfrequenzen frühzeitig und als erste mitgeteilt hatten, kam es zu einigen Kollisionen mit anderen DXpeditionen. Die erste war eine italienische Aktivität aus dem Tschad, die unverständlicherweise auf einigen Bändern identische Frequenzen verwendete. Da deren Pile-ups stärker waren als unsere, zogen wir uns zurück und stimmten auf andere Frequenzen ab.

Abends zog in der Ferne wieder ein Unwetter auf und ein Blitz schlug unerwartet in unmittelbarer Nähe ein, was zu einem Defekt einer gerade sendenden Endstufe führte. Da wir Ersatzteile mit uns führten, konnten wir den defekten Transistor schnell ersetzen. Allerdings führte der nun starke Sturm dazu, dass der Satellitenspiegel herunterfiel, dies unsere QO-100-Ausrüstung beschädigte und wir nicht länger über diesen Satelliten aktiv waren. Unser Log enthielt bis dahin 1368 QO-100-Kontakte in CW, SSB, FT4 und FT8.

17.4. – Die DXpedition ging langsam zu Ende und abends bauten wir die ersten Antennen ab. Über die verbliebenen setzten wir den Funkbetrieb fort, doch kam es zu Unterbrechungen durch weitere Stromausfälle.

18.4. – Bei Tagesanbruch beendeten wir die Aktivität auf den unteren Bändern. Der größte Teil des Teams war mit dem Abbau beschäftigt, der Rest bediente die FT8/FT4-Stationen. Nach dem Mittagessen schaltete A8OK ab. Die Abreise mit Taxis zum Flughafen und die Heimflüge verliefen ohne größere Komplikationen.

In unserem Logbuch stehen mit 122 337 Kontakten etwas weniger als erhofft. Doch angesichts der mittelmäßigen Ausbreitungsbedingungen und der technischen Probleme ist dies ein gutes Ergebnis, das uns Platz 18 der Honor Roll der Mega-DXpeditionen verschaffte (<https://gdx.de/megadxpeditions/honorroll.php>).

Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF

100. Geburtstag des Computerpioniers Heinz Nixdorf

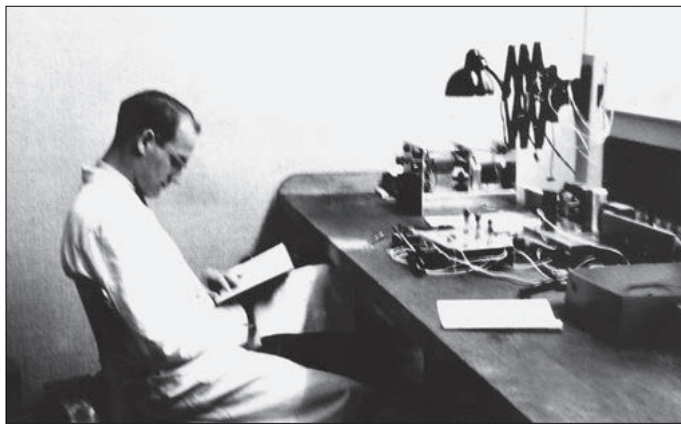
Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Einst trieben Großrechner die Entwicklung der Computertechnik an. Ende der 1970er-Jahre fanden sich Computer als persönliche Rechner auf jedem Schreibtisch. Dazwischen lag die fast vergessene Ära der Minicomputer, die Heinz Nixdorf maßgeblich mitprägte.

Heinz Nixdorf hatte einen nicht unerheblichen Anteil daran, dass Computer aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken sind. Er brachte die Rechentechnik von den damals üblichen raumfüllenden Modellen, die nur von einigen Spezialisten bedient werden konnten, ins Büro und ebnete so den Weg zur Entwicklung

Stipendium, das es ihm ermöglicht hätte, Lehrer zu werden, was er aber nicht wollte. Schließlich erlaubte ihm das Kultusministerium in Berlin 1941, das Reismann-Gymnasium in Paderborn zu besuchen.

1943 kam Nixdorf zum Reichsarbeitsdienst und zur Luftwaffenschule. Er absolvierte die Prüfungen für alle drei Se-



Heinz Nixdorf in seinem Labor für Impulstechnik im Keller der RWE-Verwaltung in Essen; die Aufnahme stammt von 1952.

Fotos: Heinz-Nixdorf-Stiftung, CC BY-SA

der Personal-Computer. Als einer der Gründungsunternehmer war er Symbol für das deutsche Wirtschaftswunder in den 1950er- bis 1970er-Jahren.

■ Kindheit und Jugend

Nixdorf wurde als ältestes von fünf Kindern am 9. April 1925 in Paderborn geboren. Der Vater Walter Nixdorf (1901 bis 1944) stammte aus Torgau in Sachsen, wohin er mit seiner Frau Anne (1901 bis 1992) kurz nach der Geburt seines Sohnes Heinz übersiedelte. 1931 kehrte die Familie nach Paderborn zurück, war jedoch ständig von Geldnot und Arbeitslosigkeit bedroht. So fand sein Vater erst 1939 eine dauerhafte Beschäftigung bei der Eisenbahngesellschaft, die die 1850 eröffnete Zugverbindung Paderborn-Hamm betrieb – eine der ältesten Eisenbahnstrecken in Deutschland.

Mit sechs Jahren kam Heinz Nixdorf in eine katholische Volksschule, wo er bereits Begabung für Mathematik und Naturwissenschaften zeigte. Auf die höhere Schule konnte er wegen der Arbeitslosigkeit des Vaters zunächst nicht. Aufgrund seiner guten Noten erhielt er jedoch ein

gelfugscheine und wurde nach Auflösung der Luftwaffenschule 1944 zu einer Panzerdivision versetzt. Nach deren Niederlage in Böhmen entging er der Gefangennahme, kehrte jedoch erst nach Kriegsende nach Paderborn zurück.

Da der Vater bereits 1944 gefallen war, musste Nixdorf als Zwanzigjähriger helfen, die sechsköpfige Familie zu ernähren, indem er in der Landwirtschaft arbeitete. Erst im Sommer 1946 konnte er das Abitur am Reismann-Gymnasium ablegen.

■ Studium und Firmengründung

Mit einem Stipendium ausgestattet, widmete sich Nixdorf ab 1947 an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main der angewandten Physik und Betriebswirtschaftslehre. 1951 bekam er in der Entwicklungsabteilung der deutschen Tochtergesellschaft des amerikanischen Büromaschinenherstellers *Remington Rand Corporation* eine Anstellung als Werkstudent.

Während dieser Zeit wirkte er an der Entwicklung von Multiplikations- und Saldiverwerken mit. Er lernte die Technik die-

ser einfachen Rechensysteme ebenso kennen, wie Walter Sprick, den Physiker und Leiter der Entwicklungsabteilung.

Als Sprick das Unternehmen verließ, weil Remington seine Entwicklungen nicht mehr unterstützte, überließ er Nixdorf seine Erfindungen und Patente. Dieser entwickelte daraus Systeme wie den Elektromensaldierer und den Elektronenmultiplizierer. Das Interesse, ganze Rechner mit Elektronenröhren zu bauen, wuchs. Daher brach er sein Studium im neunten Semester ab und gründete 1952 mit 30 000 DM in den Kellerräumen der Verwaltung der *Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG (RWE)* in Essen das *Heinz Nixdorf Labor für Impulstechnik (LFI)*.

Erster Mitarbeiter wurde der gelernte Radio- und Fernsehtechniker Alfred Wierzoich. Anfang 1954 konnte Nixdorf der RWE-Buchhaltung den ersten in Deutschland gebauten Röhrencomputer liefern. Doch sein Unternehmen wurde auch für andere Kunden wie die *Exacta Büromaschinen GmbH* und die *Wanderer-Werke* in Köln sowie die *Compagnie des Machines Bull* in Paris ein Zulieferer von elektronischen Rechenwerken.

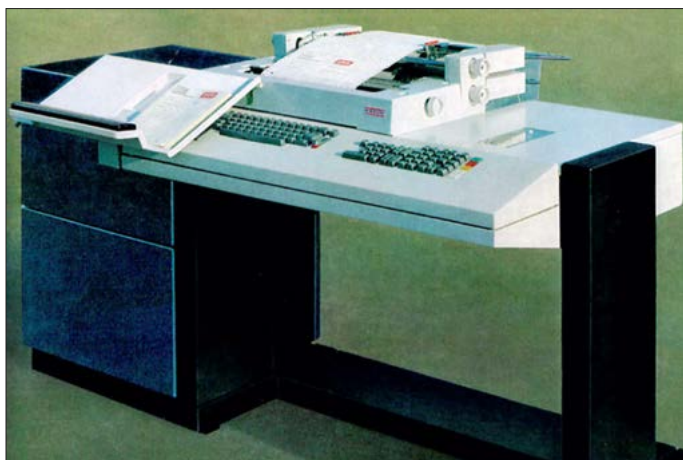
Dies geschah zu einer Zeit, als Unternehmen wie *IBM* den Markt mit Großrechnern beherrschten. 1959 verlegte er den Firmensitz in seine Heimatstadt Paderborn. Hier hatte er mehr Raum und konnte das niedrigere Lohnniveau sowie das größere Arbeitskräfte-reservoir nutzen. 1961 zählte seine Firma dort bereits 50 Mitarbeiter.

■ Erste Firmenkrise

Doch kurze Zeit später reduzierten die Wanderer-Werke ihre Bestellungen. Ebenso kam Bull in finanzielle Schwierigkeiten und damit auch Nixdorf. Er musste in Erwägung ziehen, seine Firma von der *Kienzle-Apparate GmbH* in Villingen übernehmen zu lassen, die ihn als Entwicklungsleiter weiterbeschäftigen wollte. Doch das wäre für ihn eine Niederlage gewesen.

Nixdorf stellte stattdessen Otto Müller ein, einen Entwicklungsingenieur, der ihm auf der Hannover-Messe aufgefallen war. Dieser bekam die Möglichkeit, seine Idee eines halbleiterbasierten Tischrechners umzusetzen. Das Ergebnis, die modular konstruierte *Wanderer Logatronic*, konnte 1965 auf der Hannover-Messe vorgestellt werden.

Technisch war dies eine Revolution, die zum Universalcomputer *Nixdorf System 820* weiterentwickelt wurde, der Magnetkernspeicher, integrierte Tastatur und eine Schreibmaschine zur Datenausgabe be-



Der Universalcomputer Nixdorf System 820 von 1968 revolutionierte die dezentrale elektronische Datenverarbeitung. Er ließ sich im Gegensatz zu den damals üblichen Modellen in nahezu jedem Büro unterbringen.

saß. Er war frei programmierbar und begründete Nixdorfs Ruf als Pionier der dezentralen elektronischen Datenverarbeitung. Diesen Computer produzierten neben den Wanderer-Werken auch die Kienzle-Apparate GmbH in Villingen und die *Ruf-Buchhaltung Hegnauer & Heilmann* in Karlsruhe, die Nixdorfs System jeweils unter eigenen Namen deutschlandweit vertrieben.

1967 begann Nixdorf mit dem Aufbau eines eigenen Vertriebsnetzes, um seine Produkte bei mittelständischen Wirtschaftsunternehmen direkt an die Kunden zu bringen. Nixdorf hatte seine Marktlücke gefunden und sich vom Zulieferer zum eigenständigen Produzenten von Rechenmaschinen entwickelt.



1984 trafen sich Konrad Zuse (links) und Heinz Nixdorf im Werk der Nixdorf Computer AG in Paderborn.

Im April 1968 übernahm Nixdorf die Aktienmehrheit an der Wanderer AG. Zum 1. Oktober desselben Jahres erfolgte der Zusammenschluss der ehemaligen Wanderer-Werke mit dem Labor für Impulstechnik (LFI). Daraus entstand die *Nixdorf Computer AG* (NCAG) mit Sitz in Paderborn.

■ Erfolg durch neue Märkte

Nixdorf erschloss in den USA einen Markt für elektronische Minirechner, deren Einsatz in Banken, Supermärkten, Industriebetrieben und Krankenkassen vorgesehen war. Dies war ein Marktsegment, das die großen amerikanischen Computerhersteller nicht interessierte, weil es ver-

meintlich zu klein und somit nicht lukrativ war.

Victor Comptometer aus Chicago, ein Spezialist für Rechenmaschinen, erteilte einen Großauftrag von 10000 Geräten im Wert von 100 Mio. D-Mark. Das Ergebnis war der schreibmaschinen-große Rechenautomat *Conti*, der alle vier Rechenarten bis auf zwölf Stellen nach dem Komma bewältigte. Nixdorfs Devise hierzu: „Computer müssen so klein sein, dass sie in die linke untere Schublade eines Buchhalter-Schreibtisches passen.“ Victor Comptometer wurde anschließend von Nixdorf Computer übernommen und damit hatte Nixdorf auch eine amerikanische Tochterfirma. Mit dieser Übernahme war es Nixdorf gelungen, trotz der Marktübermacht amerikanischer Informatikfirmen dort Fuß zu fassen.

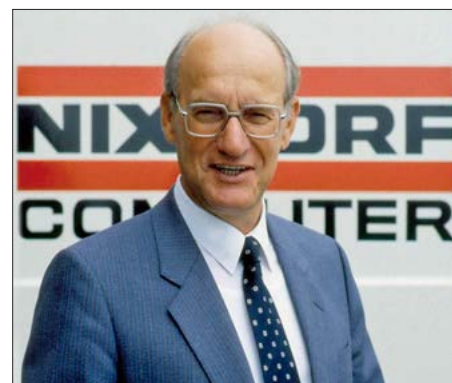
■ Höhepunkt des Unternehmens

Nun folgte die für Nixdorf erfolgreichste Ära. Sein Unternehmen wurde deutschlandweiter Marktführer in der mittleren Datentechnik und viertgrößter Computerhersteller in Europa. Produktschwerpunkte waren elektronische Kassensysteme, Bankterminals und die Datenerfassung, wobei auf Magnetband gespeichert wurde, statt die damals noch verbreiteteren Lochkarten zu verwenden. Zudem erkannte Nixdorf früh die Notwendigkeit der Vernetzung seiner Computer. 1978 überstieg der Gesamtumsatz mit über 10000 Mitarbeitern die Grenze von 1 Mrd. DM. 1985 wurden mit fast 24000 Mitarbeitern knapp 4 Mrd. DM erreicht.

■ Gescheiterte Kooperationen

Damit war der Zenit der Nixdorf Computer AG erreicht, da Heinz Nixdorf zwar selbst mit der Ablösung der Großrechner durch seine mittlere Datentechnik erfolgreich geworden war, doch die aufkommenden *Personal Computer* unterschätzte, die nun ihrerseits seine Produkte ablösten. Eine Zusammenarbeit mit *Apple* hatte er abgelehnt.

Die beiden deutschen Computerpioniere Heinz Nixdorf und Konrad Zuse schätzten sich gegenseitig. Von Vorteil war hier sicherlich, dass die beiden Unternehmen am Markt nicht in Konkurrenz standen. Zuse-Rechner wurden vorzugsweise in Forschung und Wissenschaft eingesetzt, die Nixdorf-Geräte dagegen kommerziell. Eine Kooperation – Zuse-Software für Nixdorf-Computer gegen Abnahme von Nixdorf-Hardware durch Zuse – kam allerdings nicht zustande. Die Umsätze der beiden Unternehmen waren zu unterschiedlich. Die Menge an Computern, die die *Zuse KG* nach Nixdorfs Willen hätte abnehmen müssen, entsprach einer gesamten Zuse-Jahresproduktion.



Heinz Nixdorf während einer Pressekonferenz seines Unternehmens

■ Computermesse CeBIT 1986

Nixdorf war seit seiner Jugend sportlich aktiv und hatte 1978 Sportunterricht für die Auszubildenden seiner Firma eingeführt, nachdem er im selben Jahr seinen ersten Herzinfarkt erlitten hatte. Er ließ auch einen Sportpark auf dem Betriebsgelände errichten, der bis heute von den Paderborner Bürgern kostenlos genutzt werden darf.

Er betonte wiederholt, dass ungeachtet seines technischen Kernprodukts die Investitionen in Menschen wichtiger seien als die in Maschinen. Doch bewahrte ihn das eigene sportliche Engagement nicht vor einem weiteren, diesmal tödlichen Herzinfarkt bei einer jener legendären Partys auf dem Dach der Messehalle 2 während der ersten Computermesse CeBIT am 17. März 1986.

Der Fortschritt, der ihn einst zum Erfolg geführt hatte, überholte ihn posthum.

dl2mcd@gmx.de

Literatur

- [1] Wikipedia: Heinz Nixdorf https://wikipedia.org/wiki/Heinz_Nixdorf
- [2] Borchers, D.: Vor 25 Jahren: Heinz Nixdorf stirbt auf der ersten CeBIT. Heise online; www.heise.de/news/Vor-25-Jahren-Heinz-Nixdorf-stirbt-auf-der-ersten-CeBIT-1209616.html
- [3] Heinz Nixdorf MuseumsForum: www.hnf.de

Dezibel-Rechnung in der Amateurfunkpraxis

WOLFGANG HEINRICH – DG8FEW

Der sichere Umgang mit Maßen und Werten in Dezibel erleichtert den Einstieg in die technische Welt des Amateurfunks. Dazu ist es jedoch wichtig zu verstehen, wie diese zustande kommen und wie man damit rechnet. Der nachstehende Beitrag vermittelt die dazu notwendigen Grundkenntnisse anhand einiger Beispiele.

Ob bei der Anlage eines Funkamateurs oder sonstigen nachrichtentechnischen Übertragungssystemen – stets erfährt ein Signal beim Durchlaufen der verschiedenen Komponenten eine Veränderung, wie z.B. eine Dämpfung oder Verstärkung. Mit den Kenntnissen über die Sendeleistung eines Transceivers, zum Dämpfungsverhalten der Antennenzuleitung und zum Gewinn eines Antennenverstärkers kann man bei einer solchen Kettenschaltung beispielsweise die Leistungsverhältnisse zwischen dem Ein- und Ausgang jedes einzelnen Elements oder die gesamte Verstärkung oder Dämpfung des betreffenden Systems berechnen, wie in Bild 1 anhand eines einfachen Beispiels dargestellt.

Zwangsläufig ist damit aber in einer ersten Überlegung die Multiplikation bzw. Division der Verstärkungs- und der Dämpfungsfaktoren der Komponenten notwendig. Selbst im Zeitalter des Taschenrechners dürfte dies mit einem gewissen Aufwand verbunden sein und schnell zu unübersichtlichen Zahlen führen. Hilfreich wäre hier ein einfacheres Rechenverfahren, ohne dabei physikalische Gesetzmäßigkeiten zu verletzen.

■ Addieren statt multiplizieren, subtrahieren statt dividieren

Mit simplen Methoden komplizierte Aufgaben zu lösen, war noch nie exklusiv den Technikern vorbehalten. Schon im 16. Jahrhundert wurde nach einer Möglichkeit gesucht, die Multiplikation und Division von vielziffrigen Zahlen zu vereinfachen, indem man jede Multiplikation durch eine Addition und jede Division durch Subtraktion in einer guten Näherung ersetzte.

Umständliche Zinseszinsrechnungen, komplizierte Navigationsaufgaben im Zusammenhang mit der Entdeckung Amerikas und des Seewegs nach Indien stellten seinerzeit völlig neue Anforderungen an das Rechnen mit reellen Zahlen. Lösungsansätze, unter anderem von John Neper (1550–1617) und Henry Briggs

(1561–1630) ersonnen, benutzten als Ausgangspunkt die Potenzschreibweise von beliebigen Zahlen zur Basis 10. Der Hintergedanke war, dass aufgrund der Rechenregeln für die Multiplikation und Division von Potenzen zur gleichen Basis nur die Addition bzw. Subtraktion der Exponenten erforderlich sein würde:

$$10^n \cdot 10^m = 10^{n+m}$$

$$\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$$

Das Rechnen mit den Exponenten setzt allerdings voraus, dass für jede (positive) Zahl zur Basis 10 auch eine Hochzahl existiert.

Die Suche nach dem Exponenten für eine beliebige Zahl ist eine Umkehroperation des Potenzrechnens und vielen Lesern bestimmt noch aus der Schulmathematik als *Logarithmusrechnung* bekannt. Wenn

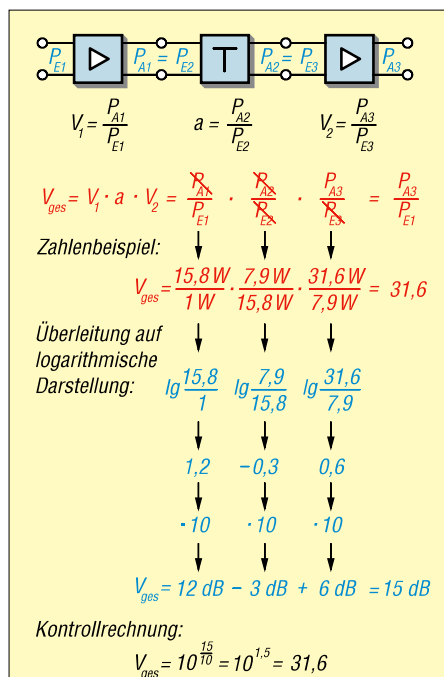


Bild 1: Einfaches Beispiel für die Überleitung der Multiplikation und Division zur Addition und Subtraktion bei der Betrachtung der Verstärkung bzw. Dämpfung von drei in Reihe geschalteten Vierpolen

beispielsweise $10^3 = x$, also $x = 1000$ ist, wird bei der Logarithmusrechnung gefragt, welcher Exponent die Gleichung $10^x = 1000$ erfüllt. Die Lösung $x = 3$ ist in diesem Fall sehr einfach zu finden. Welcher Exponent für $10^x = 15,85$ gilt, ist dann doch nicht mehr trivial zu ermitteln.

Mithilfe von sogenannten *Logarithmentafeln* konnte früher nach einem bestimmten Suchschema für jede positive Zahl deren Exponent in der Zehnerpotenzschreibweise gefunden werden. Die Multiplikations- und Divisionsaufgaben waren also um eine „Niveaustufe“ reduziert und daher mit den Logarithmen als Addition und Subtraktion einfacher zu lösen. Nach dem Entlogarithmieren, also der Umkehroperation, für die ebenfalls entsprechende Tafeln genutzt wurden, standen die gesuchten Ergebnisse zur Verfügung.

Heutzutage sind die Exponenten zur Basis 10 mit einem Klick auf dem Taschenrechner zu finden. Sie firmieren dort unter dem Begriff *Logarithmus*. Für $10^x = 15,85$ erscheint die Lösung $x = 1,2$, nachdem die *lg(log)*-Taste für den dekadischen Logarithmus auf dem Taschenrechner betätigt wurde. Ein *Shift-lg*-Tastendruck aktiviert die Umkehroperation und führt wieder auf den Wert 15,85 zurück.

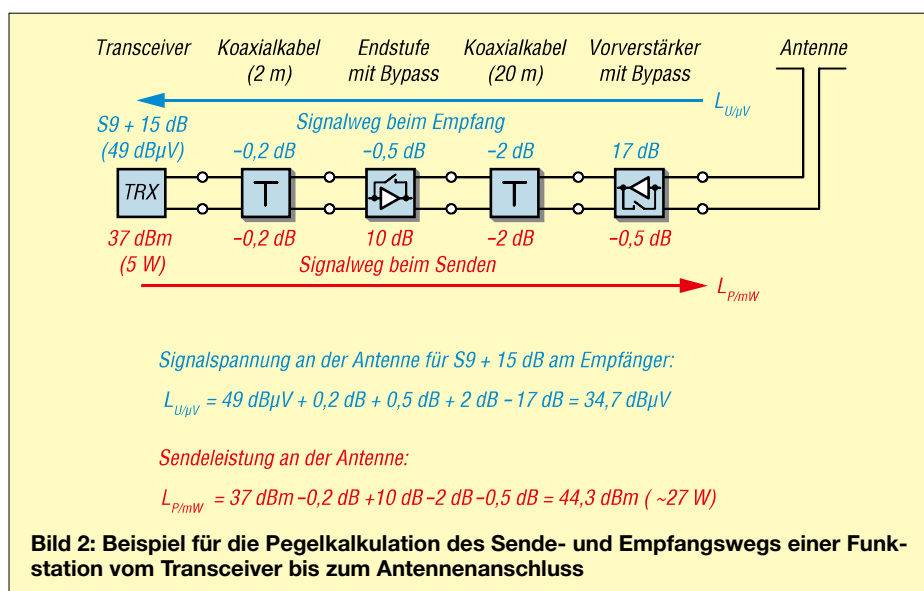
Mithilfe der Logarithmenrechnung existiert also ein Lösungsansatz, Multiplikation und Division auf Addition und Subtraktion zurückzuführen. Praxistauglich für die Funktechnik ist dies allein aber noch nicht.

■ Dezibel als Verhältnissgröße

Bei der Bildung des logarithmierten Leistungsverhältnisses $V_p = \lg(P_a/P_b)$ müssen die beiden Werte die gleiche Einheit haben, z.B. Watt (W) oder Milliwatt (mW), damit das Argument im Logarithmus dimensionslos wird. Gleiches gilt bei Spannungen oder Strömen. Nur reine Zahlenwerte sind logarithmierbar. Damit entfällt in diesem Fall jeder Bezug zu einer physikalischen Einheit.

Zu Ehren von *Alexander Graham Bell*, (1847–1922) wählte man das *Bel* als Hilfseinheit zur Kennzeichnung des dekadischen Logarithmus zweier physikalischer Größen der gleichen Art. Aus der Basiszahl 10 resultierte, dass eine Leistungserhöhung um jeweils das Zehnfache gleich 1 Bel war, also z.B.:

- 1 Bel = $10^1 = 10$ → Leistungsverhältnis von 10 : 1
- 2 Bel = $10^2 = 100$ → Leistungsverhältnis von 100 : 1
- 3 Bel = $10^3 = 1000$ → Leistungsverhältnis von 1000 : 1



Weil sich hier jedoch sehr große Zahlensprünge ergeben würden, hat es sich eingebürgert, die Werte in *Dezibel*, also einem *Zehntel Bel* anzugeben. Die Abkürzung lautet *dB*. 10 dB entsprechen somit 1 Bel. Daraus resultiert die Gleichung:

$$V_P = 10 \cdot \lg \frac{P_a}{P_b} \text{ dB} \quad (1)$$

Ob nun die Leistung von beispielsweise 1 W auf 10 W oder von 100 W auf 1000 W erhöht wird – die Pegeländerung beträgt in jedem Fall 10 dB.

Ausgangspunkt der bisherigen Überlegungen waren die Leistungsverhältnisse. Mit Spannungsverhältnissen zu rechnen, setzt voraus, den Zusammenhang zwischen Spannung und Leistung $P \sim U^2$ zu berücksichtigen.

Ohne viel Mathematik erschließt sich dies aber auch mithilfe eines Gedankenexperiments: Eine Spannungsquelle erzeugt an einem angeschlossenen Widerstand $R_L = 600 \Omega$ einen Spannungsabfall von $U_{L1} = 0,775 \text{ V}$. Dieser ruft daher an R_L eine Leistung von $P_{L1} = 1 \text{ mW}$ hervor. Erhöht man die Spannung an R_L jetzt auf den zehnfachen Wert, also $U_{L2} = 7,75 \text{ V}$, steigt die am Widerstand umgesetzte Leistung wegen $P \sim U^2$ jetzt auf das Hundertfache, also $P_{L2} = 100 \text{ mW}$. Die Änderung des Leistungspegels beträgt somit gemäß Gleichung (1):

$$\begin{aligned} V_P &= 10 \cdot \lg(P_{L2}/P_{L1}) \text{ dB} \\ &= 10 \cdot \lg(100 \text{ mW}/1 \text{ mW}) \text{ dB} \\ &= 10 \cdot \lg 100 \text{ dB} = 20 \text{ dB} \end{aligned}$$

Würde man Gleichung (1) auch auf den zehnfachen Spannungspegel anwenden, ergäbe sich zunächst:

$$\begin{aligned} V_U &= 10 \cdot \lg(U_{L2}/U_{L1}) \text{ dB} \\ &= 10 \cdot \lg(7,75 \text{ V} / 0,775 \text{ V}) \text{ dB} \\ &= 10 \cdot \lg 10 \text{ dB} = 10 \text{ dB} \end{aligned}$$

Es stellt sich in dieser Rechnung nur die Hälfte des Dezibel-Wertes im Vergleich zum Leistungspegel ein. Das Ergebnis ist offensichtlich falsch. Spannung und Leistung sind über den Widerstand miteinander verknüpft, wobei $P = U^2/R$ gilt. Da die Spannung somit quadratisch in die Leistung eingeht, ist hier der Korrekturfaktor 2 notwendig. Das Ergebnis ist ein für das Verhältnis sowohl vom Leistungs- als auch Spannungspegel identischer Dezibel-Wert unter der Voraussetzung, dass der Bezugswiderstand gleich ist. In einer Kettenschaltung von HF-Komponenten wären das z.B. die Ein- und Ausgangsimpedanzen. Ein häufig anzutreffender Wert in der HF-Technik sind 50Ω .

Es gilt in diesen Fällen somit allgemein:

$$V_U = 20 \cdot \lg \frac{U_a}{U_b} \text{ dB} \quad (2)$$

Bei diesen Betrachtungen sollte man im Blick behalten, dass es hier stets nur um das Verhältnis zweier physikalischer Größen geht. Somit ist das *Dezibel* keine physikalische, sondern eine Pseudoeinheit. Die Angabe beispielsweise einer Leistung oder Spannung in *Dezibel* ist also falsch, es sei denn, man nennt gleichzeitig eine Bezugsgröße. Diese wiederum kann als absoluter Wert beispielsweise die Grundlage für Berechnungen und Vergleichsmöglichkeiten entlang einer Funkstrecke dienen. Hier existiert also ein weiterer Aspekt, der bei der Dezibel-Rechnung eine Rolle spielt und im Folgenden behandelt wird.

■ Dezibel in der Funkpraxis

Manche Leser erinnern sich vielleicht daran, dass es bei einigen Rundfunkanstalten früher üblich war, in den Vormittagsstunden nach dem Verlesen der Nach-

richten und des Wetterberichts auch die örtlichen Pegelstände der Flüsse für die Binnenschifffahrt zu melden. Bezogen auf eine Markierung am jeweiligen Ufer konnten fachkundige Hörer Angaben von z.B. $+5$ oder -1 entsprechend interpretieren. Auch in der Nachrichtentechnik ist es bei Pegelangaben üblich, mit definierten Bezugswerten zu arbeiten, wie die nachstehenden Beispiele zeigen.

Antennengewinn

Bei einer Antenne ist zur Bestimmung ihres Gewinns eine Referenzantenne erforderlich, auf die sich die Angabe bezieht. In der Funktechnik ist zwischen zwei unterschiedlichen Bezugsantennen zu differenzieren. Die rechnerische Betrachtung elektromagnetischer Felder verwendet das Modell eines theoretischen Kugelstrahlers, eines sogenannten *isotropen* Strahlers. Dieser gibt Energie gleichmäßig in alle Richtungen des Raums ab bzw. nimmt diese auf. Eine Antennengewinnangabe von beispielsweise 8 dBi bezieht sich auf einen solchen hypothetischen Kugelstrahler und ist eine rechnerische Größe.

Es ist jedoch ebenfalls üblich, eine reale Antenne als Bezug zu verwenden. Im vorliegenden Fall wäre dies ein resonanter, verlustfreier Halbwellendipol mit idealen Strahlungseigenschaften. Der Antennengewinn erfolgt dann mit dem Maß *dBd*. Der Antennengewinn eines solchen Halbwellendipols liegt gegenüber dem theoretischen Kugelstrahler um $2,15 \text{ dB}$ niedriger. Ein Wert von beispielsweise 8 dBi bedeutet somit $5,85 \text{ dBd}$.

In den Prospekten der Antennenhersteller wird beim Antennengewinn häufig das Maß *dBi* gewählt. Abgesehen davon, dass sich eine größere Zahl meist besser „verkauft“, hat dieser Wert aber auch einen praktischen Sinn. Er ist z.B. bei der Berechnung der effektiven Strahlungsleistung EIRP erforderlich, da sich diese auf einen Isotropstrahler bezieht. Dazu weiter hinten mehr.

Kabeldämpfung

Die Kabeldämpfung ist bekanntermaßen von Frequenz und Kabellänge abhängig. In den Datenblättern angegebene Dämpfungswerte für unterschiedliche Frequenzen beziehen sich üblicherweise auf eine Länge von 100 m. So hat die Dämpfung des Koaxialkabels *Aircell7* bei 400 MHz einen Betrag $a_{100\text{m}} = 12,9 \text{ dB}$, während RG58 bei dieser Frequenz schon auf etwa 30 dB pro 100 m kommt. Um die Dämpfung a bei der angegebenen Frequenz für

eine beliebige Kabellänge l zu berechnen, verwendet man folgende einfache Gleichung:

$$a = \frac{a_{100\text{m}}}{100\text{ m}} \cdot l \quad (3)$$

Somit würde sich z. B. für eine Kabellänge von 10 m *Aircell7* eine Dämpfung von

$$a = \frac{12,9\text{ dB}}{100\text{ m}} \cdot 10\text{ m} = 1,29\text{ dB}$$

ergeben.

Leistungs- und Spannungspegel

Die physikalischen Größen *Leistung* und *Spannung* im logarithmischen Maß und als Absolutwerte darzustellen, ist – wie bereits erwähnt – nur dann möglich, wenn die jeweilige Größe durch einen Bezugswert mit gleicher Einheit dividiert wird. Typische Bezugswerte in der Nachrichtentechnik sind 1 mW, 1 μ V und 1 mV. Daraus resultieren die entsprechenden Einheiten dBm, dB μ V und dBmV.

Ein Wert wie z. B. +20 dBm (mit oder ohne Pluszeichen) bedeutet somit eine Leistung von mehr als 1 mW, während –20 dBm für eine geringere Leistung als 1 mW steht. So lässt sich z. B. eine Sendeleistung von 100 W als

$$L_{P/mW} = 10 \cdot \lg \frac{100\text{ W}}{0,001\text{ W}} \text{ dBm} = 50\text{ dBm}$$

ausdrücken. 0 dBm sind gleichbedeutend mit einer Leistung von 1 mW, weil der Logarithmus von eins gleich null ist. Der oben stehende Wert 50 dBm ist mit der Kontrollrechnung

$$P = 10^{(50/10)} \text{ mW} = 10^5 \text{ mW} = 100\text{ W}$$

wieder umkehrbar.

Aufgrund der Tatsache, dass das Argument eines Logarithmus dimensionslos ist, lässt sich eine Umrechnung der Einheit dBm in die Einheit dB μ V und umgekehrt realisieren, wie nachstehend gezeigt. Für das Umrechnen im 50- Ω -System gilt nach dem Umstellen der Gleichung $P = U^2/R$ nach der Spannung U und dem Einsetzen der Werte:

$$U = \sqrt{0,001\text{ W} \cdot 50\ \Omega} = 224\text{ mV}$$

Bezogen auf 1 μ V ergeben sich:

$$L_{U/\mu V} = 20 \cdot \lg \frac{224 \cdot 10^{-3}\text{ V}}{10^{-6}\text{ V}} \text{ dB}\mu\text{V} \\ = 107\text{ dB}\mu\text{V}$$

Die Leistung 0 dBm entspricht im 50- Ω -System somit einer Spannung 107 dB μ V. Für den Praktiker gilt daher: Addiert man in diesem Fall zum Leistungspegel in dBm die Zahl 107, erhält man den Spannungspegel in dB μ V und umgekehrt.

Anmerkung: Anstelle der Einheit dB μ V ist manchmal auch das dB μ zu finden. Gemeint ist dasselbe.

Ein Anwendungsbereich für die Einheiten dBm und dB μ V sind die Pegelangaben am Eingang von Empfängern. Dem Funkpartner im Sendebetrieb den Pegel des empfangenen Signals in dBm oder dB μ V mitzuteilen, ist nicht üblich. Vielmehr erfolgt der Rapport der Signalstärke traditionell in sogenannten *S-Stufen* von S1 bis S9. Beginnend beim Maximalwert S9 besitzt jede niedrigere Stufe nur noch den halben Spannungswert der vorangegangenen S-Stufe.

Im KW-Bereich bis 30 MHz beginnt S9 als Bezugswert mit 50 μ V. S8 bedeuten demnach 25 μ V, S7 steht für 12,5 μ V und S1 letztlich für 0,2 μ V. Im VHF-Bereich und darüber beträgt der Bezugswert für S9 nur 5 μ V. Der genannte Abstand der S-Stufen bedeutet im logarithmischen Maßstab eine Differenz von jeweils 6 dB. Umgekehrt entspricht eine Verdopplung der Eingangsspannung ebenfalls 6 dB. Werte über S9 werden als *xx dB über S9* angegeben.

Neben dem Pegel des empfangenen Nutzsymbols ist auch das Signal-Rausch-Verhältnis (engl. *Signal Noise Ratio*, SNR) ein weiteres wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Empfangsqualität. Ein SNR-Wert von 6 dB bedeutet, dass die Nutzsymbolsleistung viermal so hoch ist wie die Rauschleistung.

Mit dem Grundverständnis von dB, dBm, dB μ V, dBd und dBi ist man nun für Be-

rechnungen an der Funkanlage und die Interpretation von Datenblättern mit Dezibel-Bezug gut gerüstet.

Anwendungsbeispiele

In Bild 2 ist ein typisches Beispiel für die Pegelkalkulation einer Amateurfunkstation dargestellt. Es ist weitgehend selbst-erklärend. Die nachstehenden Fälle stammen ebenfalls aus der Praxis und verdeutlichen den Nutzen der Dezibel-Rechnung.

Belastbarkeit eines Bauelements

Auf der Basis des breitbandigen, logarithmischen Detektorschaltkreises AD8313 von *Analog Devices* lässt sich ein Leistungsmessgerät mit einem Frequenzbereich von 100 MHz bis 2,5 GHz aufbauen. Im Handel sind auch Modulplatten erhältlich, die bereits mit diesem IC bestückt sind. In den dort angegebenen technischen Daten findet sich unter anderem der Maximalwert des Eingangsspegels. Dieser beträgt –2 dBm. Wie viel Milliwatt entspricht dies? Die dazugehörige Berechnung ist nicht weiter schwierig:

$$P_{\text{max}} = 10^{-2/10} \text{ mW} \approx 0,63\text{ mW}$$

Für eine Leistungsmessung bis 10 W wäre somit ein Dämpfungsglied mit einem Wert von

$$a = 10 \cdot \lg (10\text{ W}/0,00063\text{ W}) = 42\text{ dB}$$

erforderlich.

Noch einfacher rechnet es sich, wenn man weiß, dass 10 W einem Wert von 40 dBm entsprechen. Dann gilt:

$$a = 40\text{ dBm} - (-2\text{ dBm}) = 42\text{ dB}$$

Zulässige Sendeleistung

Inhaber der Amateurfunkzeugnisklasse N müssen bei der Wahl der Sendeleistung die maximal zulässige isotrope Strahlungsleistung von 10 W EIRP beachten. Wird diese Vorgabe im nachstehend betrachteten Fall eingehalten? Zunächst geht es um die Situation im 2-m-Band. Die Anlage besteht bei dieser Betrachtung aus dem VHF/UHF-Transceiver mit einer Sendeleistung von 5 W, einer X-30-Vertikalantenne für VHF/UHF mit einem Gewinn von 3 dBi bei 144 MHz und 10 m *Aircell7*-Koaxialkabel mit einer Dämpfung von 0,72 dB (7,2 dB/100m bei 144 MHz).

Ohne Berücksichtigung der Steckerverluste und des SWV würde sich folgende effektive Strahlungsleistung ergeben:

$$P_{\text{EIRP}} = 5 \cdot 10^{(3-0,72)/10} \text{ W} \\ = 5 \cdot 1,7\text{ W} \approx 8,5\text{ W}$$

Tabelle 1: Beispielwerte zur übersichtlichen Berechnung von Leistungs- und Spannungsverhältnissen

V_P, V_U [dB]	P_2/P_1	U_2/U_1
–30	0,001	0,032
–20	0,01	0,1
–10	0,1	0,32
–6	0,25	0,5
–3	0,5	0,71
–1	0,79	0,89
0	1	1
0,5	1,12	1,06
1	1,26	1,12
2	1,58	1,26
3	2	1,41
4	2,5	1,58
5	3	1,73
6	4	2
7	5	2,24
8	6,31	2,51
9	8	2,83
10	10	3,16
20	100	10
30	1000	31,6

Für andere Werte sind die Angaben der linken Spalte zu addieren (subtrahieren) und in der mittleren bzw. rechten Spalte zu multiplizieren (dividieren), z. B. entsprechen 26 dB = 20 dB + 6 dB einem Leistungsverhältnis von $100 \cdot 4 = 400$ oder einem Spannungsverhältnis von $10 \cdot 2 = 20$.

Die Vorgaben bezüglich des 2-m-Bands würden somit eingehalten.

Ein alternativer Rechengang könnte wie folgt aussehen:

$$L_{P/mW} = 10 \cdot \lg \frac{5 \text{ W}}{0,001 \text{ W}} \text{ dBm} = 37 \text{ dBm}$$

$$L_{EIRP/mW} = 37 \text{ dBm} + 3 \text{ dBi} - 0,72 \text{ dB} = 39,28 \text{ dBm}$$

$$P_{EIRP} = 10^{39,28/10} \text{ mW} \approx 8,5 \text{ W}$$

Da 10 W einem Wert von 40 dBm entsprechen, könnte man sich hier die Umrechnung in Watt sogar sparen. Es ist auf den ersten Blick erkennbar, dass der zulässige Maximalwert unterschritten wird. Bei 432 MHz betragen der Antennengewinn 5,5 dBi und der Kabelverlust 1,29 dB (12,9 dB/100 m). Man kommt somit auf:

$$L_{EIRP/mW} = 37 \text{ dBm} + 5,5 \text{ dBi} - 1,29 \text{ dB} = 41,21 \text{ dBm}$$

$$P_{EIRP} = 10^{41,21/10} \text{ mW} \approx 13,2 \text{ W}$$

Hier wäre der zulässige Maximalwert von 10 W überschritten und man müsste beim Betrieb im 70-cm-Band die Sendeleistung entsprechend vermindern.

Eine Reduzierung auf 4 W (entspricht 36 dBm) und die Berücksichtigung der Dämpfungswerte eines PL259- sowie eines BNC-Steckverbinders von insgesamt etwa 0,4 dB ergäben folgendes Bild:

$$L_{EIRP/mW} = 36 \text{ dBm} + 5,5 \text{ dBi} - 1,29 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} = 39,81 \text{ dBm}$$

$$P_{EIRP} = 10^{39,81/10} \text{ mW} \approx 9,6 \text{ W}$$

In diesem Fall wäre eine Sendeleistung von 4 W im 70-cm-Band zulässig.

Pegelanpassung

Für den Uplink-Betrieb zum geostationären Satelliten QO-100 ist u. a. eine Transverter-Lösung üblich, bei der das von einem Transceiver bereitgestellte 435-MHz-Signal auf 2,4 GHz umgesetzt wird, um damit eine 13-cm-Endstufe anzusteuern. Liefert der Transverter aber z. B. 200 mW (23 dBm), während die Endstufe nur ein

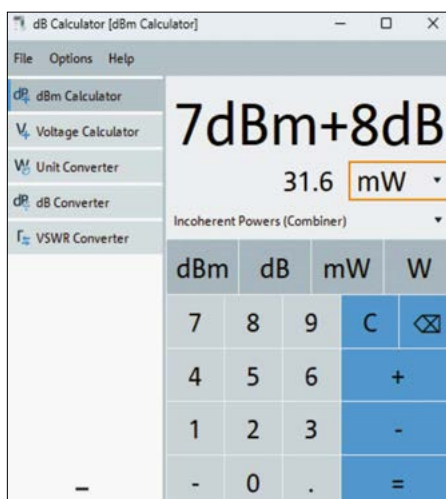


Bild 3: Beispiel für einen Dezibel-Rechner, hier von Rohde & Schwarz [5]

Eingangssignal von höchstes 100 mW (20 dBm) verkraften kann, sind mindestens 3 dB Dämpfung im Signalweg notwendig. Ein Aircell7-Kabel mit 33,8 dB/100 m bei 2,4 GHz und 10 m Länge zwischen den beiden Komponenten dürfte hier zur Pegelreduzierung schon ausreichend sein, da auch die Steckverbinder noch ihren Teil dazu beitragen. Alternativ wäre ein Dämpfungsglied von 4 dB einzusetzen.

Send- und Empfangspegel

WSPR-Signale lassen sich sogar mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von -28 dB bezogen auf 2500 Hz Bandbreite noch zuverlässig empfangen. Dabei werden nur das Rufzeichen, eine Locatorangabe und der Betrag der Sendeleistung übertragen, um damit aktuelle Ausbreitungsbedingungen zu ermitteln.

Angenommen ein solches Sendesignal würde mit 1 W abgestrahlt und von der Gegenstelle mit -9 dB bestätigt. Bei einem adäquaten SSB-Signal wäre für eine verständliche Kommunikation ein Signal-Rausch-Verhältnis von 10 dB erforderlich. Die Differenz beträgt 19 dB. Dies würde unter gleichen Ausbreitungsbedingungen eine SSB-Sendeleistung von $P = 10^{19/10} \text{ W} \approx 80 \text{ W}$ erfordern.

■ Rechenhilfen, Sonstiges

Es bedeutet eine erhebliche rechnerische Vereinfachung, mit logarithmischen Leistungs- und Spannungsverhältnissen arbeiten zu können. Dezibel-Umrechnungstabellen bieten in der Praxis eine gute Hilfestellung, siehe z. B. [1]. Auch für den, der weiß, wie Dezibel-Rechnung funktioniert, ist die Online-Rechenhilfe auf [2] sinnvoll nutzbar, ebenso wie beispielsweise der *dB-Calculator* von Rohde & Schwarz in Bild 3, siehe [3] und [4].

Die Kenntnis der Logarithmengesetze

$$\lg A + \lg B = \lg (A \cdot B)$$

$$m \cdot \lg A = \lg A^m$$

$$\lg (A/B) = \lg A - \lg B$$

reicht aus, um das Zurückrechnen auf lineare Werte auch ohne Hilfsmittel realisieren zu können, wenn man sich noch die Faktorwerte für 10 dB (Faktor 10) und 3 dB (Faktor 2) für Leistungsverhältnisse merkt. Bei den Spannungsverhältnissen gelten die Faktorwerte 10 und 2 für 20 dB bzw. 6 dB, siehe Tabelle 1.

Bei der Addition und Subtraktion von Dezibel-Werten ist das Ergebnis ebenfalls immer Dezibel, siehe Tabelle 2. Bei Leistungen und Spannungen, die im logarithmischen Maß also z. B. in *dBm* vorliegen, ergibt die Addition eines dB-Wertes in diesem Fall wieder die Einheit *dBm*, z. B.:

$$L_{P/mW} = 13 \text{ dBm} + 3 \text{ dB} = 16 \text{ dBm}$$

Dies entspricht $P = 20 \text{ mW} \cdot 2 = 40 \text{ mW}$. Die Kontrollrechnung sähe folgendermaßen aus:

$$P = 1 \text{ mW} \cdot 10^{16/10} = 40 \text{ mW}$$

Die Subtraktion zweier *dBm*-Werte ergibt hingegen einen Wert in Dezibel, z. B.:

$$L_{P/mW} = 13 \text{ dBm} - 10 \text{ dBm} = 3 \text{ dB}$$

Auch hier die Kontrollrechnung:

$$P_1/P_2 = 20 \text{ mW}/10 \text{ mW} = 2$$

Das Ergebnis entspricht 3 dB.

Achtung! Die Addition von z. B. 13 dBm und 10 dBm ergibt nicht 23 dBm, sondern 14,8 dBm, denn $P = 20 \text{ mW} + 10 \text{ mW} = 30 \text{ mW}$. Insofern dürfen *dBm*- oder *dBμV*-Werte niemals addiert, sondern müssen zuvor delogarithmiert werden. Als ergänzende Literatur empfehle ich [5] bis [8].

heinrichwolfgang@t-online.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] FA-Bauteileinformationen: Umrechnung Leistung/ Spannung. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 2, S. 149–150
- [2] Klüver, H., DG7YBN: RF Calculators. www.dg7ybn.de/technical/Calc.htm
- [3] Rohde & Schwarz: dB Calculator. play.google.com/store/apps/details?id=com.rohdeschwarz.dbcalculator
- [4] Rohde & Schwarz: dB Calculator. <https://rohde-schwarz-dbcaculator.software.informer.com/download/>
- [5] Sichla, F., DL7VFS: Dezibel-Praxis, Richtig rechnen mit dB, dBm, dBμ, dBi, dBc und dBHz. 2. Auflage, beam-Verlag, Marburg 2018, FA-Leserservice: B-0562
- [6] Rohde & Schwarz: dB oder nicht dB? www.rohde-schwarz.com/de/applikationen/db-oder-nicht-db-educational-note_230850-15534.html
- [7] Hackl, E., OE5VLL: Dezibel und Logarithmus für den Funkamateure. www.oevsv.at/export/oevsv/technik-folder/J2019/bin/dezibel_db_dBV_dBm_dBV_etc_03.pdf
- [8] Hegewald, W., DL2RD: dB – oh weh. FUNKAMATEUR 49 (2000) H. 12, S. 1324–1325

Tabelle 2: Einige Dezibel-Rechenregeln*

Erlaubt	Verboten
dB + dB = dB	dB · dB
dB - dB = dB	dB/dB
dBμV + dB = dBμV	dBμV + dBm
dBμV - dB = dBμV	dBμV - dBm
dBm + dB = dBm	dBμV + dBμV
dBm - dB = dBm	dBm + dBm
dBμV - dBμV = dB	
dBm - dBm = dB	

*vereinfachte, symbolische Darstellung

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz (1)

Dr.-Ing. MICHAEL KNITTER – DG5MK

Während Amateurfunkgeräte zunehmend komplexer und durch Software definiert werden, bieten der Selbstbau und die Installation von Antennen nach wie vor ein lohnendes Betätigungsfeld für den Funkamateurl. Zur Messung der Anpassung von Antennen und Kabeln wird heutzutage zu- meist ein Antennenanalysator verwendet. Das im Folgenden vorgestellte Gerät ist das Nachfolgemodell des von vielen Funkamateuren geschätz- ten und gern genutzten FA-VA 5. Es handelt sich dabei um eine komplette Neuentwicklung, die Bewährtes beibehält und darüber hinaus einige interessante Neuerungen zu bieten hat.

Die positive Resonanz, auf die der An- tentennenanalysator FA-VA 5 [1] und des- sen Vorgängermodell FA-VA 4 seinerzeit stießen, ist durchaus nachvollziehbar. In- stallation, Abgleich und Bau von Anten- nen sind schließlich nach wie vor für viele Funkamateure von großem Interesse. Lei- der musste die Produktion des FA-VA 5 inzwischen eingestellt werden. Einzelne Bauelemente waren entweder nicht mehr verfügbar oder unterlagen sehr hohen Preissteigerungen.



Bild 1: Prototyp des FA-VA 6, hier im noch unbedruckten Metallgehäuse; markante Merkmale sind das große TFT-Farbdisplay und das Tastenfeld. Foto: DG5MK

Als Entwickler des FA-VA 5 erreichten mich zahlreiche Zuschriften mit der Frage, ob man das Gerät nicht doch wieder auflegen könne. Gleichzeitig ergaben Dis- kussionen mit Anwendern wertvolle Hin- weise, in welcher Hinsicht das Gerät noch verbessert und was beibehalten werden könnte bzw. sollte. Zu Letzterem gehörte auf jeden Fall die hohe Messgenauigkeit des FA-VA 5. Die gute Ablesbarkeit des

Displays und die einfache Handhabung des Analysators wurden ebenfalls positiv erwähnt, ebenso wie seine handlichen Ab- messungen und nicht zuletzt das sehr gute Preis-Leistungs-Verhältnis. Auf der an- deren Seite standen Wünsche nach einem komfortableren Bedienkonzept. Drei Tas- ter und ein in der Auflösung begrenztes, monochromes Display setzten hier doch schnell Grenzen. Die Verwendung von Batterien als Stromversorgung wurde kon- trovers diskutiert.

Aus meinem anfänglichen Ansatz einer Neuauflage mit geringen Änderungen wurde schnell eine komplette Neuentwick- lung und aus dem einkalkulierten Auf- wand weniger Wochen wurden viele Mo- nate. Einen wesentlichen Schwerpunkt der Arbeit bildete dabei die Entwicklung ei- ner leistungsfähigeren Firmware. Neben dem Einsatz eines hochwertigen TFT- Farbdisplays und einer komfortablen Ein- gabetastatur stand die Überarbeitung der kompletten Rechnerarchitektur an, sodass beim neuen Gerät nun unter anderem auch rechenintensive Zeitbereichsmess- ungen zur Verfügung stehen.

Nachstehend geht es daher vor allem um die Neuerungen im Vergleich zu dem in [1] ausführlich beschriebenen Vorgängermo- dell.

■ Hardware

In Bild 1 ist der Prototyp des Antennen- analysators FA-VA 6 zu sehen. Bild 3 zeigt das Blockschaltbild, aus dem das Zusammenwirken der Komponenten und Baugruppen ersichtlich ist.

Alle Bauelemente sind auf einer doppel- seitig kupferkaschierten und zusätzlich goldbeschichteten Platine untergebracht, siehe Bild 2. Dort befindet sich auch die Halterung für den Li-Ionen- Akkumula- tor, Näheres weiter unten.

Tabelle 1 fasst die wichtigsten technischen Daten des Geräts zusammen.

Tabelle 1: Technische Eckdaten des Antennenanalysators FA-VA6

Frequenzbereich	10 kHz ... 1 GHz
Anzeige	IPS-TFT-Farbdisplay, 320 × 240 Pixel, 2,8 Zoll
Dynamikumfang*	82 dB @ < 200 MHz 69 dB @ 200 ... 600 MHz 57 dB @ 600 ... 1000 MHz
Frequenzstabilität	0,5 ppm
Signalverarbeitung	24-Bit-ADU, 32-Bit-DSP, 32-Bit- und 64-Bit-Berechnung
Spannungs- versorgung	Li-Ionen-Akkumulator, 3,6 V, 3180 mAh
Messeingang	BNC-Buchse, 50 Ω
Ausgangssignal**	≈ 3 dBm, rechteckförmig
Betriebsstrom und -zeit	260 mA, ≈ 12 h, 100 %*** 165 mA, ≈ 19 h, 50 %*** 130 mA, ≈ 24 h, 30 %***
Betriebsruhezustand	≈ 32 µA
Sprachen	Deutsch, Englisch
Firmware	neue Versionen kostenfrei, Update via USB
Abmessungen (L × B × H)	135 mm × 85 mm × 28 mm (ohne Buchse)
Masse	270 g inkl. Akkumulator

* siehe auch Tabelle 2

** siehe auch Tabelle 3

*** Displayhelligkeit

Tastatur und Display

Die auf drei Taster beschränkte Anzahl der Eingabelemente erforderte beim FA-VA 5 seinerzeit so manchen Bedien- „Kunstgriff“. Jedoch erwies sich die Ent- scheidung für eine umfangreichere Tasta- tur in der Praxis als schwierig umsetzbar. Vorhandene Standardlösungen passten nicht. Folientastaturen sind zwar indivi- dualisierbar, werden aber durch viele An- wender hinsichtlich der Bedienung als nicht angenehm empfunden. Auch ließen sie sich nur schwer mit dem bewährten Metallgehäuse kombinieren. Zuverlässig- keit und passendes Schriftbild waren wei- tere Faktoren, die es zu berücksichtigen galt.

Verwendet wird nunmehr eine selbst ent- wickelte Silikontastatur, wie man sie bei professionellen Messgeräten findet. Die- se liegt auf der Platine auf. Beim Drü- cken einer Taste kontaktiert die darunter befindliche Karbonpille die dazugehöri- ge vergoldete Leiterplattenstruktur auf der Platine. Ein 4×4-Design erlaubt die Beibehaltung der bewährten Geräteab- messungen. Das aufgedruckte Schriftbild ist klar und besteht aus eindeutigen Zei- chen. Auf eine teilweise verwirrende Mehrfachbeschriftung der Tasten wurde verzichtet. Druckpunkt, Handhabung und Haltbarkeit sind sehr gut. Einziger Nach- teil sind die höheren Kosten.

Die monochrome Anzeige des Vorgän- germodells bot zwar eine gute Ablesbar- keit bei Tageslicht, war allerdings mit 128 × 64 Pixeln hinsichtlich ihrer Auflö- sung stark eingeschränkt. Daher sollte es

beim Nachfolger ein größeres Farbdisplay mit höherer Auflösung werden.

„Ich sollte wohl besser in den Schatten gehen ...“ – Das denken bestimmt viele, wenn sie draußen auf ihr Smartphone schauen. Das Problem ist die Helligkeit des Displays. Standard-TFT-Ausführungen haben oft nur einen Wert von 350 cd/m^2 (Nits), der kaum für die Verwendung bei hellem Tageslicht ausreicht. Ein Antennenanalysator sollte aber auch draußen und somit bei Sonnenlicht verwendbar sein. Nach umfangreichen Vergleichstests fiel die Entscheidung, dass für den FA-VA 6 nunmehr ein hochwertiges, sonnenlichttaugliches IPS-TFT-Farbdisplay mit einer Leuchtstärke von 1000 cd/m^2 verwendet werden sollte. Das gewählte 2,8-Zoll-Display mit einer Auflösung von 320×240 Pixeln erlaubt aufgrund seiner Abmessungen ebenfalls die Beibehaltung des ursprünglich geplanten, kompakten Gehäuses.

Ein zuschaltbarer Piezosignalgeber zur Verwendung bei SWV-Messungen rundet die Anwenderschnittstelle ab. Zusätzlich stehen noch zwei LEDs für die Ladeanzeige zur Verfügung.

Der aufmerksame Leser könnte den Ein/Aus-Schalter vermissen. Der FA-VA 6 wird – wie heutzutage üblich – über die Tastatur per Software ein- und ausgeschaltet. Letzteres führt zum Abschalten aller Komponenten und versetzt den Mikroprozessor in den Schlafzustand. Die Betätigung bestimmter Tasten „weckt“ den Prozessor auf und das Gerät startet. Die restlichen Komponenten werden daraufhin wieder zugeschaltet.

Im Schlafzustand inklusive Echtzeituhr ist die gemessene Stromaufnahme mit nur $32 \mu\text{A}$ äußerst gering. Der verwendete 3180-mAh-Akkumulator könnte diesen Zustand theoretisch etwa zehn Jahre halten.

Mikroprozessor und Speicher

Im FA-VA 6 kommt ein leistungsfähiger 32-Bit-Prozessor der Ultra-Low-Power-Serie von STMicroelectronics zum Ein-

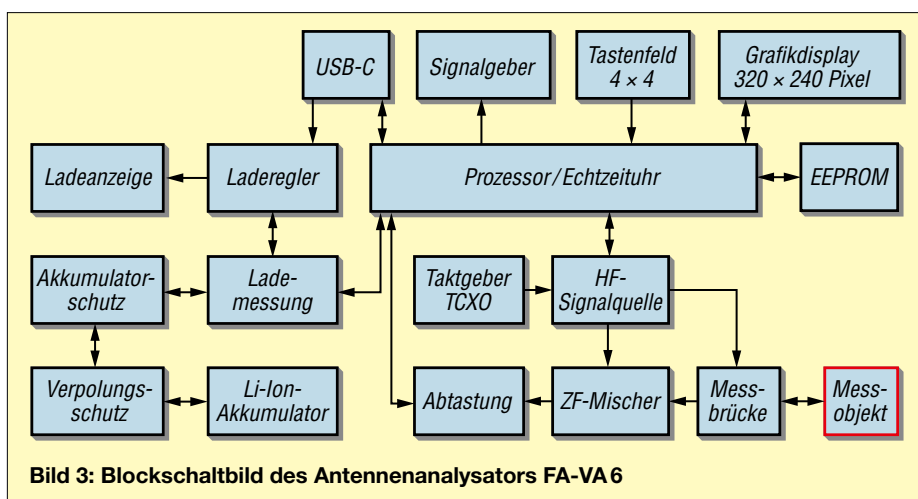


Bild 3: Blockschaltbild des Antennenanalysators FA-VA 6

satz, der STM32U575. Dieser beinhaltet bereits einige der benötigten Komponenten wie USB-2.0-Schnittstelle und Echtzeituhr (RTC). Intern glänzt der Prozessor durch eine Fließkommaeinheit (FPU) und spezielle Komponenten für die digitale Signalverarbeitung (DSP). 1 MB Flash-Speicher, kombiniert mit 768 KB RAM, lassen viel Spielraum für anspruchsvolle Anwendungen. Ein separates 32-MBit-EEPROM, der auch zur Speicherung von Messdaten dient, ergänzt den verfügbaren Speicher.

Von Anfang an bestand die Zielrichtung darin, ein sehr gutes Benutzererlebnis zu gewährleisten. Daher ist das Display 16-Bit-parallel an den Prozessor angebunden. Dies ermöglicht eine flackerfreie Bildwiederholrate von bis zu 120 Hz. Serielle Schnittstellen, wie z. B. SPI, könnten dies nicht leisten. Alle Interaktionen mit dem Anwender geschehen beim FA-VA 6 ohne spürbare Verzögerungen und die dynamische Skalierung von Messkurven erscheint fließend.

Spannungsversorgung

Etwa 260 mA Stromaufnahme bei kontinuierlicher Messung und maximaler Displayhelligkeit, kombiniert mit den Wünschen von Anwendern nach Akkumulatorbetrieb, führten bei der Wahl der Stromversorgung zu einer Li-Ion-Industriezelle

im Format 18 650. Deren Kapazität von 3180 mAh erlaubt selbst bei ununterbrochener Nutzung eine Betriebszeit von mindestens 12 h, was auch bei einem längeren Fieldday ausreichen sollte.

In den FA-VA 6 sind umfangreiche Schutzmaßnahmen gegen Verpolung, Kurzschluss, Überladen und Tiefentladung integriert. Während sich ein Verpolungsschutz relativ einfach mit Power-MOSFETs erzielen lässt, werden für die restlichen Funktionen bewährte integrierte Schaltkreise eingesetzt.

Der als Laderegler verwendete Schaltkreis MCP73871 verteilt den über die USB-Schnittstelle bereitgestellten Strom auf den Betrieb des Geräts und das Laden des Akkumulators. Durch diese Lastverteilung ist – im Gegensatz zu einfachen Laderegler – ein Überladen des Akkumulators durch intern falsch gemessene Spannungen praktisch ausgeschlossen.

Abschließend stellte sich noch die Frage nach der Messung des Ladezustands. Dieser wäre zwar über die Leerlaufspannung des Akkumulators ermittelbar, eine solche Messung liefert im praktischen Betrieb aber keine hinreichend zuverlässige Information. Ein alternativer Ansatz ist die Messung der Lademenge mithilfe eines entsprechenden Schaltkreises (Coulomb-Counter). Dazu ist aber, wie von vielen DECT-Telefonen und anderen Geräten bekannt, ein kompletter Entlade- und Ladezyklus durchzuführen.

Beim FA-VA 6 findet ein fortgeschrittener Ansatz Verwendung. Ein Algorithmus der Lademessung ermittelt zusätzlich permanent die Impedanz des Akkumulators und berechnet somit unmittelbar dessen genauen Ladezustand. Zugegebenermaßen ist die Spannungsversorgung des FA-VA 6 recht umfangreich ausgefallen. Mehrmonatige Praxistests ergaben jedoch, dass sich der Anwender bezüglich der Stromversorgung um nichts kümmern

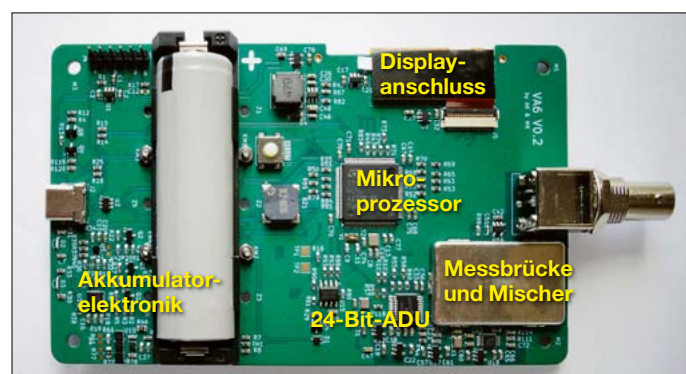


Bild 2: Bestückungsseite der Platine des FA-VA 6; die Bauteile des Messeingangs befinden sich unter dem Abschirmblech.

Foto: FA

muss und zusätzlich noch eine genaue Anzeige des Ladezustands erhält. Darüber hinaus werden Detailinformationen zum aktuellen Betriebsstrom, zur Kapazität und zum „Gesundheitszustand“ des Akkumulators sowie andere Parameter bereitgestellt.

Geräteschnittstellen

Als Schnittstellen stehen die Messbuchse und die USB-C-Buchse zur Verfügung. Die BNC-Buchse des FA-VA 5 wurde teilweise kontrovers diskutiert. Funkamateure mit vorrangiger Tätigkeit im Shack plädierten für eine SMA-Buchse, während Funkamateure, die häufig im Freien messen, eher eine robustere Buchse der N-Norm oder – nur für KW – eine SO239-Buchse bevorzugten. Vorteil der BNC-Buchse ist eine schnellere Verbindungsherstellung. Da der FA-VA 6 auch für den Außeneinsatz konzipiert ist, kam die SMA-Buchse nicht infrage. Vieles sprach für eine N-Buchse, allerdings nicht die Kosten. Während das Bauteil selbst kein Kostentreiber ist, gilt dies nicht für die erforderlichen N-SOL-Kalibrierelemente. Schon relativ preiswerte Sätze erreichen schnell dreistellige Euro-Beträge. Hochwertige BNC-SOL-Kalibrierelemente, bekannt vom FA-VA 5, sind hingegen deutlich kostengünstiger erhältlich. Daher fiel die Entscheidung, die bestehende BNC-Buchse beizubehalten. Dies ermöglicht Anwendern, die bereits einen FA-VA 5 besitzen, die Weiterverwendung von vorhandenen Kalibrierelementen und Zubehör. Wer denn unbedingt eine N-Buchse verwenden möchte, kann das Gerät mit etwas handwerklichem Geschick umbauen. Vier zusätzlich einzubringende Bohrungen in die Vorderseite des Metallgehäuses sollten die Montage einer kleinen N-Flanschbuchse im Maß 17,5 mm ermöglichen. Die vorhandene BNC-Buchse

ist in diesem Fall zu entfernen. Masseanschluss und Signal sind per versilbertem Kupferdraht an die Platine zu führen und nach Montage dort zu verlöten. Die Software erlaubt auch in diesem Fall eine entsprechende Kalibrierung. Die im FA-VA 6 verwendete USB-C-Buchse bietet viele Vorteile. Durch die rotationsunabhängige Auslegung gehört ein versuchsweises Umdrehen beim Einstecken der Vergangenheit an. Mechanisch ist die USB-C-Buchse stabiler ausgeführt als deren Vorläufer. Elektrisch bietet sie insbesondere die Nutzung von speziellen Stromversorgungs- und Datenkonzepten. Man kann den FA-VA 6 an jedes zum Standard konforme USB-C-Ladegerät und jeden Computer anschließen.

■ Signalkette

Zu den wichtigsten Merkmalen eines Messgeräts gehören die verwendete Signalkette und die erreichbare Messgenauigkeit. Bei der Entwicklung des FA-VA 6 galt es, Messgenauigkeit, Messbereich, Zuverlässigkeit und Kosten in Einklang zu bringen. Das Vorgängermodell FA-VA 5 konnte mit einer sehr hohen Messgenauigkeit aufwarten. Dies zeigte sich unter anderem im Dynamikumfang der Messkette von rund 80 dB unterhalb 200 MHz [1]. Messungen zwischen 200 MHz und 600 MHz, beispielsweise im 70-cm-Band, waren noch mit guter Genauigkeit mithilfe einer Oberwellenmessung durchführbar. Die verwendete Messkette besaß zwei weitere, für den Praxiseinsatz relevante Vorteile. Der hohe Messsignalpegel von über 3 dBm reduzierte bei der Antennenmessung störende Sekundäreffekte z. B. durch Einstrahlung von kommerziellen Sendern. Weiterhin erwies sich der als Mischer verwendete Analogschalter als sehr robust gegenüber transienten Spannungen. Während bei Geräten mit anderen Mischerschaltkreisen häufig von Defekten berichtet wurde, glänzte der FA-VA 5 auch in dieser Hinsicht durch Robustheit. Andererseits stehen heutzutage Oszillator- und Mischer-ICs zur Verfügung, die bis in den Gigahertz-Bereich arbeiten. Nachteilig sind die hohen Kosten. Auch zeigen andere Geräte, dass der dort erzielte Dynamikumfang nicht die Werte des FA-VA 5 erreicht. Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile wurde die Signalkette des FA-VA 5 fast unverändert in den FA-VA 6 übernommen und optimiert. Ein TCXO liefert den Takt für einen CMOS-Signalgenerator.

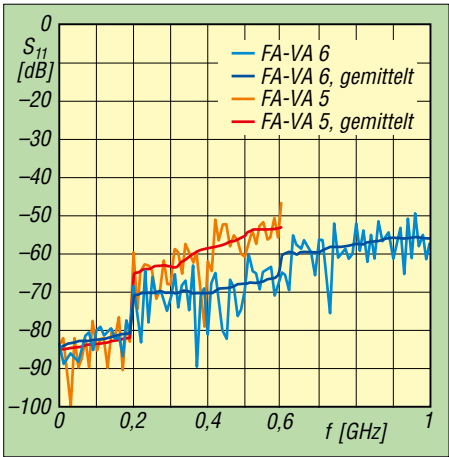


Bild 4: Die Messkette des FA-VA 6 weist im Bereich oberhalb 200 MHz einen deutlich höheren Dynamikumfang der Rückflussdämpfung auf als die des Vorgängermodells FA-VA 5.

Als Analog-Schaltermischer wird ein IC genutzt, der bis 1 GHz verwendbar ist. Die Abtastung des ZF-Signals geschieht mit einem 24-Bit-A/D-Umsetzer. Die Messungen erfolgen auf der Grundschiwingung sowie der dritten und fünften Harmonischen mit einer Auflösung von 1 Hz, siehe auch Tabelle 3. Hinsichtlich der detaillierten Beschreibung der Messkette und des Verfahrens sei an dieser Stelle auf [1] verwiesen. Die Ergebnisse der Optimierung in Hard- und Software sind in Form des erreichten Dynamikumfangs aus Tabelle 2 und Bild 4 ersichtlich. Bis 200 MHz erzielten FA-VA 5 und FA-VA 6 im Durchschnitt einen Dynamikumfang von mehr als 80 dB. Im Frequenzbereich von 200 MHz bis 600 MHz zeigt sich das Ergebnis der Optimierung beim FA-VA 6. Der Dynamikumfang steigt hier im Mittel von 58 dB auf 69 dB. Im Bereich von 600 MHz bis 1 GHz liegt der Wert immer noch bei 57 dB. Zwecks Einordnung dieser Daten sei erwähnt, dass andere gängige Antennenanalysatoren lediglich 40 dB bis 50 dB Dynamikumfang (oft auch *Rauschpegel* genannt) erreichen. Eine Labormessung bei einem aktuellen Profi-Vektornetzwerkanalysator der Marke Keysight zeigte dort etwa 80 dB Dynamikumfang, allerdings durchgehend bis 1 GHz. Der FA-VA 6 ist somit auch für Messungen hoher Präzision gut aufgestellt und erschließt oberhalb von 600 MHz den Bereich bis 1 GHz mit für Amateurfunkzwecke guter Genauigkeit. (wird fortgesetzt)

Literatur

[1] Knitter, M., DG5MK: Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 5 für 10 kHz bis 600 MHz. FUNK-AMATEUR 67 (2018) H. 4, S. 322–326; H. 5, S. 436–441

Tabelle 2: Dynamikumfang der Rückflussdämpfung des FA-VA 6 in Abhängigkeit vom Messmodus

Modus	Dynamikumfang [dB] bei f [MHz]		
	<200	200 ... 600	600 ... 1000
Präzise	82	69	57
Standard	80	64	54
Schnell	80	60	51

Tabelle 3: Pegel einiger spektraler Bestandteile des Ausgangssignals*

Spektralanteil	P [dBm] bei 1 MHz	P [dBm] bei 200 MHz
Grundwelle	3,2	2,1
3. Harmonische	-6,4	-10,0
5. Harmonische	-10,9	-17,6

* Messwerte bei $R_L = 50 \Omega$

Der K-Faktor bei Monoflops

JAN ÜCKERSEIFER – DJ1UC

Zur Erzeugung von Pulsen definierter Dauer eignen sich Monoflops. Deren Pulsdauer wird nicht nur durch ein extern anzuschließendes RC-Glied, sondern auch den sogenannten K-Faktor bestimmt. Letzterer ist vom Schaltkreis-Typ und der Betriebsspannung abhängig.

Viele Anwendungen benötigen für ihre korrekte Funktion zeitlich definierte Abläufe. So sind die Komponenten einer Funkanlage bei der Send-Empfangs-Umschaltung mithilfe einer Ablaufsteuerung (engl. *sequencer*) in zeitlich definierter Abfolge zu schalten, um u. a. den Empfangsvorverstärker vor einer Beschädigung durch das Sendesignal zu schützen. Auch das periodische Pulsen von LEDs mit definiertem Tastgrad oder das kurzzeitige Anziehen von bistabilen Relais erfordern zeitlich definierte Ansteuersignale.

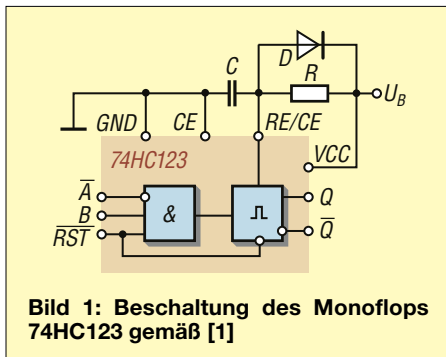


Bild 1: Beschaltung des Monoflops 74HC123 gemäß [1]

Einfache Steuerungsaufgaben lassen sich oft auch ohne Mikrocontroller bewältigen. Vielfach reicht ein dafür spezialisierter integrierter Schaltkreis. Zu diesen gehören monostabile Multivibratoren (Monoflops), mit denen sich Pulse generieren lassen.

Funktionsweise

Monoflops weisen hinsichtlich ihres Ausgangspegels lediglich einen stabilen Zustand auf und sind zur Erzeugung von Pulsen mit begrenzter Dauer einsetzbar. Hierzu dienen die beiden logisch komple-

mentären Triggereingänge \bar{A} und B (bzw. A und \bar{B}), durch die bei positiver bzw. negativer Flanke der Pegel des Ausgangssignals für die Dauer t_W wechselt.

Beide Eingänge sind logisch miteinander verknüpft, z. B. beim 74HC123 über ein UND- und beim 74HC4538 über ein ODER-Gatter. Dadurch kann man etwa mithilfe des zweiten Eingangs ein unerwünschtes Triggern verhindern. Das Ausgangssignal Q und dessen Komplement \bar{Q} lassen sich bei Bedarf über das Reset-Signal \overline{RST} stoppen. Beispiele für Signalverläufe veranschaulicht Bild 2.

Bild 1 zeigt eine typische Beschaltung mit einem RC-Glied zur Pulsdauereinstellung. Die Diode D verhindert das Entladen des Kondensators C über die Eingangsschutzdioden des Schaltkreises, wenn die Betriebsspannung U_B beispielsweise nach dem Abschalten sehr schnell auf niedrigeres Potenzial absinkt [1].

K-Faktor und Mindestimpulsdauer einiger Monoflops

Monoflop (Hersteller)	K^*	t_{min} [ns]
74HC123 (NXP)	0,45	105
MM74HC123 (Fairchild)	1,0	390
74HC4538 (alle)	0,7	–
CD74HC221 (TI)	0,7	–

* bei $U_B = 5\text{ V}$, $R = 10\text{ k}\Omega$, $C = 100\text{ nF}$

Die Pulsdauer der meisten Monoflops lässt sich während eines bereits aktiven Ausgangspulses durch erneute Triggersignale beliebig verlängern. Ein Anwendungsbeispiel ist die Beleuchtung von Treppenhäusern, in denen das Licht mittels Tastern für eine bestimmte Dauer aktiviert wird und bei Bedarf nachgetriggert werden kann.

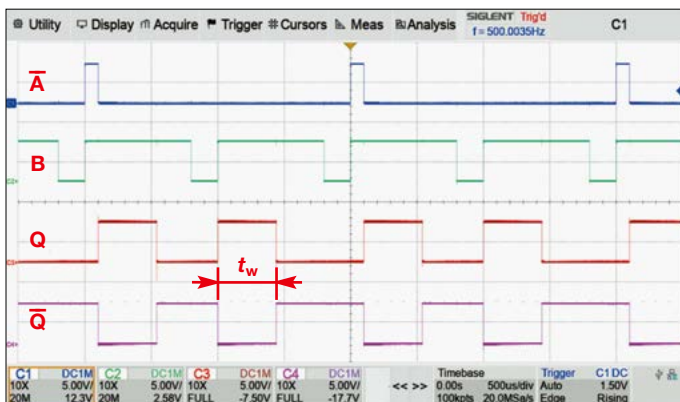


Bild 2: Gemessene Signalverläufe an den Triggereingängen \bar{A} und B sowie den Ausgängen Q und \bar{Q} bei einem Monoflop 74HC123; Zeitablenkung 500 $\mu\text{s}/\text{Div}$.

Screenshot: DJ1UC

Gegenüber Timer-ICs wie dem NE555 bieten Monoflops den Vorteil definierter CMOS- oder TTL-Logikpegel und somit der Kompatibilität mit Digitalschaltungen.

Pulsdauer und K-Faktor

Die Pulsdauer eines Monoflops berechnet sich zu:

$$t_W = K \cdot R \cdot C + t_{min}$$

Hierbei stellt der in Datenblättern mit K spezifizierte Wert in erster Näherung eine Konstante dar. Diese ist für jeden Monoflop-Typ unterschiedlich und variiert herstellerabhängig sogar bei Monoflops desselben Typs. Mit $0,4 \leq K \leq 1,0$ bewegt sich der K -Wert für übliche Betriebsbedingungen in einem relativ begrenzten Bereich. In der Tabelle sind die Werte einiger Monoflop-Typen angegeben [2].

Der K -Faktor weist eine signifikante Abhängigkeit von der Betriebsspannung auf, die in Richtung höherer Spannungswerte jedoch abnimmt (Bild 3). Die häufig nicht spezifizierte Mindestpulsdauer t_{min} ist insbesondere bei kleiner Pulsdauer zu berücksichtigen. Zusätzlich zu beachten ist die bei jedem Logikschaltkreis auftretende Verzögerung zwischen einem Flankenwechsel am Eingang und einer Reaktion am Ausgang (engl. *propagation delay*).

Bei großer Pulsdauer und hoher Genauigkeitsanforderung sollte man Folienkondensatoren anstelle von Keramik-kondensatoren mit HDK-Keramik verwenden. Für einen stabilen Betrieb sind außerdem unbenutzte IC-Anschlüsse auf ein festes Potenzial zu legen.

jan.ueckerseifer@gmx.de

Literatur

- [1] Nexperia: 74HC123 – Dual retriggerable monostable multivibrator with reset. https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74HC_HCT123.pdf, Bild 13
- [2] Horowitz, P.; Hill, W.: The Art of Electronics. 3. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge 2015, S. 463

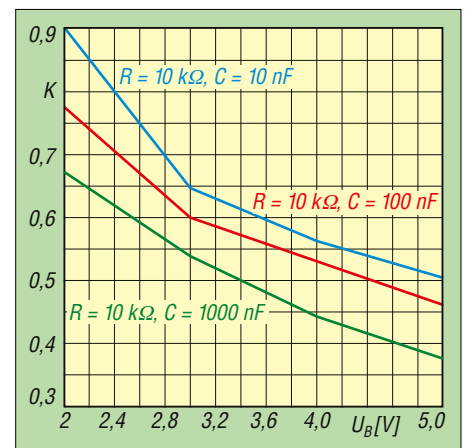


Bild 3: Gemessener K -Faktor für verschiedene RC-Kombinationen

Raspberry Pi 5 – mehr Datendurchsatz mit SSD

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Stellte die Micro-SD-Karte bislang das Standardlaufwerk des Raspberry Pi dar, lassen sich mit Einführung des Modells 5 nun M.2-SSDs gemeinsam mit dem Einplatinencomputer in einem einzigen Gehäuse unterbringen. Möglich macht das die integrierte PCIe-Schnittstelle. Mit nur wenig Aufwand lässt sich der beliebte Kleincomputer so für viele Anwendungen optimieren.

Im Jahr 2006 beschloss ein Team von IT-Spezialisten an der *Universität Cambridge* unter der Leitung von *Eben Upton*, mit dem *Raspberry Pi* einen kleinen und kostengünstigen Computer zu entwickeln, der Schülern und Studenten das Programmieren ermöglichen sollte. Seit dem Erschei-

Schnittstelle nutzt. Offiziell soll lediglich PCIe 2.0 freigegeben, inoffiziell aber auch PCIe 3.0 möglich sein. Hierdurch ergibt sich eine maximale Datenrate von 1 GB/s. Somit lassen sich jetzt SSDs mit dem Formfaktor M.2 nutzen. Hierbei handelt es sich um eine 2012 von Intel noch unter-



Bild 1: Gehäuse *Argon NEO 5* mit montiertem *Raspberry Pi 5*; das überwiegend aus Aluminium gefertigte Gehäuseset enthält einen aktiven Wärmetauscher für das Mainboard sowie ein M.2-NVMe-Expansion-Board mit eigener Wärmeableitung zur Montage des SSD.

Fotos und Screenshots: DC8FG

nen von Modell 1 im Jahr 2012 wurden bereits mehr als 60 Millionen dieses kleinen Technikwunders verkauft. Das derzeit leistungsfähigste Modell, der *Raspberry Pi 5* [1], ist mit bis zu 16 GB RAM lieferbar. Im Folgenden gebrauche ich der Einfachheit halber das Kürzel *RPi*.

War die Micro-SD-Karte bislang das Standardlaufwerk und der Anschluss eines SSD (*Solid State Drive*) oder einer Festplatte nur über den USB-Port sowie unter Verwendung eines USB-SATA-Adapters möglich, entfällt nun diese Beschränkung durch die wohl wesentlichste Neuerung: die auf der Leiterplatte des Rechners integrierte PCIe-Schnittstelle (*Peripheral Component Interconnect Express*). Sie ermöglicht den schnellen Datenaustausch zwischen dem Broadcom BCM2712 des RPi und Komponenten wie Ethernet-Karten oder SSDs.

Hierbei kommt das Speicherzugriffs- und Transportprotokoll NVMe (*Nonvolatile Memory Express*) zur Anwendung, welches die höheren Bandbreiten der PCIe-

der Bezeichnung NGFF (*Next Generation Form Factor*) eingeführte Spezifikation, welche den mSATA-Standard ersetzen sollte. Ziel war es dabei, u. a. den Platzbedarf für Laufwerke zu minimieren. Der Formfaktor beschreibt die physische Größe und Form des SSD. So bedeutet etwa die Bezeichnung *M.2 2230*, dass das SSD eine Breite von 22 mm und eine Länge von 30 mm hat.

Ich verwende ein 256-GB-SSD, das von der *Raspberry Pi Foundation* für den RPi



Bild 2: Von der *Raspberry Pi Foundation* entwickeltes SSD im Format *M.2 2230*
Werkfoto

entwickelt wurde [2], Bild 2. Es unterstützt den PCIe-3.0-Standard und hat den Formfaktor *M.2 2230*. Als garantierte Verfügbarkeit wird, ebenso für die 512-GB-Version, der Zeitraum bis zum Januar 2032 genannt.

Da der RPi derzeit noch keinen M.2-Steckplatz besitzt, ist ein Adapter erforderlich. Hierzu hält der Handel entsprechende Lösungen wie den *PCIe M.2 Hat* [3] vor. Dieser wird auf die GPIO-Leiste des RPi gesteckt und mittels Flex-Leitung mit seinem PCIe-Anschluss verbunden.

Eine aus meiner Sicht bessere Lösung stellt das Gehäuse *Argon NEO 5* dar [4]. Es bietet den Vorteil, dass sich das M.2-SSD im Gehäuseboden mittels des bereits integrierten Adapters einbauen lässt. Die Verlustwärme des SSD wird lüfterlos über ein ebenfalls im Lieferumfang enthaltenes separates Kühlblech abgeleitet.

■ Grundinstallation

Hinweis: Sofern nicht anders vermerkt, sind alle nachfolgend aufgeführten Befehle über das Terminal einzugeben. Dieses lässt sich über die Tastenkombination *CTRL + ALT + T* oder durch Anklicken des entsprechenden Symbols in der Taskleiste öffnen.

Für die Bereitstellung des SSD ist es erforderlich, den RPi anfangs noch von einer Micro-SD-Karte zu starten. Ein Modell mit 8 GB Speicherplatz ist hierfür ausreichend. Zur Übertragung des Images verwendete ich einen anderen RPi und das Programm *Raspberry Pi Imager*, welches sich über das *Raspberry-Pi-Menü* unter dem Punkt *Zubehör* aufrufen lässt. Sofern erforderlich, kann es mit dem Befehl `sudo apt install rpi-imager` installiert werden. Das Programm ist auch für Windows und macOS erhältlich.

Nach der Auswahl von *Raspberry Pi 5* unter *Raspberry Pi Modell* ist das Betriebssystem auszuwählen. Insbesondere Einstiegen empfehle ich *Raspberry Pi OS (64-bit) mit Desktop*. Unter *SD-Karte* ist das entsprechende Ziellaufwerk festzulegen.

Nach einem Klick auf *Weiter* öffnet sich ein Menü, welches zusätzliche Anpassungen erlaubt. Wird der RPi in einem Netzwerk mit Internetzugang betrieben, sollten unter *Einstellungen bearbeiten* zumindest der *Benutzername* sowie das zugehörige *Password* vergeben werden, da ansonsten der Standardbenutzer *pi* mit dem Passwort *raspberry* eingerichtet wird, was zu einer Sicherheitslücke führt. Wer möchte, kann auch gleich die SSID und das Passwort für das WLAN eintragen. Wichtig: In dieser Konfiguration wird der DHCP-Client ver-

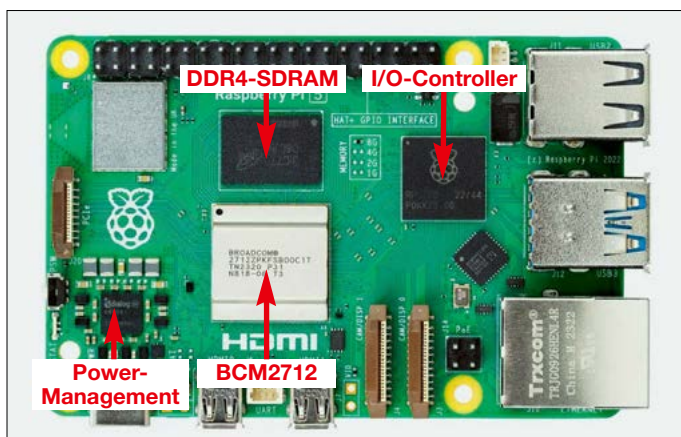


Bild 3: Die bezeichneten Komponenten sind mit Thermopads zu versehen. Diese leiten die Verlustwärme an das Metallgehäuse weiter.

Werkfoto

wendet, d. h., dass der RPi nach dem Start eine IP-Adresse beim Router anfordert. Möchte man den Zugang zum Netzwerk (gilt auch für den Ethernet-Port) manuell konfigurieren, ist später das entsprechende Symbol in der *Systray* der Taskleiste anzuklicken. Nach dem Schreiben des Images kann der RPi in das Gehäuse eingebaut werden.

■ RPi in das Gehäuse einbauen

Im ersten Schritt sind die dem Gehäuse beiliegenden Thermopads aufzukleben, Bild 3. Danach erfolgt der Anschluss des Lüfters an den mit *FAN* bezeichneten Wannenstecker sowie der Flex-Leitung an den PCIe-Anschluss, Bild 4. Hierfür ist die

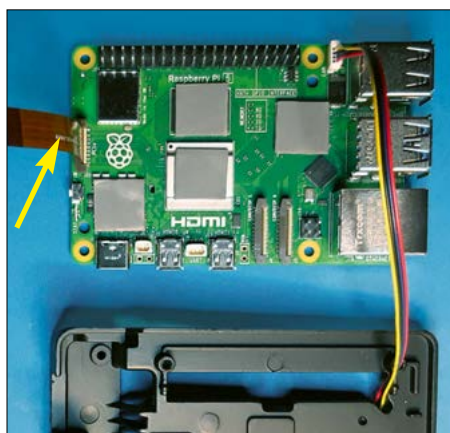


Bild 4: Anschluss der Lüfterleitung an den Wannenstecker *FAN* und der Flex-Leitung (Pfeil) an den PCIe-Steckverbinder

braune Arretierung vorsichtig nach oben zu ziehen und nach dem Stecken der Flex-Leitung wieder herunterzudrücken. Der RPi wird nun in den mittleren Gehäuse-rahmen eingelegt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Bohrungen in der Leiterplatte mit denen im Gehäuserahmen übereinstimmen, bevor man den RPi mit leichtem Druck mittels der Thermopad-Klebeflächen fixiert. Anschließend wird die Flex-Leitung mit dem PCIe-Anschluss des im Gehäuseboden befindlichen M.2-Adapters verbunden, Bild 5.

Nachdem die Micro-SD-Karte in den Kartenschacht des RPi gesteckt wurde, können das Gehäuseunterteil und der mittlere Rahmen zusammengefügt und miteinander verschraubt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Lüfterleitung in der im Gehäuserahmen vorgesehenen Führung verläuft.

Eine weitere wesentliche Neuerung besteht darin, dass der RPi über eine integrierte Echtzeituhr verfügt. Sofern keine Anbindung an das Internet bzw. einen Zeitserver im lokalen Netzwerk besteht, lässt sich diese bei Bedarf über einen wiederaufladbaren Mangan-Lithium-Akkumulator [5] mit Spannung versorgen. Der Anschluss erfolgt an dem mit *BAT* beschrifteten Wannenstecker. Den Akkumulator klebt man mit dem dafür vorgesehenen Klebepad in den Deckel des Gehäuses.

■ Inbetriebnahme

Nach dem ersten Start führt der RPi die Konfiguration des Dateisystems durch, und es dauert einige Sekunden, bis der Desktop angezeigt wird. Nun sind noch manuelle Konfigurationen erforderlich: Nach Eingabe des Befehls `sudo raspi-config` öffnet sich das *Raspberry Pi Software Configuration Tool*. Hier sind zunächst unter dem Menüpunkt 5 *Localisation Options* die Einstellungen zum Tastaturlayout, der Zeitzone und gegebenenfalls des WLAN-Ländercodes vorzunehmen. Für

Einsteiger lässt sich dies etwas bequemer auch über das *Hauptmenü* unter *Preferences* → *Raspberry Pi Configuration* → *Localisation* bewerkstelligen.

Anschließend wird ein Update aller Softwarepakete durchgeführt. Dies erfolgt über sogenannte *Paketmanager*. Das offizielle Betriebssystem des RPi ist *Raspberry Pi OS*. Da es auf der Linux Distribution *Debian GNU/Linux* basiert, ist der wohl meistgenutzte Paketmanager das befeilszeilenorientierte *Advanced Package Tool* (APT).

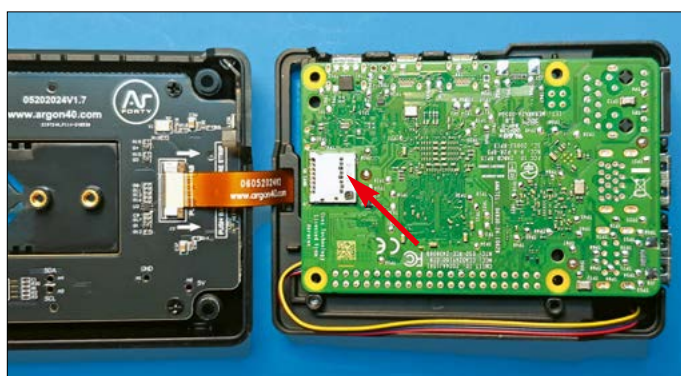
Bevor man Softwarepakete installiert, sind die Paketlisten mittels des Befehls `sudo apt update` neu einzulesen. Da diese Anweisung nur mit Administratorrechten ausgeführt werden kann (unter Linux ist dies *root*), ist immer die Anweisung `sudo` voranzustellen; die alleinige Ausführung von `apt update` wird verweigert. Aus welchen Softwarequellen die Pakete und Aktualisierungen bezogen werden, kann man mit dem Befehl `cat /etc/apt/sources.list` einsehen. Hinweis: Anstelle von `apt` ist auch die Verwendung von `apt-get` möglich; `apt` ist jedoch neuer und bietet einige Verbesserungen, auf die ich hier allerdings nicht eingehe.

Im Anschluss daran erfolgt das eigentliche Update der Pakete – sofern für diese Aktualisierungen vorliegen. Hierzu dient der Befehl `sudo apt upgrade`. Wichtig: Dieser Befehl ersetzt keine Pakete durch neuere Versionen, sondern bringt lediglich die installierten auf den neuesten Stand. Sofern man das Betriebssystem vollständig auf die neueste Version aktualisieren möchte, verwendet man den Befehl `sudo apt dist-upgrade`.

■ SSD-Bereitstellung

Der Raspberry Pi ab dem Modell *4B* bzw. *Pi 400* sowie *Compute Module* ab der Version *CM4* verwenden ein EEPROM mit Bootloader zum Starten des Betriebssystems. Vor Verwendung des SSD ist daher zu prüfen, welche Bootloader-Version installiert ist. Hierzu dient der Befehl `sudo rpi-eeprom-update`, Bild 6.

Bild 5: Nach dem Einlegen des RPi in den mittleren Gehäuserahmen ist die Lüfterleitung in der vorgesehenen Führung zu verlegen. Vor dem Verschrauben beider Gehäuseteile muss die Micro-SD-Karte in den Kartenschacht des RPi eingesteckt werden (Pfeil).




```
frank@raspberrypi5:~$ sudo rpi-eeprom-update
*** UPDATE AVAILABLE ***

Run "sudo rpi-eeprom-update -a" to install this update

To configure the bootloader update policy run "sudo rpi-eeprom-update -c"

BOOTLOADER: update available
CURRENT: Mon 23 Sep 13:02:56 UTC 2024 (1727096576)
LATEST: Wed 22 Jan 00:16:51 UTC 2025 (1737505011)
RELEASE: default (/usr/lib/firmware/raspberrypi/bootloader)
```

Bild 6: Bildschirmausgabe des Befehls `sudo rpi-eeprom-update`; der Eintrag hinter **CURRENT** zeigt die aktuell installierte Version des Bootloaders.

```
frank@huey:~$ lsblk
NAME        MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
nvme0n1      259:0    0 238,5G  0 disk
|-nvme0n1p1 259:1    0   512M  0 part /boot/firmware
`-nvme0n1p2 259:2    0   238G  0 part /
```

Bild 7: Ausgabe des Befehls `lsblk`, hier bei bootfähigem SSD und entferntem Micro-SD-Karte

Der Eintrag in der Zeile *CURRENT* muss auf ein Datum nach dem 6. Dezember 2023 verweisen. Anderenfalls ist mittels `sudo rpi-eeprom-update -a` ein Update durchzuführen. Hinweis: Sollte wider Erwarten der Bootloader beschädigt werden, lässt sich mithilfe des *Raspberry Pi Imager* unter dem Menüpunkt *Operating System* → *misc utility images* ein neuer Bootloader auf einer Micro-SD-Karte oder einem NVMe/USB-Gerät erzeugen.

Nun ist festzustellen, ob das installierte SSD vom Betriebssystem erkannt wird. Hierzu dient `lsblk` (list block devices). Als Block Devices werden unter Linux bzw. unixoiden Betriebssystemen alle Geräte bezeichnet, die Daten in Datenblöcken übertragen, also beispielsweise Festplatten, SSDs oder optische Laufwerke.

Unterhalb des Blockgeräts mit der Bezeichnung `mmcblk0` (das ist die Micro-SD-Karte) sollte in der Baumansicht der Eintrag `nvme0n1` stehen; dies ist das SSD. Ist es noch nicht partitioniert, finden sich, anders als bei der Micro-SD-Karte, noch keine Partitionierungsinformationen.

Um die künftige Boot-Reihenfolge festzulegen, ist jetzt wieder das *Raspberry Pi Software Configuration Tool* aufzurufen. Unter dem Menüpunkt *6 Advanced Options* → *A4 Boot Order* ist die gewünschte Reihenfolge einzutragen, in der bootfähige Geräte beim Start abgefragt werden. Hierbei empfiehlt sich die Auswahl *B2 NVMe/USB Boot*.

■ Betriebssystem auf dem SSD installieren

Für die Übertragung von *Raspberry Pi OS* auf das SSD gibt es zwei Möglichkeiten.

Klonen

Das auf der Micro-SD-Karte befindliche Image kann direkt mittels *SD Card Copier* auf das SSD übertragen werden. Dieses Programm ist über das *Hauptmenü* unter *Zubehör* zu erreichen. Wichtig: Da zur Laufzeit auch das SSD im Dateisystem

des RPi eingehängt (*mounted*) ist und die von der Micro-SD-Karte geklonten Partitionen dieselbe UUID (*Universal Unique Identifier*) besitzen würden wie ihre Originale, wäre der Bootvorgang von dem SSD nicht möglich. Daher ist die *Check-box New Partition UUIDs* anzuklicken. Welche UUIDs vergeben sind, lässt sich mit dem Befehl `blkid | grep UUID` überprüfen.

Neuinstallation des SSD

Diese erfolgt, wie auch bei der Micro-SD-Karte, mittels des *Raspberry Pi Imagers*. Abweichend wählt man nun jedoch unter *Storage* das SSD aus. Nach dem erfolgreichen Schreibvorgang lässt sich mit dem Befehl `lsblk` prüfen, ob unter dem Device `nvme0n1` jetzt die Partitionen *p1* und *p2* vorhanden sind, Bild 7. Anschließend kann der Neustart des RPi erfolgen, er bootet künftig von dem SSD.

■ Benchmark-Test

Obwohl ich wusste, dass der Einsatz des SSD einen höheren Datendurchsatz mit sich bringt, interessierte es mich, wie groß der Unterschied zur Micro-SD-Karte ist. Hierbei hilft das unter dem *Hauptmenü* unter *Zubehör* aufrufbare Programm *Raspberry Pi Diagnostics*. Wichtig: Da die Diagnose nur den Datenträger berücksichtigt, von dem der RPi gebootet hat, ist diese Diagnose für die Micro-SD-Karte noch vor dem Klonen bzw. der Neuinstallation des SSD durchzuführen.

Die Tabelle zeigt die auf meinem RPi ermittelten Ergebnisse beim sequenziellen Schreiben und die IOPS (*Input Output Operations per second*), also wie viele Ein-/Ausgabe-Operationen ein Datenträger pro Sekunde durchführen kann.

■ Fazit

Die Verwendung eines SSD bringt nicht nur einen Gewinn an Speicherkapazität für Programme und Anwendungsdaten, sondern auch erhebliche Geschwindig-

keitsvorteile gegenüber einer Micro-SD-Karte. Durch die Möglichkeit der SSD-Montage innerhalb des Gehäuses lässt sich der RPi beispielsweise auch als preiswertes und kleinformatiges NAS (*Network Attached Storage*) einsetzen. Wünschenswert wäre es allerdings, wenn sich künftig mindestens zwei SSDs einbauen ließen, um wenigstens ein RAID-1-System realisieren zu können.

Der Raspberry Pi 5 ist meiner Meinung nach für Anwendungen in den Bereichen Messen, Steuern und Regeln jedoch zu schade und auch unterfordert. Hierfür bieten sich neben seinen Vorgängermodellen 3 und 4 vor allem die erheblich preiswerteren Ausführungen *Pico* oder *Zero* an. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Beschaltung der GPIO-Ports immer auch das Risiko von Beschädigungen des Kleincomputers mit sich bringt – angesichts von Preisen zwischen derzeit 89 € für die 8-GB-Version und 138 € für die 16-GB-Ausführung ein durchaus schmerzhafter Verlust.

Benchmark-Ergebnisse

Testprozedur	Micro-SD	SSD
sequenzielles Schreiben ¹⁾	32 540	388 361
zufälliges Schreiben ²⁾	2110	89 530
zufälliges Lesen ²⁾	4835	106 389

¹⁾ [KB/s] ²⁾ [IOPS]

Als ich diesen Beitrag schrieb, war der erst im Januar dieses Jahres erschienene Raspberry Pi 5 in der Version mit 16 GB RAM zeitweilig nicht lieferbar. Somit basiert dieser Beitrag auf der 8-GB-Version. Ich erwähne dies, da ich feststellte, dass auch mit dieser Speichergröße das Arbeiten nicht nur mit unter Linux lauffähigen Anwendungen wie WSJT-X, der Arduino IDE, Visual Studio Code, FreeCAD, GIMP oder Ultimaker Cura, sondern auch mit einigen Windows-Anwendungen unter *wine* zur reinen Freude wird. Wer sich umfassend und qualifiziert über den Raspberry Pi informieren möchte, wird bei [6] und [7] fündig. **dc8fg@dark.de**

Literatur und Bezugsquellen

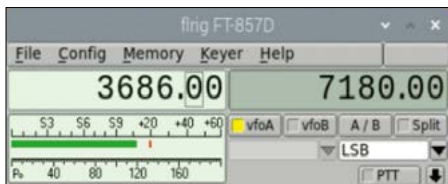
- [1] Raspberry Pi Foundation: Datenblatt Raspberry Pi 5. <https://datasheets.raspberrypi.com/rpi5/raspberry-pi-5-product-brief.pdf>
- [2] Berrybase: Raspberry Pi SSD 256 GB. www.berrybase.de → Suche: *RPI-SSD-256*
- [3] Berrybase: PCIe M.2 Hat für Raspberry Pi 5. www.berrybase.de → Suche: *RPI-M2HAT*
- [4] Berrybase: Argon NEO 5 M.2 NVMe PCIe Case für Raspberry Pi 5. www.berrybase.de → Suche: *AR-NEO5-NVME*
- [5] Berrybase: ML2020 Wiederaufladbare Mangan-Lithium-Batterie. www.berrybase.de → Suche: *RPI-RTCBAT*
- [6] Raspberry Pi: Offizielle Website. <http://pip.raspberrypi.com>
- [7] Raspberry Pi: Produktinformationsportal. <http://pip.raspberrypi.com>

Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi

HANS KLAUSMANN – DL5RAZ

Um einen Transceiver fernsteuern zu können, bedarf es keiner kostspieligen und technisch aufwendigen Lösung. Dieser Beitrag beschreibt, wie sich mithilfe eines Raspberry Pi Remote-Funkbetrieb von jedem Computer eines Netzwerks durchführen lässt.

Um von jedem Computer im Haus Zugriff auf meinen Stationstranceiver zu haben, ersann ich nachfolgend beschriebene Lösung. Sie basiert auf einem Raspberry Pi, im Weiteren als RPi bezeichnet. Hierfür eignen sich Modelle ab B3 aufwärts. Das Betriebssystem muss mit grafischer Oberfläche installiert sein. An zusätzlicher Software wird der VLC-Player benötigt. Dieser ist bereits Bestandteil der aktuellen PiOS-Distribution und somit nur noch auf dem Remote-Computer zu installieren. Des Weiteren ist eine USB-Soundkarte zum Anschluss an den RPi erforderlich. Letzterer ist zweckmäßigerweise über



Flrig bietet die Möglichkeit, Transceiver wie den FT-857D fernzusteuern.

Screenshot: DL5RAZ

seinen Ethernet-Port mit dem heimischen Netzwerk zu verbinden. Eine WLAN-Verbindung ist zwar auch möglich, hierbei können jedoch bei eingeschränkter Bandbreite, beispielsweise durch eine zu geringe Feldstärke, Verzögerungen während der Datenübertragung auftreten. Für den Remote-Zugriff ist in der *Raspberry-Pi-Konfiguration* der SSH- (Secure Shell) und VNC-Dienst (Virtual Network Computing) freizugeben.

Im nächsten Schritt verbindet man den NF-Ausgang des Transceivers mit dem Mikrofon- bzw. Line-Eingang der Soundkarte und deren Kopfhörerausgang mit dem Mikrofoneingang des Transceivers. Zweckmäßigerweise verwendet man für alle NF-Verbindungen zwischen Transceiver und Soundkarte zur galvanischen Trennung und Vermeidung von Brummschleifen ein geeignetes Interface. Dieses lässt sich leicht selbst bauen [1].

■ Audio vom Transceiver streamen

Nun wird vom Remote-Computer eine SSH-Verbindung zum RPi hergestellt

(Annahme: Remote-PC: 192.168.178.10 RPi: 192.168.178.20):

```
ssh pi@192.168.178.20
```

Pi ist hierbei der Standard-User auf dem RPi und ggf. durch einen anderen User-Namen zu ersetzen. In dem nun geöffneten Terminal des RPi ist festzustellen, unter welchem Gerätenamen die USB-Soundkarte erkannt wurde. Dies geschieht mit der Anweisung:

```
pulseaudio --start && pacmd list-sources | grep alsa_input
```

Die darauf folgende Ausgabe könnte so aussehen:

```
name: <alsa_input.usb-C-Media_Electronics_Inc._USB_PnP_Sound_Device-00.analog-mono>
```

Hinweis: Die Zeichenfolge zwischen den spitzen Klammern wird bei der nun folgenden Anweisung benötigt. Nachfolgend wird mithilfe des VLC-Players das NF-Signal des Transceivers in das Netzwerk übertragen:

```
cvlc pulse://alsa_input.usb-C-Media_Electronics_Inc._USB_PnP_Sound_Device-00.analog-mono --sout="#transcode {vcodec=none, acodec=mp3,ab=128, channels=2, samplerate=44100}:http{mux=raw,dst=:8085/?} --sout-keep
```

Die Antwort sollte z. B. so aussehen:

```
VLC media player 3.0.12 Vetinari (revision 3.0.12-1-0-gd147bb5e7e) [01f8e690] dummy interface: using the dummy interface module... [622031f0] dummy mux: Open
```

Am Remote-PC wird der VLC-Player gestartet. Danach muss man sich über die Tastenkombination **STRG + N** mit dem Stream des RPi verbinden. Hier im Beispiel mittels `http://192.168.178.20:8085`. Das NF-Signal vom Transceiver sollte jetzt am Remote-Computer zu hören sein. Handelt es sich bei diesem um ein Linux-System, ist der Zugriff mittels `vlc http://192.178.168.20:8085` möglich.

Möglicherweise ist der Audio-Pegel am RPi anzupassen. Das erfolgt durch den Befehl `alsamixer`. Des Weiteren lässt sich

bei Bedarf mittels `sudo apt install pavucontrol` ein Regler-Panel zur Soundkartensteuerung installieren.

Um den Transceiver fernbedienen zu können, ist die Software *flrig* erforderlich. Diese lässt sich mit einem grafischen *Paketmanager* oder dem Konsolenbefehl `sudo apt install flrig` hinzufügen. Der Transceiver ist mittels eines CAT-USB-Kabels (CT-62) mit dem RPi zu verbinden.

■ Senden vom Linux-Remote-Computer

Hierfür wird ein Headset benötigt. Wie bereits beim RPi durchgeführt, ist herauszufinden, als welches Gerät die Soundkarte erkannt wird:

```
pulseaudio --start && pacmd list-sources | grep alsa_input
```

Mit der nächsten Anweisung wird durch den VLC-Player das Mikrofonsignal im Netzwerk übertragen.

```
cvlc pulse://alsa_input.pci-0000_00_07.0.analog-stereo --sout="#transcode{vcodec=none, acodec=mp3,ab=128, channels=2, samplerate=44100}:http{mux=raw,dst=:8086/?} --sout-keep
```

Mittels `vlc http://192.168.178.10:8086` lässt sich der Audio-Stream dann an den Transceiver weiterleiten. Als Sende-Empfangs-Umschaltung kann die VOX-Funktion verwendet werden. Man beginnt mit der kleinsten Sendeleistung, stellt die Ansprechschwelle der VOX zunächst hoch ein und reduziert diese dann langsam. Ist die Modulation zu basslastig, hilft ein in die Mikrofonleitung eingeschleifter Kondensator mit beispielsweise 22 nF.

dl5raz@gmx.de

Literatur

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: Digimodes mit Raspberry Pi am Beispiel des µBitx (3). FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 1, S. 92
- [2] www.n4tqu.com/linux/ubuntu-and-yaesu-ft857

Tipp

Wird das CAT-USB-Kabel CT-62 unter Linux nicht erkannt, ist wie folgt vorzugehen:

1. Starten des Editor nano mittels:
`sudo nano /etc/udev/rules.d/99-ftdi.rules`
2. Hinzufügen der Zeile:
`ACTION=="add", ATTRS{idVendor}=="2100", ATTRS{idProduct}=="0e56", RUN+="/sbin/modprobe ftdi_sio" RUN+="/bin/sh -c 'echo 2100 0e56 > /sys/bus/usb-serial/drivers/ftdi_sio/new_id'"`
3. Neustart mit: `sudo reboot`
4. USB-Kabel anschließen, dann anschließend eingeben:
`sudo chmod 777 /dev/ttyUSB0`

Quelle: [2]

Basisbreitenvergrößerung für Stereo-Lautsprecher

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

NF-Schaltungen bieten Hobbyelektronikern ein weites Betätigungsfeld, besonders dann, wenn sie sich unkompliziert aufbauen lassen und interessante Effekte ergeben. Nachfolgend wird ein Modul beschrieben, das mit einem beliebigen Stereoverstärker kombinierbar ist und die Basisbreite zwischen den Lautsprechern vergrößert.

Die Stereophonie ist heutzutage aus der Rundfunk- und Fernsehübertragung nicht mehr wegzudenken. Doch auch die Musikindustrie würde mit dem lange Zeit üblichen Monosignal wohl nicht mehr begeistern können. Eine gute Stereowiedergabe mit Lautsprechern erfordert jedoch Platz, der nicht immer vorhanden ist, sich jedoch mit einer Zusatzbaugruppe virtuell schaffen lässt.

In den 1930er-Jahren experimentierte Alan Dower Blumlein, Elektronikingenieur und Erfinder in der Forschungsabteilung beim Musikverlag EMI zu der von ihm als *bin-aural* bezeichneten Aufnahmetechnik, anfangs nur mit Sprache. Jedoch erst 1957 konnten Interessenten erste Stereoschallplatten erwerben.

Auf der 25. Großen Deutschen Funk-Ausstellung in Berlin wurde die FM-Stereo-

mit nachgebildeten Ohrmuscheln und Mikrofone mit Kugelcharakteristik erforderlich waren. Ein weiterer Grund dürfte gewesen sein, dass zur Erzielung der gewünschten Qualität des damit aufgenommenen Stereotons stets ein Kopfhörer erforderlich war. Ansonsten ergab sich lediglich ein normaler Stereoeffekt.

Anfang der 1970er-Jahre wurden verstärkt aus Monosignalen nachträglich Stereosignale erzeugt, was als *Pseudo-Stereophonie* bezeichnet wurde. Das dabei genutzte Verfahren entspricht weitgehend dem von Heinrich Kluth-Nauen aus dem Jahr 1925.

■ Stereowiedergabe

Die physikalisch korrekte Beschreibung der Stereophonie ist komplex und würde den Umfang dieses Beitrags übersteigen. Daher gebe ich hier nur kurz die Grundlagen und die für eine gute Stereowiedergabe erforderlichen Bedingungen wieder.

Bei der Wiedergabe eines Stereotons erfolgt die horizontal verteilte Abbildung überwiegend durch Pegel- oder Laufzeitunterschiede der beiden von den Lautsprechern ausgehenden Signale. Die räumliche Tiefe beruht auf der Ausnutzung von unterschiedlichen Direkt- und Raumschallanteilen sowie Pegeldifferenzen. Bei der Wiedergabe nutzt man das psychoakustische Phänomen. Dieses ermöglicht dem Menschen aufgrund von interauralen Pegel- und Laufzeitunterschieden die Richtung von Schallquellen zu lokalisieren.

Für einen möglichst guten stereofonen Klangeindruck sollten eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein. Eine der wichtigsten ist, dass sich die beiden Lautsprecher und der Hörer ungefähr an den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks, dem sogenannten *60°-Stereo-Dreieck*, befinden. Wenn dies nicht möglich ist, lässt sich die nachfolgend beschriebene Basisbreitenvergrößerung verwenden.

Des Weiteren sollten beide Lautsprecher in etwa gleich weit von der Rückwand und den Seitenwänden des Raumes entfernt stehen und nicht zu nah an diesen angeordnet sein.



Bild 1:
Bei diesem Versuchsaufbau zur Basisbreitenvergrößerung erscheint es dem Hörer, als hätten die Lautsprecher in Wirklichkeit einen größeren Abstand voneinander.

Foto: Sander

■ Geschichtliche Entwicklung

Der Effekt der Stereophonie ist schon sehr lange bekannt. Bereits 1881 stellte der französische Erfinder Clément Ader auf der Ersten Internationalen Elektrizitätsausstellung in Paris ein Verfahren zur mehrkanaligen Operaufführung vor. Er bezeichnete es als *Théatrophone*. Die akustischen Signale wurden über mehrere Kabel in einen entfernten Raum übertragen. Zur Wiedergabe dienten seinerzeit Telefonhörer.

Der Ingenieur Heinrich Kluth-Nauen entwickelte im Jahr 1925 ein Gerät, das er *Stereophon* nannte. Aus einem zu dieser Zeit üblichen Monosignal ließ sich durch Phasenverschiebung um 180° ein zweites Signal erzeugen. Bei der Wiedergabe über zwei im vorgegebenen Abstand aufgestellte Lautsprecher entstand beim Zuhörer der Eindruck eines räumlichen Signals. Einen Beitrag dazu veröffentlichte er im November desselben Jahres in der Zeitschrift *Illustrierte Technik für jedermann*.

fonie eingeführt. Bis 1967/1968 betrieb jede Landesrundfunkanstalt mindestens ein UKW-Sendernetz. Anfang der 1980er-Jahre bekamen auch Fernsehsendungen einen Stereoton.

Mit geeigneten Verfahren wurde sichergestellt, dass die Stereotöne mit den Monosignalen kompatibel waren, sich also auch mit den noch weit verbreiteten Monogeräten wiedergeben ließen.

Das 1973 eingeführte Verfahren der *Kunstkopf-Stereophonie* setzte sich nicht durch. Ein Grund dafür war, dass bei der Aufnahme ein Kunstkopf, also ein Modell

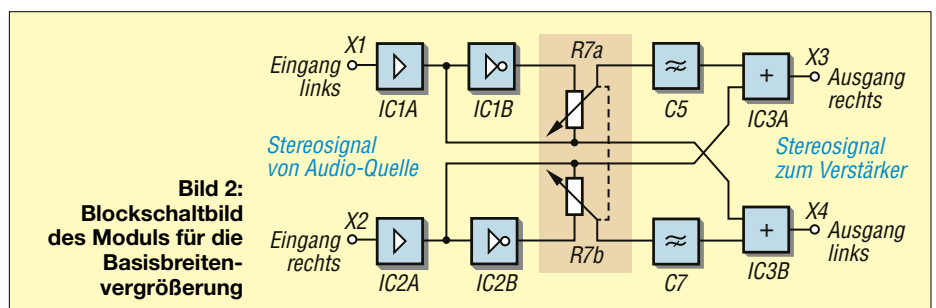


Bild 2:
Blockschaltbild des Moduls für die Basisbreitenvergrößerung

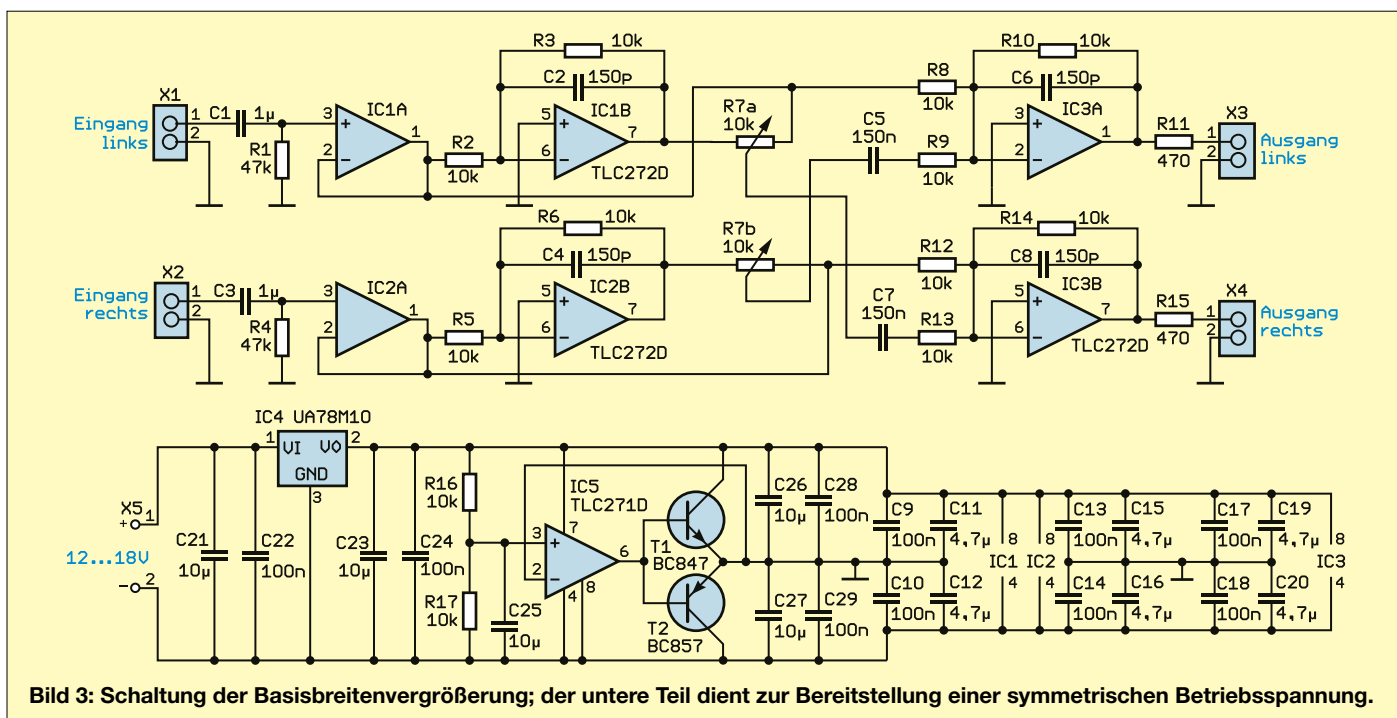


Bild 3: Schaltung der Basisbreitenvergrößerung; der untere Teil dient zur Bereitstellung einer symmetrischen Betriebsspannung.

Außerdem ist es ratsam, die Lautsprecher in Richtung des Zuhörers zeigen zu lassen. Der Grund dafür ist, dass sich die Abstrahlwinkel von Hoch- und Tieftonkalotten unterscheiden. Sind alle Lautsprecher in einer Reihe ausgerichtet, gelangen eventuell einzelne Signalanteile nur abgeschwächt zum Hörer, da sich dieser am Rand des Abstrahlwinkels befindet, wie in Bild 4 dargestellt.

Kommen getrennte Hoch- und Tieftonlautsprecher zum Einsatz, sollten sich die für die hohen Frequenzen etwa in Ohrhöhe befinden oder auf diese gerichtet sein. Tieftöner können auf dem Boden des Raumes stehen.

Wenn dann der Raum selbst noch ein gewisses Maß an Dämpfung besitzt, also nur geringe Reflexionen an Wänden stattfinden, steht einem guten stereofonen Klangerlebnis nichts mehr im Weg.

■ Basisbreitenvergrößerung

Bei einer Heimstereoanlage mit separaten Lautsprechern lässt sich die Forderung nach Einhaltung des 3D-Stereo-Dreiecks noch relativ einfach realisieren, wenn man genügend Platz zum Aufstellen aller Komponenten hat. Bei tragbaren Stereogeräten sind die Lautsprecher hingegen fest

und größtenteils in einem Abstand von unter 0,3 m verbaut. Um Stereophonie aus solch einem Gerät genießen zu können, müsste man sich aufgrund des geringen Lautsprecherabstands mit dem Kopf schon quasi direkt vor dem Gerät befinden. Da dies meist nicht gewollt ist, hören sich Stereodarbietungen aus größerer Entfernung dann eher wie Mono an.

Nachdem man die akustischen Ursachen erkannt hatte und über die technischen Möglichkeiten verfügte, wurde das Verfahren der Basisbreitenvergrößerung entwickelt. Die Basisbreite ist der reale oder virtuelle Abstand der beiden zur Stereophonie-Wiedergabe erforderlichen Lautsprecher. Durch eine Basisbreitenvergrößerung erscheint selbst das von zwei relativ dicht nebeneinander angeordneten Lautsprechern abgegebene Signal räumlicher. Moderne Stereoanlagen verfügen über eine Vielzahl zuschaltbarer Effekte, die wie bei einem Equalizer zum einen das Klangbild verändern, aber zum anderen auch die Lautsprecher fiktiv auseinanderdrücken.

■ Schaltung

Schaltungen zur Basisbreitenvergrößerung gibt es schon seit Jahrzehnten, an-

fangs diskret mit Transistoren realisiert [1]. Bei dem hier vorgestellten Projekt finden moderne Schaltkreise Verwendung.

In den Bildern 2 und 3 sind das Blockschaltbild bzw. die Schaltung dargestellt. Letzteres gestattet die einfachere Identifizierung der einzelnen Stufen.

Am Steckverbinder X1 wird das Audio-signal des linken Stereokanals eingespeist. Als Eingangsschaltung dient der Operationsverstärker IC1A. Dieser arbeitet als Impedanzwandler. Es erfolgt also keine Signalverstärkung, sondern lediglich die Anpassung der nachfolgenden Schaltung an die Impedanz der Signalquelle.

Das von IC1A ausgegebene Signal wird zum einen direkt an die am Ausgang vorhandene Addiererschaltung mit IC3A weitergeleitet, die dem linken Stereokanal zugeordnet ist. Zum anderen liegt es gleichzeitig am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC1B. Dieser arbeitet als Inverter. Da die Widerstandswerte von R2 und R3 gleich sind, wird das Signal nicht verstärkt, sondern lediglich invertiert, was einer Phasendrehung von 180° entspricht.

Das vom Operationsverstärker IC1A ausgegebene nicht invertierte und das invertierte Ausgangssignal von IC1B werden zum Potenziometer R7A geführt. Dieses erlaubt, den Pegel, der zum Addierer des anderen Stereokanals weitergeleitet wird, über den Schleifer des Potenziometers einzustellen.

Der Operationsverstärker IC3A für den linken Kanal arbeitet als Addierer. Über R8 wird das nicht invertierte Signal des

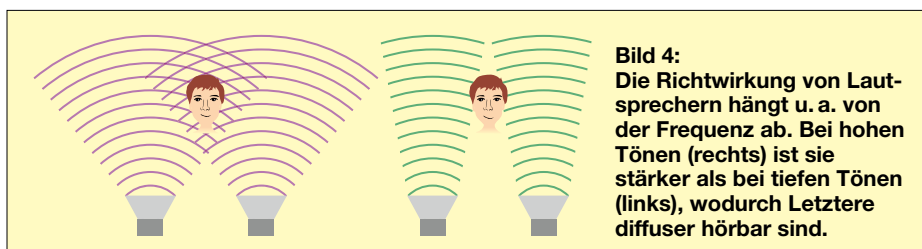


Bild 4: Die Richtwirkung von Lautsprechern hängt u. a. von der Frequenz ab. Bei hohen Tönen (rechts) ist sie stärker als bei tiefen Tönen (links), wodurch Letztere diffuser hörbar sind.

linken Kanals zugeführt und über R9 das im Schaltungszweig des rechten Kanals erzeugte, einstellbar phasenverschobene Signal. Der Kondensator C5 dient als einfaches Hochpassfilter. In dem am Steckverbinder X3 abgegebenen Signal des linken Stereokanals ist somit neben dem des linken ein höherfrequenter, phasenverschobener Anteil des rechten Kanals enthalten.

Die Pegel- und Phasenverhältnisse im Schaltungszweig für den rechten Stereokanal entsprechen den zuvor für den linken Kanal beschriebenen. Hierbei wird jedoch dem am Steckverbinder X2 zugeführten Signal des rechten Kanals ein höherfrequenter, phasenverschobener Anteil des linken Kanals zugeführt und an X4 ausgegeben.

Für R7 ist ein Doppelpotenzio­meter einzusetzen. Zwei einzelne Potenziometer wären hier ungünstig, da die richtige Dosierung des jeweils zugefügten Signalanteils aus dem anderen Kanal für die Wirkung der Basisbreitenvergrößerung entscheidend ist. Ein Doppelpotenzio­meter besitzt hingegen zwei Widerstands­bahnen. Die darauf gleitenden Schleifer werden mit einer gemeinsamen Achse bewegt, sodass stets Gleichlauf herrscht.

Am Steckverbinder X5 ist zur Spannungsversorgung eine externe Gleichspannungsquelle mit 12 V bis 18 V anzuschließen. Der nachfolgende lineare Spannungsregler IC4 stabilisiert diesen Wert auf 10 V. Die bereits beschriebenen Operationsverstärker werden hier mit einer symmetrischen Betriebsspannung von ± 5 V versorgt. Um mit einer unipolaren Versorgungsspannung auszukommen, ist eine virtuelle Masse erforderlich, die sich wie folgt bilden lässt.

In der Mitte des Spannungsteilers aus R16 und R17 liegt der halbe Wert der

Ausgangsspannung von IC4, hier 5 V, und somit auch am nicht invertierenden Eingang des nachfolgenden Operationsverstärkers IC5. Dieser OPV arbeitet als Impedanzwandler. Ein- und Ausgangsspannung sind gleich groß, jedoch ist der Ausgang niederohmig und somit höher belastbar als der einfache Spannungsteiler am Eingang. Als zusätzliche Treiber sind die beiden Transistoren T1 und T2 nachgeschaltet.

Die jeweils zu den OPV-Anschlüssen 4 und 8 zur virtuellen Masse hin parallelgeschalteten 100-nF- und 4,7- μ F-Kondensatoren unterdrücken sowohl nieder- als auch hochfrequente Störspannungen und entkoppeln gleichzeitig die Verstärkerstufen. Während man früher für hohe Kapazitätswerte Elektrolytkondensatoren verwendete, stehen seit mehreren Jahren auch Mehrschichtkondensatoren mit solchen Daten zur Verfügung. Diese haben eine längere Lebensdauer als herkömmliche Elektrolytkondensatoren.

■ Nachbau

Für den einfachen Nachbau des Moduls zur Basisbreitenvergrößerung habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entwickelt. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateur.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage ist sie bei [2] einzeln oder als Bausatz mit allen Bauelementen zur Selbstbestückung erhältlich.

Der Bestückungsplan der 68 mm \times 55 mm großen Platine ist in Bild 5 dargestellt. Die Bestückung erfolgt einseitig. Bis auf das Potenziometer, die Schraubklemme und die Stiftleisten kommen durchweg SMD-Bauelemente zum Einsatz. Doch die Bestückung der Widerstände und Kondensatoren in den Baugrößen 0805 und 1206 sollte anhand der in [3] gegebenen

Hinweise problemlos möglich sein, zumal die Operationsverstärker relativ große SO8- und die Transistoren SOT23-Gehäuse besitzen.

Erst nach der Bestückung der SMD-Bauelemente ist das Doppel-Potenzio­meter aufzulöten. Für die Ein- und Ausgänge der Audiosignale sind auf der Leiterplatte Stiftleisten vorgesehen. An diese lassen sich möglichst kurze Drähte zu den zur Anwendung passenden Buchsen anlöten. Letztere sind dann samt Leiterplatte in ein Gehäuse einzubauen. Da die bestückte Leiterplatte relativ klein ist, lässt sich das Modul möglicherweise auch in bereits vorhandene Audiogeräte integrieren.

Beim Anschluss der Stereo-Audioquelle und des nachfolgenden Stereoverstärkers ist unbedingt darauf zu achten, dass die Anschlüsse des linken und rechten Kanals jeweils an ihre auf der Platine gekennzeichneten Pins angeschlossen werden. Zwar hat das Vertauschen der Kanäle keine Auswirkung auf die Basisbreitenvergrößerung, jedoch auf das Stereosignal und die seitenrichtige Zuordnung bestimmter Töne.

Nach der Bestückung ist ein handelsübliches Gleichspannungsnetzteil anzuschließen. Für den ersten Test genügt es, die am nachgeschalteten Verstärker angeschlossenen Lautsprecher in einem relativ geringen Abstand von etwa 0,5 m aufzustellen. Bei Einspeisung des Stereosignals ist die Intensität der Basisbreitenvergrößerung über das auf dem Modul vorhandene Potenziometer einstellbar. Je nach Drehwinkel wird der Klang mehr oder weniger räumlich. Bestimmte Audiosignalanteile scheinen dann aus einer Richtung seitlich der Lautsprecher zu kommen.

Das Verfahren ist nicht nur für Stereosignale von Radio- und Fernsehsendungen nutzbar, sondern soll auch zum Experimentieren anregen. Der Effekt, den mit zwei relativ dicht nebeneinander angeordneten Mikrofonen aufgenommener Ton eines sich bewegenden Objekts (Auto, Zug) mit zugeschalteter Basisbreitenvergrößerung wiederzugeben, ist verblüffend. Es scheint, als ob das Objekt in einem viel größeren Abstand vorbeigefahren wäre. Probieren Sie es doch einmal selbst aus!

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] van Wiek, J.: Einfacher Basisbreitenregler. FUNKAMATEUR 43 (1994) H. 2, S. 140
- [2] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

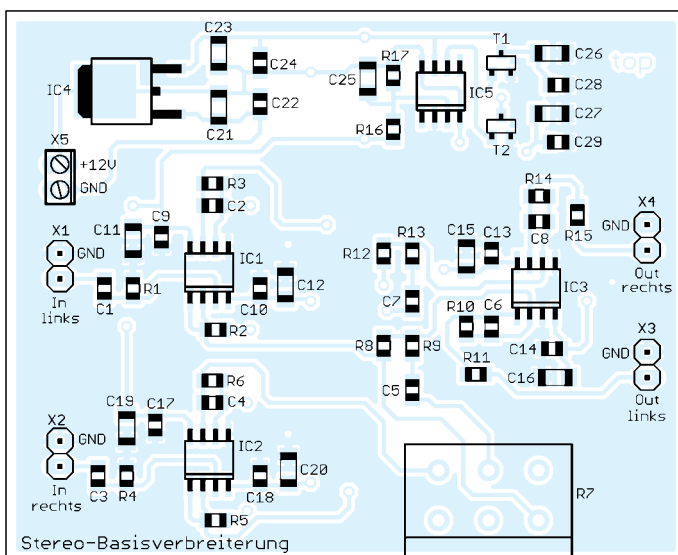


Bild 5:
Bestückungsplan
des Moduls für
die Basisbreiten-
vergrößerung;
Original-
abmessungen
68 mm \times 55 mm

Ersatz des Gerätesteckers für den Kenwood TS-770E

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Herstellerspezifische Gerätestecker älterer Funkgeräte sind auf dem Gebrauchtgerätemarkt nur noch selten und dann zu hohen Preisen erhältlich. Eine mögliche Lösung liegt im Nachbau mithilfe des 3D-Druckverfahrens.

Ich restauriere gerne betagte elektronische Geräte und freue mich immer sehr, wenn ich wieder eines vor dem Wertstoffhof retten kann. Auch ältere Transceiver, die keine oder nur wenig Digitaltechnik enthalten, gehören zu den von mir begehrten Objekten, da sie zum einen noch ein „ursprüngliches“ Erleben der Funktechnik ermöglichen und zum anderen sehr reparaturfreundlich sind. Deshalb erstand ich vor Kurzem mit dem Kenwood TS-770E [1] einen Multimode-Duobander, der von Ende der 1970er- bis etwa Anfang der 1980er-Jahre gebaut wurde.

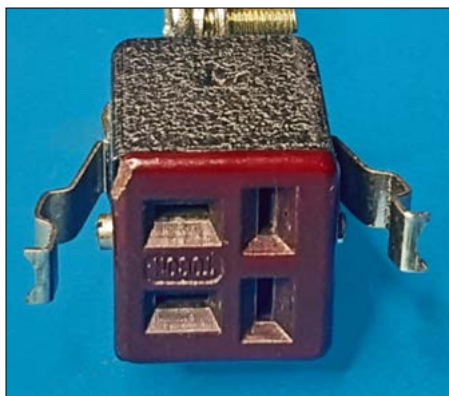


Bild 1: Originaler Gerätestecker des Kenwood TS-770E zum Anschluss an 13,8 V oder 230 V Netzspannung Fotos: DC8FG

Leider kommt es das eine oder andere Mal vor, dass alte Geräte ohne das Kabel für die Spannungsversorgung angeboten werden. Dies ist besonders ärgerlich, wenn es sich um eines handelt, das mit einem Stecker versehen ist, der nur zu diesem Gerät passt und schon lange nicht mehr produziert wird. Denn Ersatz bekommt man – wenn überhaupt – nur noch mit sehr viel Glück, dann aber zu einem hohen Preis auf dem Gebrauchtgerätemarkt. So benötigt auch der TS-770E einen vierpoligen Spezialstecker, der den Betrieb wahlweise mit 230-V-Wechsel- oder 13,8-V-Gleichspannung ermöglicht, Bild 1. Bei meinem TS-770E lag das Anschlusskabel glücklicherweise bei. Da ich jedoch meine Funkgeräte möglichst mit 13,8 V betriebe, ich mir aber die Option des Netzspannungsbetriebs durch eine

geänderte Kontaktbelegung nicht nehmen wollte, musste ein zweiter Stecker her. Erwartungsgemäß verlief die intensive Suche auf den einschlägigen Plattformen erfolglos, weshalb das nachfolgend beschriebene Projekt entstand. Nach der Vermessung des originalen Steckers erstellte ich mit dem 3D-Modellierprogramm FreeCad [2], [3] die Konstruktionszeichnungen für einen zweiteiligen Steckerbausatz, der sich im 3D-Druckverfahren herstellen lässt. In den Kontakthalter passen Flachsteckhülsen mit einer Breite von 4,75 mm. Diese sind beispielsweise bei www.reichelt.de unter der Artikelnummer FSH-M1 4,75 erhältlich. Über den Kontakthalter wird ein Schutzgehäuse geschoben und mit einer M2-Schraube fixiert. Zu diesem Zweck verwende ich einen Gewindeinsatz Typ RX-M2 x 4,0 von [4], welcher sich mithilfe eines LötKolbens problemlos in das gedruckte Bauteil einschmelzen lässt. Das Schutzgehäuse ist für die Aufnahme von zwei Aderleitungen mit einem maximalen Durchmesser von 3,5 mm konzipiert. Die Zugentlastung erfolgt durch den dickeren Boden des Schutzgehäuses, der von hinten auf die Flachstecker drückt. Um deren Auflagefläche hierfür zu vergrößern, lötete ich die Aderleitungen ausnahmsweise ein und bog die hinteren Klemmlaschen nur leicht zusammen. Hinweis: Obwohl ich den Stecker nur für den Betrieb mit 13,8 V vorgesehen habe,

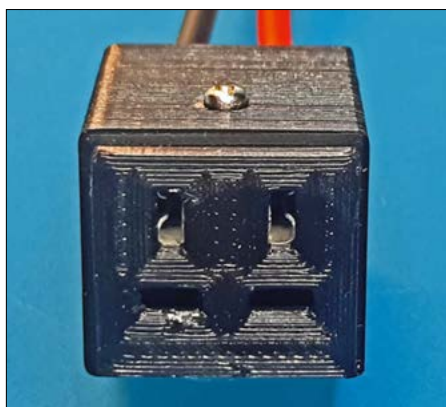


Bild 2: Im 3D-Druck mit PLA hergestelltes Steckergehäuse

lässt er sich möglicherweise auch für den Anschluss an die Netzspannung einsetzen. Dies ist jedoch unter anderem vom Isolationswiderstand des verwendeten Druckmaterials abhängig. Eine entsprechende Messung am fertig bestückten Stecker mit einem Isolationsprüfgerät nach DIN VDE 0701 ergab zwar keine Beanstandung, dennoch rate ich ausdrücklich von einer Anwendung mit höheren Spannungen als 13,8 V ab.

Des Weiteren ist sicherzustellen, dass die Strombelastbarkeit der verwendeten Flachsteckhülsen und der Aderleitungen eine unzulässige Erwärmung ausschließt. Ins-



Bild 3: Der neue Stecker sitzt fest – eine Sicherung gegen versehentliches Abziehen ist nicht erforderlich.

besondere PLA-Filament wird bei höheren Temperaturen weich, wodurch der sichere Halt der Kontakte nicht mehr gewährleistet wäre.

Im Zweifel sollte man einen Druckdienstleister nach einem geeigneten Material befragen bzw. die entsprechenden Datenblätter der infrage kommenden Filamente hinzuziehen. Langfristige Erfahrungen im Einsatz mit selbst gedruckten Steckergehäusen zur Spannungsversorgung habe ich noch nicht, daher empfehle ich eine umsichtige Anwendung. An Erfahrungsberichten bin ich sehr interessiert.

Die FreeCAD-Projektdateien des Steckers sowie die bereits daraus generierten STL-Dateien stelle ich auf Anfrage gerne zur Verfügung. Wer keinen eigenen 3D-Drucker besitzt, kann die STL-Dateien auch einem Dienstleister übermitteln. Die Druckkosten betragen dann für beide Teile voraussichtlich ungefähr 10 €.

dc8fg@darcd.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Riggix database: Kenwood TS-770E. www.riggix.com/kenwood/ts770e.htm
- [2] FreeCAD. www.freecad.org
- [3] Sommer, F. G., DC8FG: Objektdesign für den 3D-Druck mit der Software FreeCAD. FUNK-AMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 190–193
- [4] Ruthex GmbH, 26215 Wiefelstede, Tel. (0 151) 568 057 17, www.ruthex.de

Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern

MANFRED GRONAK – DK1BT

Für die Durchführung digitaler Sendarten benötigen ältere Transceiver oft ein Soundkarten-Interface als Bindeglied zum steuernden Computer. Dieses ist für die galvanische Trennung der NF-Ein- und Ausgänge sowie zum Schalten des PTT-Eingangs zuständig. Drei Schaltungsbeispiele zeigen mögliche Lösungen für unterschiedliche Ausgangssituationen.

Moderne Transceiver besitzen heutzutage meist eine integrierte Soundkarte und die gesamte Steuerung erfolgt über eine USB-Schnittstelle. Bei diesen Geräten sind keine externen Interfaces für die Digimode-Sendarten mehr erforderlich. Äl-

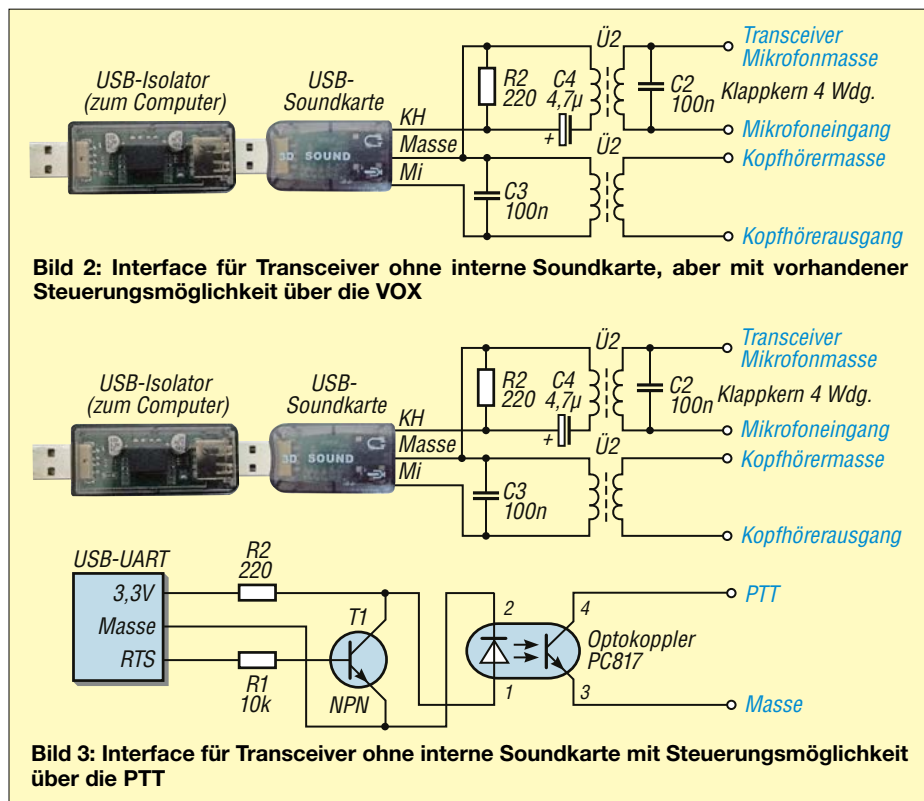
tere Transceiver hingegen haben zwar überwiegend ähnliche Schnittstellen zur Fernsteuerung, eine integrierte Soundkarte fehlt jedoch. Trotzdem sind sie insbesondere für Einsteiger interessant, da sie



Bild 1:
Fertig aufgebautes
Interface nach Bild 3
Fotos: DK1BT

Auch für meinen Minitransceiver benötigte ich eine solche Schnittstelle, um FT8-Betrieb durchführen zu können. Dieses Gerät verfügt über Anschlüsse für Kopfhörer, Mikrofon, PTT und eine UART-

tere Transceiver hingegen haben zwar überwiegend ähnliche Schnittstellen zur Fernsteuerung, eine integrierte Soundkarte fehlt jedoch. Trotzdem sind sie insbesondere für Einsteiger interessant, da sie



Schnittstelle zur Transceiversteuerung. Die Stromversorgung erfolgt vorwiegend aus einem Netzteil. Grundsätzlich lässt sich bereits die in den meisten Computern integrierte Soundkarte für Digimodes nutzen. Doch kleinere Laptops verfügen zwar über einen Kopfhörerausgang, oftmals jedoch nicht über einen Eingang zum Anschluss eines externen Mikrofons. Dieses ist dann in das Gehäuse oder den Displayrahmen integriert, was die direkte Kopplung mit der Funktechnik vereitelt. Hier bietet sich die Verwendung einer USB-Soundkarte an.

Wichtig: Beim Entwurf einer solchen Schaltung ist stets auf die galvanische Trennung aller Verbindungen zwischen Transceiver und Computer zu achten. Im Folgenden beschreibe ich einige Ausgangssituationen und wie sich ein dafür zugeschnittenes Interface bauen lässt. Die Schaltungen sind als Anregung zu verstehen und können nach eigenen Bedürfnissen angepasst werden.

■ USB-Transceiversteuerung, aber keine Soundkarte

Der Yaesu FT-897 beispielsweise besitzt zwar einen USB-Port zur Transceiversteuerung, aber keine interne Soundkarte. Ein Interface, welches diese Funktion ergänzt, zeigt Bild 2. Hier kommt eine USB-Soundkarte zum Einsatz, die über einen USB-Isolator betrieben wird. An deren Kopfhörerausgang liegen 5 V Gleichspannung an. Aus diesem Grund ist der Ausgang mit einem 220-Ω-Widerstand abzuschließen und das NF-Signal über einen Elektrolytkondensator mit 4,7 µF auszukoppeln. Ich stellte im Vorfeld immer wieder fest, dass der Ausgang der USB-Soundkarten nach längerem Betrieb defekt war. Mit dieser Auskopplung scheint das Problem nun behoben zu sein.

Der FT-897 liefert, wie die meisten Transceiver mit externem Audioausgang, an seiner Data-Buchse ein Signal mit $U_{ss} = 100 \text{ mV}$. Leider reicht dieser Pegel nicht aus, um den Mikrofoneingang des Trans-

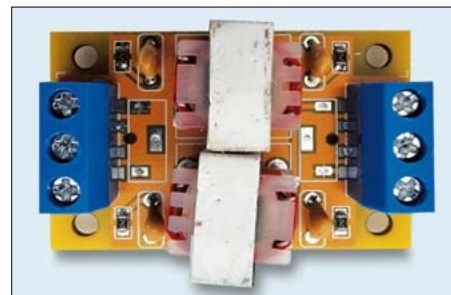
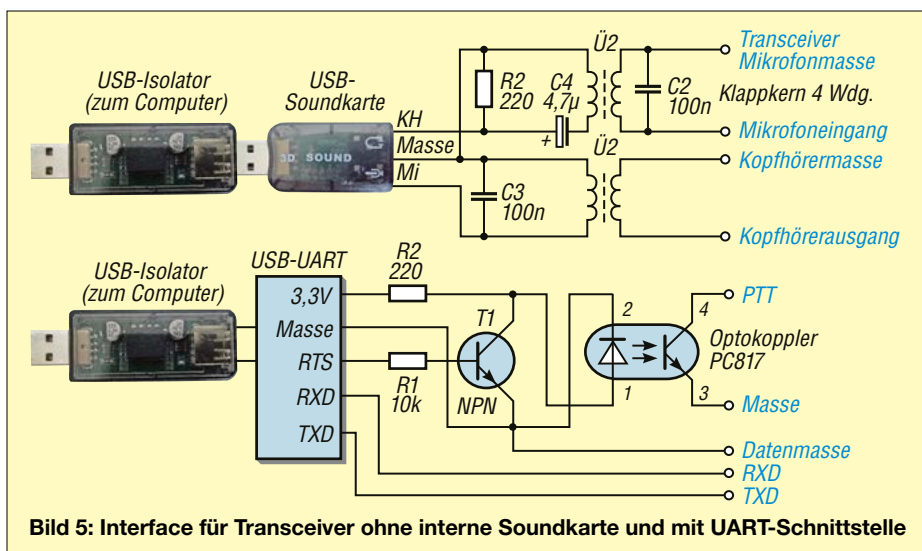


Bild 4: Die bei verschiedenen Online-Händlern erhältlichen Stereo-Audio-Isolatoren dienen als preiswerte NF-Übertrager in den Interfaces.



ceivers anzusteuern. In diesem Fall sollte man dessen Kopfhörerausgang nutzen und einen geeigneten Ausgangspegel einstellen. Die Steuerung der PTT erfolgt über die CAT-Schnittstelle. Für den weitverbreiteten Vorgänger FT-857D gilt das Vorgenannte ebenso, nur dass dieser für die CAT-Steuerung eine serielle Schnittstelle bereitstellt. Ein entsprechendes Kabel, welches auf USB umsetzt, ist im Handel erhältlich.

Weder Soundkarte noch Transceiversteuerung

Mit dem vorstehend beschriebenen Interface kann man den Transceiver unter Nutzung der VOX bereits für Digimodes verwenden. Betriebssicherer ist jedoch die Sende-Empfangs-Umschaltung mittels PTT. In Programmen wie MSHV ist dazu beispielsweise der RTS-Pegel (*Request to send*) der seriellen Schnittstelle des Computers nutzbar. Bild 3 zeigt eine solche Schaltung, bei der ein USB-UART-

Interfacemodul zum Einsatz kommt. Damit wird über den bipolaren NPN-Transistor T1 ein Optokoppler geschaltet, der den PTT-Anschluss des Transceivers tastet. Somit ist gleichzeitig für die galvanische Trennung gesorgt. Diese Schaltung verwende ich auch für meinen Minitransceiver. Eine Transceiversteuerung über die PTT ist gegenüber dem VOX-Betrieb zu bevorzugen, da die bekannten FT8-Programme einen TX-Delay realisieren, der nur bei der Sende-Empfangs-Steuerung über CAT oder die PTT genutzt werden kann. Dieser bewirkt, dass die Umschaltung auf Senden leistungslos vorgenommen werden kann. Bei einer Steuerung über die VOX muss im Unterschied zu Sprachsignalen immer sofort der volle Leistungspegel verarbeitet werden.

Ohne Soundkarte, Transceiversteuerung via UART-Port

Besitzt der Transceiver eine UART-Schnittstelle für seine Steuerung, wird

man diese nutzen. Auch hierbei ist auf eine galvanische Trennung zu achten, was sich am einfachsten über einen zusätzlichen USB-Isolator realisieren lässt. Eine solche Schaltung zeigt Bild 5.

Für den Schaltungsaufbau und die Montage der Komponenten verwendete ich Universalleiterplatten. Von den USB-Isolatoren und den USB-Soundkarten entfernte ich die Kunststoffgehäuse, um den Gesamtaufbau kleiner gestalten zu können. An die USB-Soundkarte lötete ich Drähte für den Mikrofoneingang, den Kopfhörerausgang sowie die Masse an. Abschließend fixierte ich alle Komponenten mit Heißklebstoff auf der Leiterplatte und verdrahtete danach die restliche Schaltung.

Bild 1 zeigt ein fertig aufgebautes Interface nach Bild 3. Die Mikrofonleitung versieht man zur HF-Abblockung zweckmäßigerweise mit Klappferriten. Um nur einen USB-Port des Computers zu belegen, verwende ich einen USB-Hub mit zwei Ports.

Alle benötigten Komponenten sind preisgünstig auf den bekannten Online-Handelsplattformen erhältlich. Bild 4 zeigt eine sehr preisgünstige Leiterplatte mit zwei Überträgern (Stereo-Audio-Isolator). Die darauf befindlichen Überträger habe ich für mein Interface benutzt. Das komplette Modul kann bei ausreichend Platz aber auch in die Schaltung integriert werden. Ich hoffe, damit Anregungen zum Selbstbau von Interfaces gegeben zu haben, mit denen sich älteren Transceivern neues Leben einhauchen lässt oder die den Funktionsumfang von SDR-Minitransceivern erweitern.

Einzigartig

Präzise

Schnell

Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.



Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großes 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
 Telefon +49 (0)4342 90786-0



MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

BATRONIX

Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico

ANTHONY LE CREN – F4GOH

Selbst Einplatinen-Computer im Miniaturformat wie der Raspberry Pi Pico besitzen heutzutage genug Rechenleistung zur Realisierung eines SDR-Empfängers. Das von Jon Dawson stammende Projekt ermöglicht die Demodulation von AM-, FM-, SSB- und CW-Signalen für Frequenzen bis 30 MHz.

Ein SDR-Empfänger, der auf einem Raspberry Pi Pico und einem Tayloe-Detektor oder QSD (engl. *quadrature sampling detector*) basiert, bietet mehrere Vorteile für den Empfang von HF-Signalen. Zum einen ist der verwendete Einplatinen-Computer nicht nur preiswert, sondern besitzt

wenden. Dieses Modul lässt sich, auf ein Steckbrett montiert, leicht in Projekte integrieren. Es müssen nur noch das OLED-Display, der Dreh-Encoder und die beiden Drucktasten verdrahtet werden. Die Steuerung und die Signalverarbeitung können mit einem beliebigen Mikrocontrol-

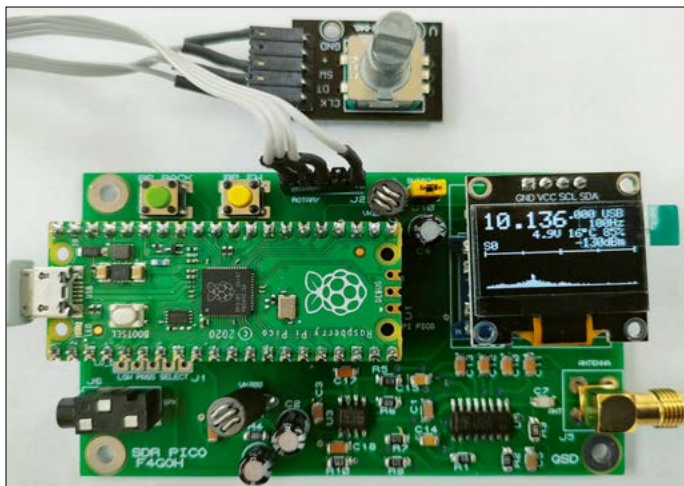


Bild 1:
SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico, hier die kompakte Version auf einer gemeinsamen Leiterplatte

ausreichend Rechenleistung, um die Signale in Echtzeit verarbeiten und digitale Filteralgorithmen ausführen zu können. Zum anderen kommt als Frontend ein Tayloe-Detektor zum Einsatz, der wie ein Direktmischer funktioniert, indem er die Signale in Quadratur abtastet. Dies vereinfacht die Hardwarearchitektur, ermöglicht aber trotzdem die Demodulation von FM, AM-, SSB- und CW-Signalen. Nachfolgend wird der Selbstbau eines darauf basierenden, kostengünstigen Empfängers beschrieben.

■ Zwei Leiterplattenversionen

Das Projekt wurde ursprünglich von Jon Dawson ins Leben gerufen. Er bietet auf [1] einen Aufbau mit schaltbaren Bandpassfiltern an. Die Bestückung der Originalplatine ist zwar nicht sehr kompakt, kann aber Lötanfängern aufgrund der Verwendung von SMD-Bauteilen der Bauform 0805 Schwierigkeiten bereiten. Ich habe es vorgezogen, bei meiner ersten Platinenversion für das QSD-Modul SMD-Bauteile der Form 1206 zu ver-

ler erfolgen. Die heutzutage angebotenen Modelle bringen in der Regel genug Rechenleistung mit, um FM-, AM- und SSB-Signale in die NF-Ebene umzusetzen. Der zweite Platinenentwurf vereint das QSD-Modul und den steuernden Raspberry Pi Pico. Diese Variante ist besonders für jene Nachbauer geeignet, die den Aufbau in einem Gehäuse unterbringen möchten. Auf die in diesem Fall größere QSD-Platine lassen sich das Mikrocontroller-Modul und das OLED-Display aufstecken, was eine separate Verdrahtung erspart. Unterhalb des OLED-Displays befindet sich ein ursprünglich zum Laden von Lithium-Akkumulatorzellen vorgesehenes TP4056-Modul. Es ist für eine feste Ausgangsspannung von 4,2 V ausgelegt, doch bei dessen Einsatz entfällt die Notwendigkeit, stabilisierte 5 V zuzuführen. Der

Versorgungsspannungsbereich reicht von 4,5 V bis 6 V.

Als Oszillator zur Erzeugung der um 90° versetzten Steuersignale für den QSD nutze ich nicht den in solchen Fällen häufig verwendeten Si5351. Dies ist nicht erforderlich, da der Raspberry Pi Pico diese Quadraturtakte selbst erzeugen kann.

Der auf dem QSD-Modul eingesetzte 4:1-Analog-Multiplexer 74CBTLV3253 bietet zusammen mit dem nachgeschalteten Zweifach-Operationsverstärker ein für den Experimentalaufbau gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Ich nutze statt des MCP6022 einen NE5532. Jon verwendet den leistungstärkeren OPV TC6227, siehe [2] und [3], der jedoch die Kosten für den Aufbau verdoppelt.

Das am Ausgang GP21 abgegebene NF-Signal steht durch R4 und C12 gefiltert an der Buchse J6 zur Verfügung. Demodulierte Sprachsignale lassen sich bereits nach dem Anstecken eines Smartphone-Kopfhörers wiedergeben. Die Ausgangsleistung reicht jedoch nicht zur Ansteuerung eines Lautsprechers aus. In diesem Fall ist ein zusätzliches Audio-Verstärkermodule erforderlich.

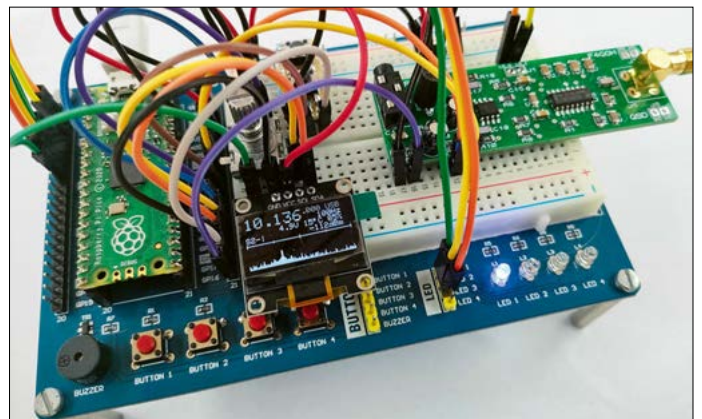


Bild 2:
Ein Steckbrett-aufbau ist in der Entwicklungsphase günstiger.

Drei an J1 herausgeführte Logikausgänge sind zum Schalten von Bandpassfiltern vorgesehen, die den Empfängereingang entlasten sollen. Deren Aufbau beschreibe ich in einem späteren Beitrag.

■ Aufbau und Programmierung

Die Platinendateien im Gerber-Format sind auf [4] verfügbar. Der Aufbau sollte problemlos gelingen, wenn man bei der Bestückung mit den SMD-Bauteilen beginnt. Vor dem Anschließen der Versorgungsspannung und dem Aufstecken der anderen Module ist zu überprüfen, ob der 3,3-V-Anschluss einen unbeabsichtigten Kurzschluss aufweist. Nur wenn dies nicht der Fall ist, werden der Mikrocontroller und das OLED-Display über Buchsenleisten aufgesteckt. Abschließend schließt man den Dreh-Encoder an.

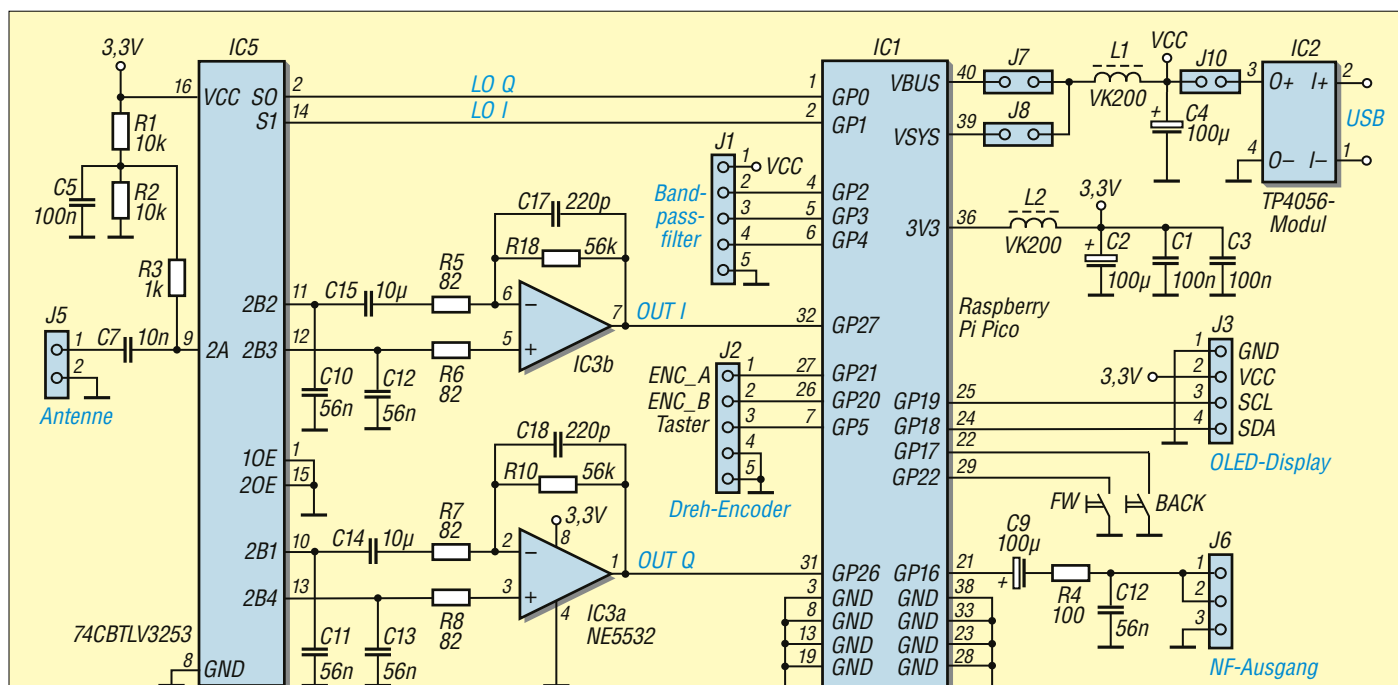


Bild 3: Schaltung des SDR-Empfängers mit einem Tayloe-Detektor und einem Raspberry Pi Pico

Die Programmierung des Raspberry Pi Pico ist sehr einfach, da es nicht erforderlich ist, den Quelltext zu kompilieren. Jon Dawson stellt die UF2-Dateien für den Raspberry Pi Pico und den Raspberry Pi Pico 2 zur Verfügung. Drücken Sie lediglich nach dem Anschließen des Raspberry Pi an einen PC während des Einschaltens die Taste *Bootsel*.

Nach der automatischen Treiberinstallation öffnet sich das Fenster *RPI-RP2*. Die „Programmierung“ erfolgt, indem man die entsprechende UF2-Datei in dieses Fenster zieht. Für den Raspberry Pi Pico ist es die Datei *picorx.uf2* und für den Raspberry Pi Pico 2 die *pico2rx.uf2*.

Sobald der Mikrocontroller programmiert ist, werden nach dem Einschalten die Grundparameter auf dem Display angezeigt. Mit diesem einfachen Test lässt sich die korrekte Funktion des Mikrocontrollers überprüfen, selbst wenn dieser noch nicht mit der QSD-Platine verbunden ist.

■ Bedienung und Einstellungen

Die Bedienung des Empfängers ist intuitiv. Durch Betätigung der Taste *FW* gelangt man in die verschiedenen Menüs. Die Taste *BACK* führt jeweils eine Ebene zurück.

Derzeit verfügbar sind u. a. folgende Einstellungen: Empfangsfrequenz (0 MHz bis 30 MHz), Schrittweite, Lautstärke (0 bis 9), Sendart (AM, FM, SSB, CW), AGC-Geschwindigkeit, Squelch (S0 bis S9 + 30 dB), Auto-Notch (ein/aus), IQ-Korrektur und CW-Ablage. Darüber hinaus lassen sich einzelne Frequenzen oder

Bandbereiche in einen der 512 Speicher ablegen und wieder abrufen, ein De-Emphasis-Filter zuschalten und die Bandbreite in drei Stufen einstellen. Außerdem kann man Bandgrenzen vorgeben. Der Bandwechsel ist durch den Abruf einer zuvor abgelegten Einstellung möglich.

Jeff Teste, F5BCB, der den Aufbau durchgeführt und an den Tests teilgenommen hat, wies mich darauf hin, dass es notwendig sei, im Menü unter *HW Config* den *Regulator Mode* auf *FM* und nicht auf *PWM* einzustellen. Dadurch würde das Rauschen am NF-Ausgang begrenzt. Es ist möglich, die im Speicher vorgegebenen Frequenzen zu aktualisieren. Jon Dawson stellt dafür ein Python-Skript zur Verfügung, mit dem diese Änderung vorgenommen werden kann [1].

■ Ergebnisse

Ich habe FT8-Signale decodiert und SSB-Verbindungen verfolgt. Die Ergebnisse sind im Hinblick auf die niedrigen Selbstbaukosten ziemlich gut. Mir steht nun ein

Funkempfänger zur Verfügung, der den Stand-alone-Betrieb ermöglicht, nur 10 € an Material gekostet hat und selbst gebaut wurde.

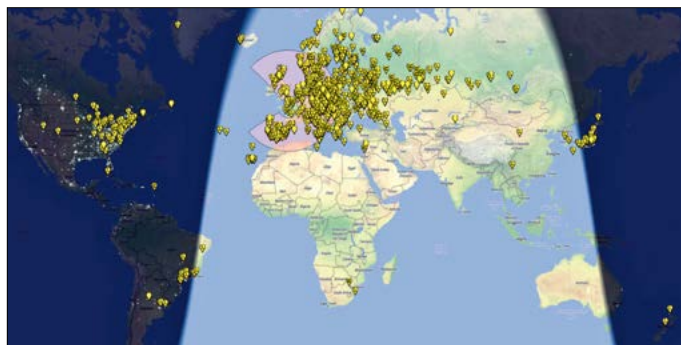
Ich kann mich nicht erinnern, einen Aufbau gesehen zu haben, der wesentlich praktischer zu verwenden ist als einer mit dem integrierten Schaltkreis Si4732, den Quansheng in die Handfunkgeräte UV-K6 einbaut. Natürlich ist die Empfangsqualität nicht mit der eines kommerziellen, meist wesentlich teureren Transceivers vergleichbar. Doch Jon Dawson hat ein Gerät entworfen, das sich erweitern lässt und für Lernzwecke gut geeignet ist.

f4goh@sfr.fr

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Dawsonjon: PicoRX. <https://github.com/dawsonjon/PicoRX>
- [2] 101 Things: Pi-PicoRX – Breadboard Version. https://101-things.readthedocs.io/en/latest/breadboard_radio.html
- [3] 101 Things: Pi-PicoRX – A crystal radio for the digital age? https://101-things.readthedocs.io/en/latest/radio_receiver.html
- [4] Le Cren, F4GOH: SDR-Pico. <https://github.com/f4goh/sdr-pico>

Bild 4: Grafische Darstellung der in FT8 auf dem 17-m-Band empfangenen Stationen
Fotos und Screenshot: F4GOH



LED-Lichtorgel mit sieben Farbkanälen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Sogenannte Lichtorgeln gibt es seit den 1970er-Jahren. Sie setzen das zugeführte NF-Signalmisch in Lichteffekte um, die beispielsweise zur optischen Untermalung von Musik dienen. Im Beitrag wird eine Variante vorgestellt, die sieben LEDs mit unterschiedlichen Farben nutzt.

Lichtorgeln zerlegen das Tonsignal in mehrere Frequenzbereiche. Mit den so gewonnenen Signalkomponenten lassen sich beispielsweise Glühlampen ansteuern, deren Helligkeit vom betreffenden Tonpegel abhängt. Für die heimische Musikanlage genügen bereits leistungsstarke LEDs, die es heutzutage in unterschiedlichen Farben gibt.

dargestellt. Am Eingang befindet sich ein als Anti-Aliasing-Filter wirkendes Tiefpassfilter. Es minimiert bei der nachfolgenden Abtastung aufgrund des Alias-Effekts auftretende Fehler. Sieben Bandpassfilter zerlegen das Frequenzgemisch. Die folgenden Spitzenwertdetektoren geben das Signal nur zum Multiplexer weiter, wenn der Pegel einen Mindestwert

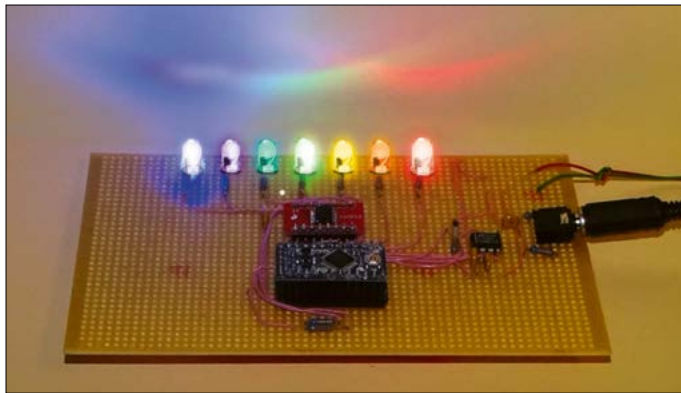


Bild 1: Bei diesem Versuchsaufbau der Lichtorgel werden die Lichtkegel von sieben LEDs an die dahinter liegende Wand projiziert.

Foto: Sander

Schaltung

Im Jahr 2004 kam der Grafik-Equalizer MSGEQ7 von *Mixed Signal Integration* auf den Markt. Dieser auch heutzutage noch produzierte Schaltkreis wertet das zugeführte Audiosignal in sieben Frequenzbereichen aus und dient vorwiegend zur Darstellung eines NF-Spektrums auf einem Grafikdisplay. Er lässt sich aber auch gut für eine Lichtorgel einsetzen [1].

In Bild 5 ist deren Schaltung dargestellt. Das analoge Mono- oder Stereo-Audiosignal wird über den Steckverbinder X2 zugeführt. Der MSGEQ7 arbeitet als Spektrumanalysator mit sieben Frequenzbereichen, Bild 3. In Bild 2 ist das Blockschaltbild mit zwei Auswertezweigen

erreicht hat. Am Ausgang des Multiplexers liegen nacheinander die den Frequenzen zugeordneten Analogpegel.

Durch einen Reset und den ersten Strobe-Impuls wird die Übertragung mit dem 63 Hz zugeordneten Pegel gestartet, siehe Bild 4. Während der Low-Phasen der Strobe-Impulsfolge werden nacheinander die den anderen Frequenzen zugehörigen Pegel ausgegeben. Jeder neue Durchlauf sollte mit einem Reset starten, um die Zuordnung der seriell ausgegebenen Pegel zu den Frequenzen auch bei eventuellen Übertragungsfehlern beizubehalten.

Die Steuerung des MSGEQ7 erfolgt über die Eingänge *Reset* und *Strobe* vom Mikrocontroller aus. Die Ausgangswerte des

MSGEQ7 werden über den A/D-Umsetzereingang ADC0 vom Mikrocontroller eingelesen. Nach der Verarbeitung der Signale sind sieben LEDs anzusteuern, die den jeweiligen Frequenzbereichen zugeordnet sind.

Dafür verwende ich den LED-Treiber-schaltkreis IC3, einen TLC59208FIPWR. Dessen Steuerung erfolgt durch den Mikrocontroller über die Leitungen SCL und SDA des I²C-Busses. Aus den sequenziell vom Equalizer-IC erhaltenen Pegelwerten berechnet der Mikrocontroller für jeden Frequenzbereich einen 8-Bit-Wert, den er zum LED-Treiber-IC überträgt. Dieser steuert mittels Pulsweitenmodulation die Helligkeit der angeschlossenen LEDs.

Der TLC59208FIPWR verfügt über acht Ausgänge. Hier werden jedoch wegen der sieben Frequenzbereiche des MSGEQ7

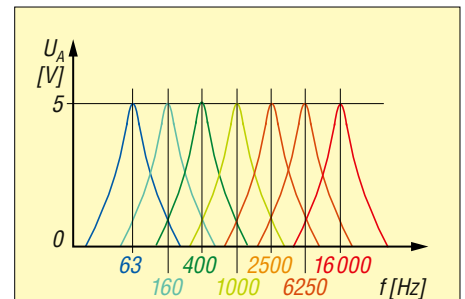


Bild 3: Frequenzbereiche der sieben Bandpassfilter im MSGEQ7

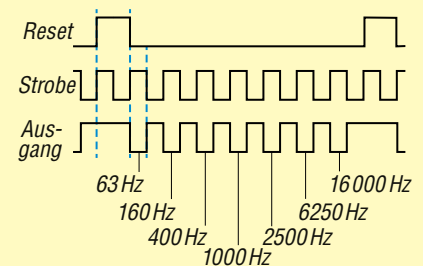


Bild 4: Abfolge der Steuerimpulse und des Ausgangssignals beim MSGEQ7

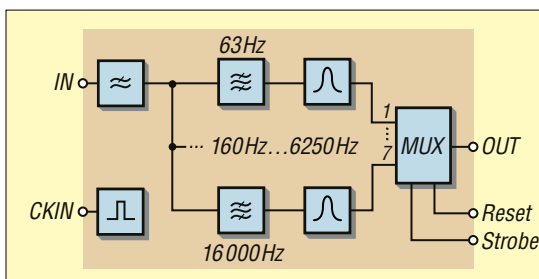


Bild 2: Blockschaltbild des MSGEQ7, der insgesamt sieben Bandpassfilter und Spitzenwertdetektoren enthält; deren analoge Pegel schaltet der Multiplexer nacheinander an den Ausgangsanschluss OUT.

nicht alle genutzt. OUT6 ist der niedrigsten Frequenz zugeordnet, OUT0 der höchsten. Die sieben LEDs sind an den Steckverbinder X3 anzuschließen. An diesem stehen außerdem 5 V und GND für den gemeinsamen Anschluss aller LEDs zur Verfügung. An jeden Ausgang lässt sich eine LED mit maximal 50 mA Flussstrom anschließen.

Als Versorgungsspannung für die Lichtorgel sind an den Anschluss X4 7 V bis 12 V anzulegen. Da alle drei Schaltkreise jedoch eine Betriebsspannung von 5 V benötigen, habe ich den linearen Spannungsregler IC4 eingebaut. Der verwendete TS1117BCW-5.0 erlaubt einen Ausgangsstrom bis 1 A. Als Spannungsquelle

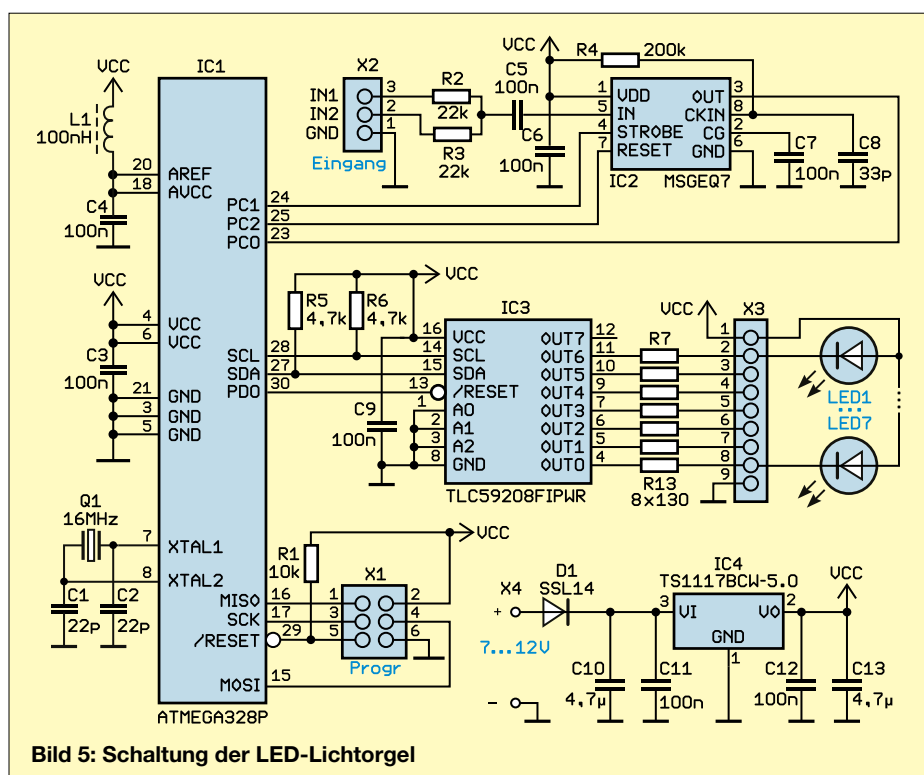


Bild 5: Schaltung der LED-Lichtorgel

ist ein handelsübliches Steckernetzteil einsetzbar, wenn dieses im Hinblick auf die maximal $7 \times 50 \text{ mA}$ Ausgangsstrom des LED-Treibers für mindestens $0,5 \text{ A}$ ausgelegt ist.

Als Mikrocontroller IC1 nutze ich den ATmega328P. Eine ausreichend schnelle Signalverarbeitung ist bereits bei der Taktung mit 16 MHz möglich. Dem analogen Betriebsspannungsanschluss AVCC und dem Eingang für die Referenzspannung AREF ist das Tiefpassfilter mit L1 und C4 vorgeschaltet. Es dämpft Störungen, die aus dem Digitalteil des Mikrocontrollers auf die 5-V-Leitung gelangen.

■ Firmware

Die Firmware für den Mikrocontroller ATmega328P habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Nach dem Einschalten der Lichtorgel wird der MSGEQ7 über die Eingänge *Reset* und *Strobe* gestartet. Zur Einstellung der Abtastrate dient ein Timer des Mikrocontrollers.

Die Strobe-Impulse haben einen Abstand von $100\text{ }\mu\text{s}$. Wenn der Pegel der Strobe-Impulsfolge auf Low liegt, wird der vom MSGEQ7 ausgegebene Wert mithilfe des im Mikrocontroller integrierten A/D-Umsetzers eingelesen und digitalisiert. Gleichzeitig zählt der Mikrocontroller die ausgegebenen Strobe-Impulse. Sobald der Wert 7 erreicht ist, wird beim nächsten Impuls auf 1 zurückgestellt und ein Reset zum MSGEQ7 ausgegeben. Damit ist die in Bild 4 dargestellte Zuordnung der ein-

gelesenen Signale zu den Frequenzbereichen gewährleistet.

Nach dem Einlesen der sieben Pegelwerte und der Berechnung der 8-Bit-Werte steuert der Mikrocontroller den LED-Treiber TLC59208FIPWR über den I²C-Bus an. Für jede LED wird ein Byte übertragen. Der LED-Treiber erzeugt zur Helligkeitssteuerung aus jedem Byte ein in 256 Stufen einstellbares PWM-Signal.

■ Nachbau

Für den einfachen Nachbau der Lichtorgel habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateur.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage ist die Platine bei [2] einzeln oder als Bausatz zur Selbstbestückung mit programmiertem Mikrocontroller erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Der Bestückungsplan ist in Bild 6 dargestellt. Den Schaltkreis MSGEQ7 gibt es

nur in der achtpoligen DIP-Bauform, den LED-Treiber TLC59208FIPWR nur in der SMD-Bauform. Deshalb kommen, bis auf IC2, die Stiftleisten und die Schraubklemme, SMD-Bauelemente zum Einsatz. Hinweise zur Bestückung sind in [3] enthalten. Beim LED-Treiber IC3 sollte man aufgrund des geringen Pinabstands besondere Sorgfalt walten lassen.

Die sieben LEDs sind extern über Drähte anzuschließen. Damit ihre Lichtkegel möglichst gut sichtbar sind, sollten sie nach oben und auf eine helle Wand gerichtet sein. Ob man den Abstand ausreichend groß wählt, um die einzelnen Farbkegel erkennen zu können, oder zum selben Zweck die LEDs in einem Halbkreis anordnet, ist jedem selbst überlassen.

Es lassen sich auch LEDs mit unterschiedlichen Strahlungswinkeln kombinieren. Die LED1 ist dem niedrigsten Bereich mit Frequenzen um 63 Hz und die LED7 dem höchsten Bereich mit Frequenzen um 16 kHz zugeordnet, LED2 bis LED6 folgen den dazwischenliegenden.

Da es heutzutage nicht nur LEDs in den Farben Rot, Grün und Blau gibt, kann man zwischen den in den Grundfarben leuchtenden auch solche in Orange, Gelb, Blaugrün und Violett anordnen.

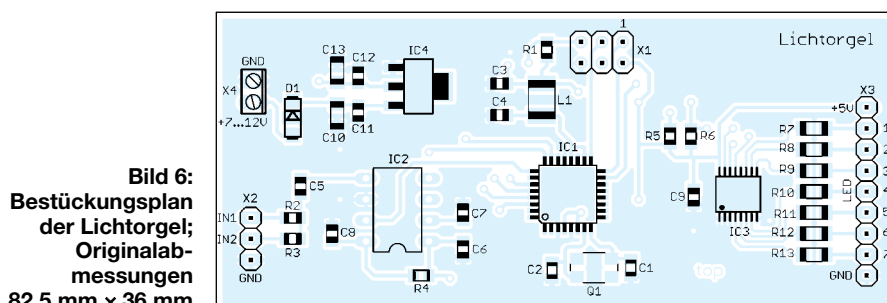
Die für den Audioeingang X2 verwendete Buchse ist entsprechend der Audioquelle zu wählen und in das Kunststoffgehäuse der Lichtorgel einzubauen.

Es lässt sich sowohl ein Stereo- als auch ein Monosignal zur Ansteuerung nutzen. Die Lichtorgel kann bei Bedarf auch zweimal aufgebaut werden und zur getrennten optischen Untermalung des rechten und des linken Kanals eines Stereosignals dienen.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Lichtorgel mit sieben Farbkanälen und Zusatzeffekten. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 5, S. 422–424
- [2] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024), H. 11, S.868–871
- [4] Sander, K.: Die bessere Lichtorgel: Wellen-Lichteffekt. FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 12, S. 1236–1237



**Bild 6:
Bestückungsplan
der Lichtorgel;
Originalab-
messungen
82,5 mm x 36 mm**

Aufbau eines virtuellen privaten Netzwerks mit WireGuard

HARALD ZISLER – DL6RAL

Wer von außerhalb einen sicheren Zugriff auf die Geräte und Daten eines lokalen Computernetzwerks benötigt, kommt um die Einrichtung eines virtuellen privaten Netzwerks (VPN), das sowohl Daten verschlüsselt als auch die IP-Adressen der Endgeräte maskiert, nicht herum. Eine Möglichkeit, dies zu realisieren, liegt in der Nutzung von WireGuard.

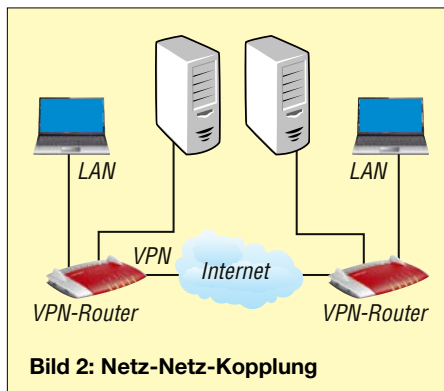
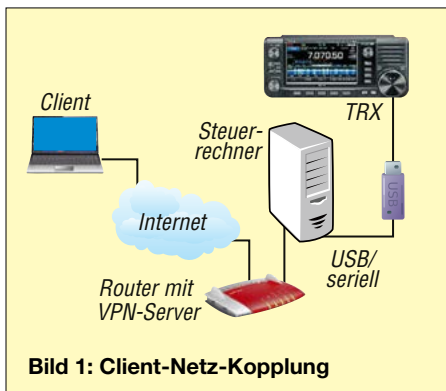
Die VPN-Technik (*Virtual Private Network*) eröffnet ihren Nutzern eine große Bandbreite an Möglichkeiten. Beispielsweise den Angestellten eines Unternehmens die Option, zu Hause arbeiten zu können, weil sie von dort Zugriff auf das

besteht dabei nicht. Vielmehr übernimmt das Internet als vermittelnde Instanz den Transport der Datenpakete zwischen den Endpunkten. Allerdings geht damit die Problematik einher, dass die Geschwindigkeit, mit der dies erfolgt, auch von der

teils völlig ausreichend. Somit ist es auch möglich, aus dem Urlaub auf den heimischen Stationstransceiver zuzugreifen. Je nach Modell benötigt dieser entweder einen Computer zur Ansteuerung oder verfügt bereits über eine eigene Netzwerkschnittstelle.

Hinweis: Manche Tutorials im Internet beschreiben, wie man am DSL-Router bestimmte Portfreigaben einrichtet und das Funkgerät somit praktisch ohne Zugriffsschutz bereitstellt. Das ist gemäß §13a der Amateurfunkverordnung (AFuV) hierzulande nicht nur verboten, es widerspricht auch dem Ham-Spirit, wenn die Remote-Funkstelle unautorisiert genutzt werden kann.

Vernetzt man die LANs zweier oder mehrerer Standorte miteinander, spricht man von einer Netz-Netz-Kopplung, Bild 2. Abhängig von den Anwendungen und dem dabei bewegten Datenvolumen müssen die Internetzugänge die entsprechende Leistungsfähigkeit aufweisen.



Firmennetzwerk haben. Aber auch Fernwartung und Fernwirken sind möglich, so etwa die Abfrage und Steuerung von Gebäudetechnik. Auch Funkamateure nutzen VPN, beispielsweise um Remote-Betrieb mit ihrem Stationstransceiver durchzuführen.

Wer ein VPN verwendet, ist also meist räumlich über weite Strecken von den Geräten getrennt, auf die er Zugriff hat. Eine direkte physikalische Verbindung wie in einem LAN (*Local Area Network*)

Qualität der Verbindung bestimmt wird. Latenzen gleich welcher Ausprägung gehören leider noch zur VPN-Arbeit dazu.

Kopplungsarten

Greift ein Anwender über einen einzelnen Computer oder ein anderes Endgerät wie ein Smartphone von außen beispielsweise auf das Heimnetzwerk zu, spricht man von einer Client-Netz-Kopplung, Bild 1. Hierfür ist die heutige Bandbreite der privat genutzten Internetzugänge größten-

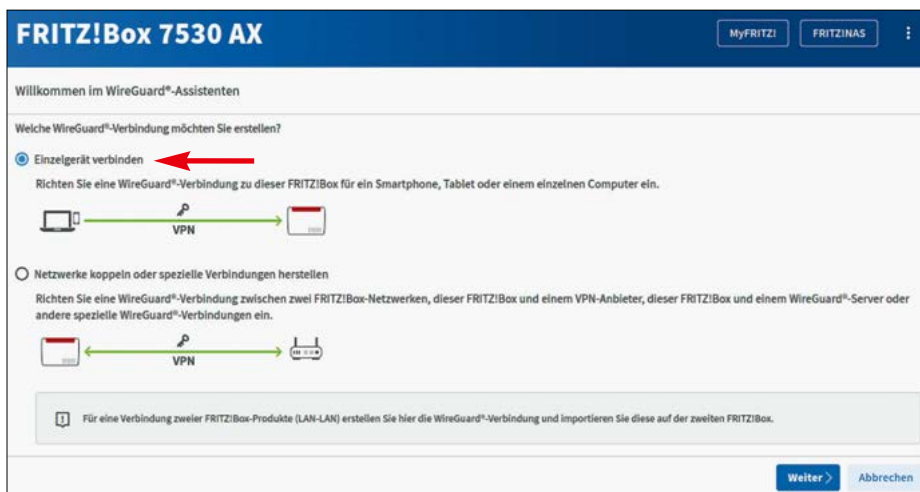
WireGuard

Im Gegensatz zu *Internet Protocol Security (IPSec)* und *OpenVPN* verwendet *WireGuard* [1] für die Datenübertragung das UDP (*User Datagram Protocol*) anstelle des TCP (*Transmission Control Protocol*). Es ist open source und unterliegt der Lizenz GNU GPLv2. In Linux und diversen BSDs (*Berkeley Software Distribution*) wird es als Kernel-Modul integriert. Dadurch erzielt man eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit bei gleichzeitig niedriger Systembelastung.

Das Softwarepaket von WireGuard ist auf [2] für Linux, Microsoft Windows, macOS, iOS und Android verfügbar. Für die Steuerung nutzen Linux und die BSDs die *wireguard-tools*, für Android gibt es *wireguard-android*. Microsoft-Windows-Anwender installieren *wireguard-windows* und für macOS sowie iOS verwendet man *wireguard-apple*. Moderne Router-Betriebssysteme wie OpenWRT und FritzOS von AVM haben die notwendige Software bereits an Bord.

WireGuard-VPN einrichten

Wichtig: Die IP-Adressen des Einzelgeräts (Client) bzw. des DSL-Routers am entfernten Ort und die der Fritz-Box, auf die zugegriffen wird, müssen unterschiedlich sein. Dies erreicht man beispielsweise durch Änderung des dritten Quads der IP-Adresse. So bekommt das Netzwerk des zugreifenden Clients die IP-Adresse 192.168.10.0/24 zugeteilt, die Fritz-Box, auf die zugegriffen wird, hingegen die 192.168.20.0/24. Diese IP-Adressen be-



Screenshots: DL6RAL

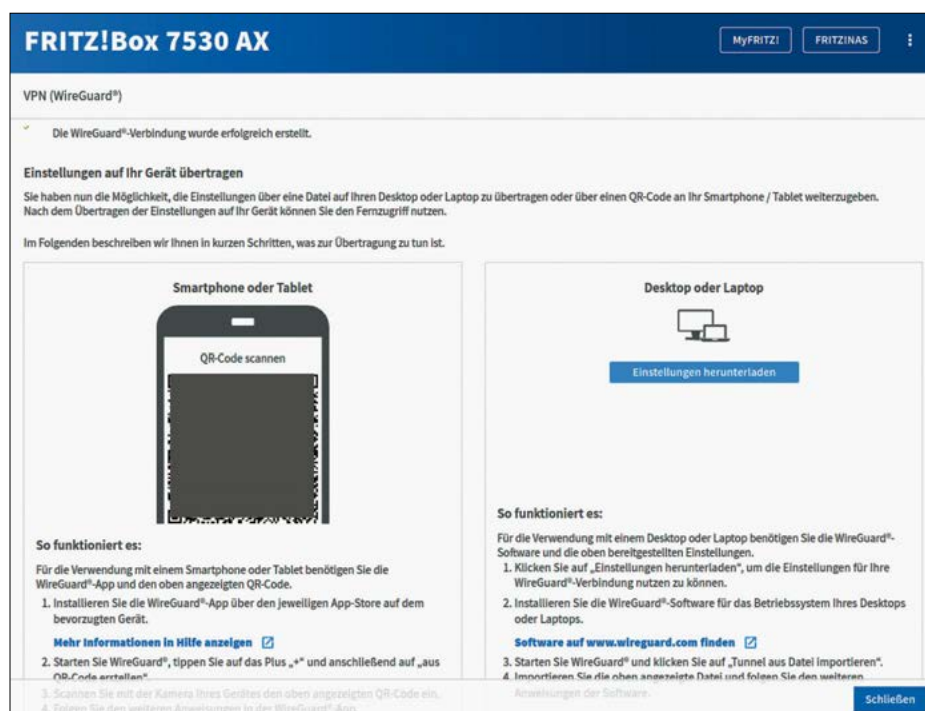


Bild 4: Download-Möglichkeiten der Konfigurationsdatei für den Client

zeichnen jeweils das lokale Netzwerk, welches vom Remote-DSL-Router bzw. der Fritz-Box intern verwaltet wird. Die an die IP-Adresse angehängte /24 ist ein Hinweis darauf, dass die ersten 24 Bit (z. B. 192.168.20.) das Netzwerk definieren. Das letzte Quad (hier 0) dient zur Kennzeichnung der Hostadressen. Wichtig: Die 0 (wie auch die 255) wird üblicherweise nicht vergeben, da die 0 das Netzwerk kennzeichnet und die 255 als sogenannte Broadcast-Adresse Verwendung findet. Die erste zu vergebende Ziffer in diesem Class-C-Netz ist somit die 1, welche für gewöhnlich dem Netzwerkrouter zugeteilt wird, die letzte die 254. Hinweis: Mit der FritzOS-Version 8.0 lassen sich nun auch IPv6-Daten über einen Wireguard-Tunnel übertragen [3]. Nach außen, also für das Internet, erscheinen der Remote-DSL-Router und die Fritz-Box unter einer IP-Adresse, die vom Provider zugeteilt wird. Diese ist in der Regel nicht statisch, weshalb für die Fritz-Box die Nutzung eines DynDNS-Dienstes oder des von AVM angebotenen Service erforderlich ist. In letzterem Fall muss die Fritz-Box dort vorher registriert werden [4].

Die Einrichtung ist vergleichsweise einfach. Nach der Anmeldung auf der Fritz-Box gelangt man über *Internet* → *Freigaben* → *VPN (WireGuard)* auf die entsprechende Konfigurationsseite. Hier klickt man auf *Verbindung hinzufügen*, um die VPN-Einrichtung zu beginnen.

Zuerst ist festzulegen, ob ein einzelnes Gerät oder zwei Netzwerke per VPN mit-

einander verbunden werden sollen. Im Beispiel in Bild 3 wurde *Einzelgerät* gewählt.

Durch Klick auf *Weiter* gelangt man zur nächsten Menüseite. Hier ist ein Name für die Verbindung einzugeben und dann auf *Fertigstellen* zu klicken.

Terminalbefehle zur WireGuard-VPN-Steuerung

Aktion	Befehl
Starten	<code>sudo wg-quick up wg-client1</code>
Kontrolle	<code>sudo wg show</code>
Beenden	<code>sudo wg-quick down wg-client1</code>

Anschließend fordert das System der Fritz-Box eine Bestätigung dieser Konfiguration an. Danach ist die Konfigurationsdatei für den Client entweder herunterzuladen oder mittels Smartphone-Kamera innerhalb der *WireGuard-App* einzulesen, Bild 4. In den nachfolgenden Beispielen trägt diese Datei den Namen *wg-client1.conf*. Nach dem Klick auf

Schließen wird die soeben erstellte Verbindung angezeigt, Bild 5.

Die Konfigurationsdatei *wg-client1.conf* des Clients hat folgenden Aufbau und Inhalt:

[Interface]

PrivateKey = SCHLÜSSEL=

Address = 192.168.20.231/24

DNS = 192.168.20.1

DNS = fritz.box

[Peer]

PublicKey = SCHLÜSSEL=

PresharedKey = SCHLÜSSEL=

AllowedIPs = 192.168.20.0/24,0.0.0.0/0

Endpoint = NAMENAME.myfritz.net:53126

PersistentKeepalive = 25

Client-Installation unter Linux

Mithilfe eines sogenannten *Paketmanagers* installiert man die Pakete *wireguard*, *wireguard-tools* und ggf. *resolvconf*. Die von der Fritz-Box heruntergeladene Konfigurationsdatei (hier *wg-client1.conf*) wird unter Root-Rechten nach */etc/wireguard* verschoben.

Mittels der in der Tabelle aufgeführten Terminalbefehle lässt sich das VPN nun starten, kontrollieren und wieder beenden.

Die Verbindung wird durch den Namen der Konfigurationsdatei (jedoch ohne *.conf*) gekennzeichnet. Um Zugriff auf mehrere Netze (VPN-Server) zu erhalten, sind jeweils entsprechende Konfigurationsdateien anzulegen. Nach dem Start lässt sich prüfen, ob die VPN-Anbindung besteht, so beispielsweise mittels des Befehls *ping* auf die IP-Adresse eines Computers des Ziel-Netzwerks.

Etwas bequemer lassen sich die vorgenannten Schritte mittels eines Shellskripts ausführen. Für dessen Darstellung in Form eines Benutzermenüs ist noch die Installation von *smenu* erforderlich.

Wer das Shellskript nicht von Hand abtippen möchte, findet es als Ergänzung zum Beitrag unter dem Dateinamen *heim.sh*

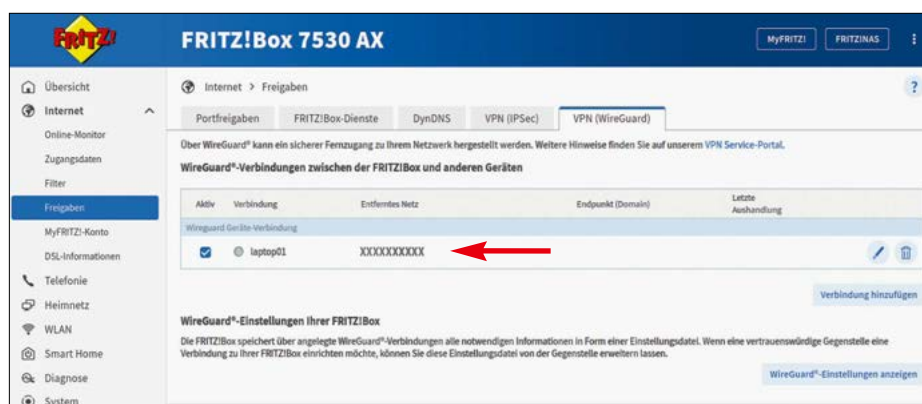


Bild 5: Anzeige der erstellten Verbindung im Freigabe-Fenster der Fritz-Box 7530 AX

Shellskript zum Aufbau einer Verbindung am Client

```
#!/bin/bash
while true;
do
clear
echo "Verbindungssteuerung VPN"
aktion=$(echo „Start Anzeigen
Ende“ | smenu)
if [ "$aktion" = "Ende" ];
then
echo "Verbindung beenden"
wg-quick down wg-client1
exit
elif [ "$aktion" = "Anzeigen" ];
then
wg show
read -p "Weiter [ENTER]" we
elif [ "$aktion" = "Start" ];
then
echo "Verbindung aufbauen"
wg-quick up wg-client1
read -p "Weiter [ENTER]" we
fi
done
```

im Download-Bereich auf www.funkamateur.de. Nach dem Herunterladen ist es – abhängig von der Linux-Distribution – nach `/usr/sbin` oder `/usr/local/sbin` zu kopieren und anschließend mittels des Befehls `sudo chmod 750 heim.sh` ausführbar zu machen. Der Start erfolgt durch Aufruf von `heim.sh`.

Praxiseinsatz

Nach dem Aufruf des Shellskripts wird ein Menü angezeigt, in welchem man mit den Pfeiltasten ← und → navigieren kann, Bild 6. Mit der Enter-Taste wird die jeweilige Auswahl bestätigt. Seit geraumer Zeit ist auch das Programm *Wireguard* [5] erhältlich, mit dem sich der WireGuard-Client per Maus steuern lässt, Bild 7. Es steht als Debian-Paket für viele Linux-Distributionen und als Quelltext zum Kompilieren zur Verfügung. Nach dem Programmaufruf ist das Systemverwalterkennwort einzugeben und

```
Verbindungssteuerung VPN
Start Anzeigen Ende
Verbindung aufbauen
[#] ip link add wg-client1 type wireguard
[#] wg setconf wg-client1 /dev/fd/63
[#] ip -4 address add xxxxxxxxxxxxxxxx dev wg-client1
[#] ip link set mtu 1420 up dev wg-client1
[#] resolvconf -a tun.wg-client1 -m 0 -x
[#] wg set wg-client1 fwmark 51820
[#] ip -4 route add 0.0.0.0/0 dev wg-client1 table 51820
[#] ip -4 rule add not fwmark 51820 table 51820
[#] ip -4 rule add table main suppress prefixlength 0
[#] sysctl -q net.ipv4.conf.all.src_valid_mark=1
[#] nft -f /dev/fd/63
Weiter [ENTER]
```

Bild 7: WireGuard-Client-Steuerung mit *Wireguard*; sicherheitsrelevante Angaben wurden unkenntlich gemacht.



bei der gewünschten Verbindung auf *Activate* zu klicken. Mit *Deactivate* trennt man die VPN-Verbindung. Wichtig: Klicken Sie nur auf *Edit*, wenn Sie genau wissen, was Sie tun! Sie können andernfalls die Client-Konfigurationsdatei unbrauchbar machen. Bild 8 zeigt die laufende Verbindung.

Verbindungskontrolle

Am Client-Computer ist die Kontrolle recht einfach. Solange in der Terminalausgabe bzw. in *Wireguard* keine Fehlermeldungen angezeigt werden, funktioniert das VPN. In der Fritz-Box gibt es gleich mehrere Möglichkeiten zu prüfen, ob sich der von außen zugreifende Computer gerade im eigenen Netz befindet, Bild 9.

Hilfreiche Software

Um einen auf diesem Weg verbundenen Microsoft-Windows-Rechner fernzusteuern, nutzt man am besten den *Remote-Desktop* (RDP). Voraussetzung ist, dass die Windows-Version des fernzusteuerten Computers dieses Programm unterstützt. Der Fernzugriff wird unter den *Erweiterten Systemeinstellungen* konfiguriert.

In der Karteikarte *Remote* sind sowohl die *Remoteunterstützung* als auch *Remote-Verbindungen* zuzulassen. Am Client-Computer ruft man die Anwendung *Remote-Desktopverbindung* auf und gibt die Verbindungsdaten für jeden fernzusteuerten Computer ein.

Auch für Android und iOS sind entsprechende Client-Anwendungen verfügbar.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von *VNC-Server* bzw. eine seiner Weiterentwicklungen.

Bei Linux-Computern erfolgt der Zugriff beispielsweise mittels der Client-Server-Anwendung *Xrdp*. Um auf der grafischen Benutzeroberfläche eines entfernten Linux-Computers zu arbeiten, nutzt man am einfachsten *X2Go*. Hierzu ist auf dem zu steuernden Rechner das Paket *x2go-server* und am steuernden Rechner *x2go-client* zu installieren. Client-Programme gibt es auch für Microsoft Windows, die BSDs und mobile Betriebssysteme.

Mit *Thinlinc* [6] aus Schweden ist eine kommerzielle Lösung verfügbar, die für bis zu zehn Teilnehmer jedoch kostenfrei nutzbar ist. Hierbei wird u.a. ein HTTPS-

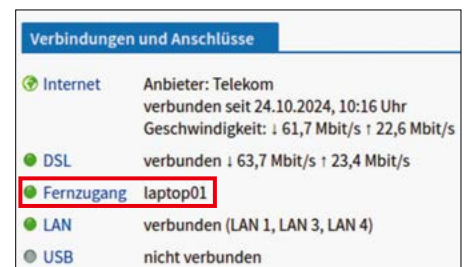


Bild 8: Anzeige der VPN-Verbindung in der Fritz-Box-Übersicht

Zugriff per Webbrowser ermöglicht. Der Server „lauscht“ dabei auf Port 300. Damit können auch mobile Endgeräte unkompliziert auf einen Server zugreifen.

Die Übertragung von Dateien erfolgt mit *SFTP*, entweder per Terminalbefehl oder mit FTP-Clients wie *Filezilla*. Unter Linux funktioniert dies zudem auch mit vielen Dateimanagern. dl6ral@darcd.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Donenfeld, J. A.: WireGuard. www.wireguard.com
- [2] Donenfeld, J. A.: WireGuard Installation. www.wireguard.com/install
- [3] AVM: IPv6-Daten über Wireguard-VPN-Tunnel. <https://fritz.com/service/update-news>
- [4] AVM GmbH: Registrierung Fritz-Box. www.myfritz.net/about?language=de
- [5] UnnoTed: WireGuard-Client-Steuerung für die grafische Benutzeroberfläche. <https://github.com/UnnoTed/wireguard>
- [6] Thinlinc: www.cendio.com

Bild 6: Menüsteuerung und Verbindungsaufbau

Universeller Klopfswitch

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Schaltvorgänge lassen sich drahtlos beispielsweise per Funk, optisch mittels Infrarot oder akustisch auslösen. Zur letzteren Gruppe gehören die bekannten Klatschschalter. Eine Variante, die lediglich das Klopfen mit dem Finger auf eine Tischplatte erfordert, ist Gegenstand dieses Beitrags.

Schalter, die auf Klopfgeräusche reagieren, lassen sich z. B. auf Basis von Piezokeramikscheiben realisieren. Dazu ist zweckmäßigerweise unter der Tischplatte eine solche Scheibe anzubringen. Beim Klopfen auf den Tisch entstehen kurzzeitig Vibrationen und an der Scheibe ist eine Spannung messbar. Damit nun nicht jedes Antippen der Tischoberfläche zu einem Schaltvorgang führt, ist die Verarbeitung des aufgenommenen Signals durch einen Mikrocontroller erforderlich.

erzeugt die Piezokeramik keine elektrische Ladung und die Differenz der Spannungen zwischen dem OPV-Eingang Pin 5 und der virtuellen Masse an Pin 6 beträgt 0 V.

Bei einer Vibration steigt die Spannung am nicht invertierenden Eingang, wodurch die Spannung am OPV-Ausgang des IC1B (Pin 7) der Spannung am Eingang folgt. Die Ausgangsspannung wird über den Kondensator C2 auf den invertierenden Eingang gekoppelt. Dadurch erhöht sich

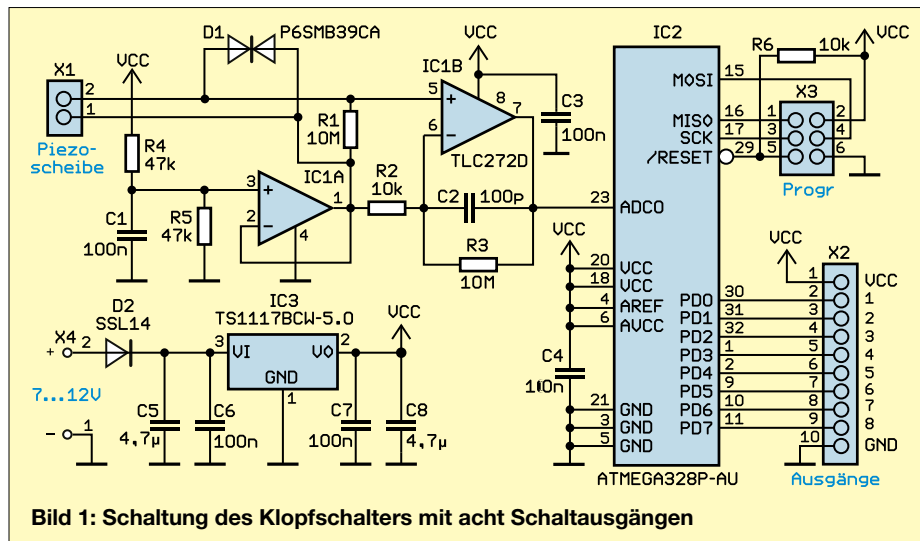


Bild 1: Schaltung des Klopfswitchers mit acht Schaltausgängen

Schaltung

Die Schaltung des Klopfswitchers ist in Bild 1 dargestellt. Für die an X1 angeschlossene Piezoscheibe sind alle gebräuchlichen Typen verwendbar, bei denen auf die Messingscheibe eine Piezokeramik aufgeklebt ist.

Bei starken Vibrationen kann die Spannung an der Piezokeramik relativ hoch werden. Zur Vermeidung von Defekten am nachgeschalteten Operationsverstärker IC1B ist die bipolare arbeitende Schutzdiode D1 parallelgeschaltet. Da der Eingangswiderstand des OPV relativ hoch ist und sich die Ladung in den Vibrationspausen nur sehr langsam verringern würde, ist zur schnelleren Entladung der Widerstand R1 parallelgeschaltet.

Am Ausgang des Operationsverstärkers IC1A liegt eine Spannung in Höhe der halben Betriebsspannung, die als virtuelle Masse bezeichnet wird. Im Ruhezustand

die in C2 gespeicherte Ladung so lange, bis sie den Wert der von der Piezoscheibe erzeugten Ladung erreicht. Die Ausgangsspannung ist dadurch proportional zur Eingangsladung.

Ohne Vibration der Piezoscheibe entlädt sich C2 über R3, sodass nach einer gewissen Zeit wieder ein Spannungspegel in Höhe der virtuellen Masse am A/D-Umsetzereingang ADC0 des nachgeschalteten Mikrocontrollers liegt. Für Letzteren setze ich den ATmega328P-AU ein. Da

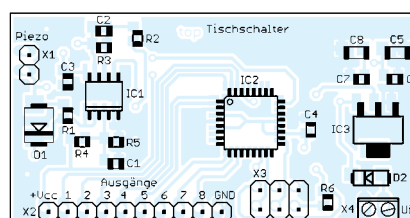


Bild 2: Bestückungsplan des Klopfswitchers; Abmessungen 54 mm x 28 mm

keine komplizierten Algorithmen auszuführen oder präzisen Zeitabläufe einzuhalten sind, genügt die Taktung mit dem intern vorhandenen, auf 1 MHz eingestellten Oszillator.

Alle D-Ports (PD0 bis PD7) sind für die Steuerung extern anzuschließender Baugruppen auf den Steckverbinder X2 herausgeführt.

Der Klopfswitch kann aus einem handelsüblichen Steckernetzteil mit 7 V bis 12 V versorgt werden. Alternativ sind ein Akkumulator oder Batterien nutzbar. Die für den Operationsverstärker und den Mikrocontroller erforderliche Betriebsspannung von 5 V wird über den Spannungsregler IC3 stabilisiert.

Firmware

Die die Grundfunktionen umfassende Firmware habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR entwickelt. Sie wertet das über den A/D-Umsetzer empfangene Signal aus. Nur wenn dessen Pegel ausreichend hoch ist und einem vorgegebenen Zeitablauf folgt, wird das Signal dem Klopfen auf den Tisch zugeordnet. Nach der Registrierung eines einzelnen Klopfers wird der Ausgang 1 auf High-Pegel gesetzt. Frühestens 10 s danach lässt sich dieser Ausgang durch erneutes einmaliges Klopfen wieder auf Low setzen.

Zur Aktivierung des Ausgangs 2 sind zwei Klopfen innerhalb von 2 s erforderlich, ebenso für das Deaktivieren nach frühestens 10 s. Die weiteren Ausgänge erfordern zusätzliche Klopfen.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau habe ich eine beidseitig kupferkaschierte Platine entworfen, deren Layout als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereitsteht. Die Platine ist auf Anfrage bei [1] einzeln oder als Bausatz erhältlich. Der Quelltext wird mitgeliefert.

Der Bestückungsplan ist in Bild 2 dargestellt. Es kommen überwiegend SMD-Bauelemente zum Einsatz. Die Bestückung sollte bei Befolgung der Hinweise in [2] mit einem HandlötKolben problemlos gelingen.

Zum Schutz der an X2 herausgeführten Logikausgänge empfiehlt es sich, externe Baugruppen nur über entsprechend ausgelegte Schaltstufen anzuschließen.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [2] Sander, K.: Lötten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

Von 80 m bis 10 m – ein Dipol für beschränkte Platzverhältnisse

Dr. KARL MEINZER – DJ4ZC

Drahtantennen, insbesondere für die unteren KW-Bänder, benötigen für ihre Montage ausreichend Platz. Nicht immer ist dieser vorhanden. Das muss jedoch nicht zwangsläufig zu einem schlechten Kompromiss führen, wie die hier vorgestellte Lösung zeigt.

Unser Haus ist von alten Bäumen umgeben, die es unmöglich machen, eine Drahtantenne aufzuhängen, die länger als 30 m ist. Dennoch strebte ich eine Lösung an, die von 3,5 MHz bis 30 MHz möglichst laute Signale bei der Gegenstation erzeugt und für lokale Störungen weitgehend unempfindlich ist. Dass dies keineswegs so unmöglich ist, wie es zunächst den Anschein hat, beschreibe ich in diesem Beitrag.

■ Problem: Störfelder

In heutigen Haushalten sorgen eine Vielzahl elektrischer und elektronischer Geräte für mehr oder weniger starke elektromagnetische Störfelder, die sich insbesondere im KW-Bereich und den darunterliegenden Bändern bemerkbar machen. Daher sollte sich die Antenne so weit wie möglich außerhalb ihres Einflussbereiches befinden. Dies ist allerdings bei der Speiseleitung nicht realisierbar, da sie zu einem Teil auch durch das Gebäude verläuft und sich damit in unmittelbarem Einflussbereich der Störfelder befindet. Koaxialkabel sind, ein gutes Schirmungsmaß vorausgesetzt, hier nicht so empfindlich wie symmetrische Zweidrahtleitungen.

Die auf die Speiseleitung als Mantel- oder Gleichtaktwellen übertragenen Störungen führen zwar, sofern eine wirkungsvolle Unterdrückung vorhanden ist, nicht zwangsläufig zu Einschränkungen des Empfangs, gelangen aber durch Kopplung zur Antenne und werden über diesen Umweg doch noch dem Empfänger zugeführt. Es besteht daher die Notwendigkeit, diese Kopplung so gering wie möglich zu halten.

■ Idealer Speisepunkt

Ein symmetrischer Dipol hat an den Enden immer die höchste HF-Spannung und in der Mitte keine HF-Spannung. Es bietet sich daher an, den Dipol in der Mitte mit einer symmetrischen Leitung zu speisen, weil dann von dem Dipol selbst keine Gleichtaktspannung an der Speiseleitung anliegt und die Kapazität der Speiselei-

tung zu den Antennen-Enden gleich groß wird. Da die Spannungen an den Enden umgekehrte Polarität haben, hebt sich so auch die kapazitive Kopplung zur Speiseleitung auf, wenn man die Speiseleitung einige Meter senkrecht von dem Dipol wegführt. So werden kaum Störungen als Gleichtaktwellen auf den Dipol koppeln und somit in den Empfänger gelangen. Und in umgekehrter Richtung werden vom Dipol auch kaum Gleichtaktwellen angeregt, sodass keine besonderen Maßnahmen gegen die Gleichtaktwellen wie z. B. Mantelwellensperren erforderlich sind.

■ Frequenzbereich der Antenne

KW-Antennen sind größtenteils so konstruiert, dass sie auf einem oder mehreren Bändern zwecks Leistungsanpassung eine

gebunden. Ein beliebig langer Dipol wird also auf allen Frequenzen des KW-Bereichs strahlen, wenngleich die Speisepunktimpedanz mit mehr oder weniger großen Blindanteilen stark variiert. Eine nachfolgende Anpassung an die von den meisten Transceivern geforderten 50 Ω ist somit erforderlich.

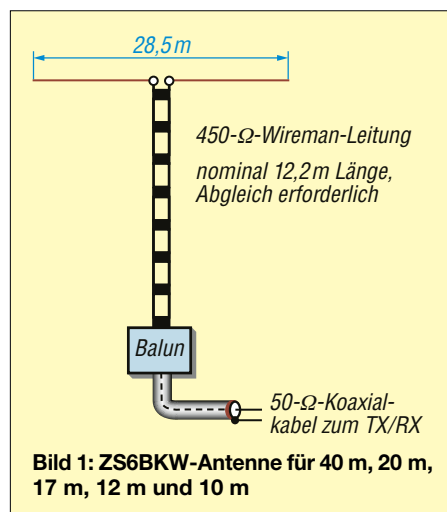
Eine Lösung könnte die mehrbandfähige, weil multiresonante ZS6BKW (Bild 1) sein, welche eine auf der G5RV-Antenne basierende Entwicklung von Brian Austin, ZS6BKW, ist. Die in ihrem Speisepunkt wechselnde Impedanz wird durch die Länge ihrer Speiseleitung auf 50 Ω transformiert, wodurch auf den meisten Bändern kein Antennenanpassgerät erforderlich ist. Zwar ließe sich diese Antenne problemlos auf unserem Grundstück errichten und sie ist zudem im Handel preiswert erhältlich, jedoch betrifft die Multiresonanz nur die Bänder 40 m, 20 m, 17 m, 12 m und 10 m. Das 80-m-, 60-m-, 30-m- sowie das 15-m-Band würden mir ohne den Einsatz eines Antennenanpassgeräts verschlossen bleiben.

Als nachteilig empfinde ich dabei, dass die Länge der Antenne von den örtlichen Verhältnissen beeinflusst wird und daher eine Längenanpassung erforderlich sein kann. Dies ist vielleicht vermeidbar, wenn man sich darauf beschränkt, nur die Länge der Speiseleitung zu variieren. Was ich ebenfalls als nachteilig ansehe ist, dass der am Ende liegende Übergang auf das Koaxialkabel möglicherweise an einem Ort zu liegen kommt, wo man ihn nicht haben möchte.

Darüber hinaus ist mir auch die 450- Ω -Wireman-Leitung sehr unsympathisch. Sie besteht aus verkupferten Stahldraht, was eine unnötige Dämpfung zur Folge hat. Zudem kann der sogenannte *Nässeffekt* bei Regen oder Schnee zu einer Resonanzverschiebung führen.

Wenn nun aber ohnehin ein Antennenanpassgerät erforderlich ist, besteht auch keine Notwendigkeit mehr, dass für 40 m, 20 m, 17 m, 12 m und 10 m eine 50- Ω -Anpassung durch die einschränkende feste Länge der Speiseleitung vorhanden sein muss. Diese könnte dann auch mittels des Antennenanpassgeräts erfolgen.

Bereits seit Langem ist bekannt, dass offene symmetrische Speiseleitungen kaum verlustbehaftet sind. Es bot sich daher an, die Wireman-Leitung des ZS6BKW-Dipols durch eine selbstgebaute 550- Ω -Zweidrahtleitung (*Hühnerleiter*) zu ersetzen, die bis in das Shack führt, und dann dort die Anpassung mit einem entsprechenden Anpassgerät vorzunehmen.



Speisepunktimpedanz von nahezu 50 Ω aufweisen. Um das zu erreichen, bemisst man ihre Länge so, dass sie bei einer bestimmten Frequenz (meist der Bandmitte) in Resonanz ist. Eine solche Antenne wird aber niemals auf allen KW-Bändern gleichzeitig in Resonanz sein. Daher ist vielfach der Glaube entstanden, dass Antennen nur dann strahlen, wenn sie eine resonante Länge aufweisen. Das ist aber nicht der Fall, denn die Strahlung der Antenne ist eine Folge des HF-Stroms und der ist nicht an eine definierte Länge

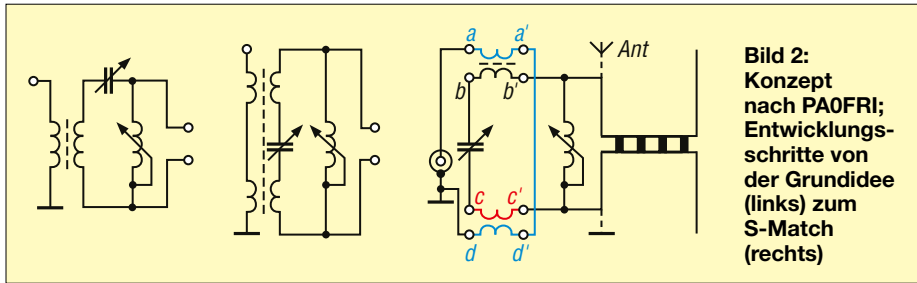


Bild 2:
Konzept
nach PA0FRI;
Entwicklungsschritte
von der Grundidee
(links) zum
S-Match
(rechts)

Anpassung

Als ich meine Antenne plante, machte mich ein Freund auf das S-Match von Frits Geerligs, PA0FRI [1] aufmerksam, Bild 2. Es ist ein einfaches Gerät, mit dem sich symmetrische Antennen im KW-Bereich anpassen lassen. Es stellte sich heraus, dass das S-Match mit einigen Modifikationen und Ergänzungen sehr gut den Erfordernissen meines Vorhabens entsprach, sodass sich nun das Antennenkonzept nach Bild 3 ergab.

Der Einsatz der offenen Zweidrahtleitung in Verbindung mit dem S-Match bietet zahlreiche Vorteile:

- Die Antenne lässt sich auf beliebigen Frequenzen zwischen 3,5 MHz und 30 MHz verwenden und weist zudem auf allen Bändern einen hohen Wirkungsgrad auf.
- Gegenüber der Wireman-Leitung sind die empfangenen Signale um einiges lauter.
- Der Nässeffekt ist deutlich geringer als bei der Wireman-Leitung.
- Die Antennenlänge und besonders die Speiseleitungslänge werden unkritisch. Dadurch lassen sich die Länge der Antennenstrahler für optimale Strahlungsdiagramme und minimale Verluste festlegen und die Speiseleitungslänge nach den örtlichen Verhältnissen wählen.
- Ein Abgleich der Antenne oder der Speiseleitung ist nicht erforderlich.
- Das S-Match unterbricht den Gleichtaktstrom besser als eine Mantelwellen-

lensperre, was auch zu einem störungsärmeren Empfang führt.

- Die Antenne ist mit geringen Kosten zu erstellen.

Der einzige Nachteil des Konzepts besteht darin, dass man beim Bandwechsel etwa 1 min benötigt, um das S-Match einzustellen.

Das S-Match ist eine genial einfache Schaltung, die mit nur drei Bauelementen auskommt. Im Prinzip handelt es sich um eine aufwärtstransformierende L/C- oder C/L-Anpassschaltung mit einem Symmetrierübertrager auf der 50-Ω-Seite. Durch die Unterteilung der Sekundärwicklung des Übertragers in zwei Hälften genügen ein Drehkondensator und eine Rollspule, um eine nahezu perfekte symmetrische Anpassung zu erreichen. Durch Umstecken der mittels sogenannten *Bananenstecker* angeschlossenen Hühnerleiter kann das S-Match sowohl als L/C- als auch als C/L-Anpassung verwendet werden.

Dadurch lässt sich der Blindwiderstand der Antenne in die Anpassung mit einbeziehen, was zu besonders geringen Verlusten führt. So schien mir der S-Match mit einigen Verfeinerungen genau die Lösung, die ich brauchte, um die hier beschriebene Antenne anzupassen.

Um die elektrischen Komponenten des S-Matches zu dimensionieren, nahm ich oberhalb von 4,5 MHz eine Last von 550 Ω und ein SWV von $s = 10$ an. Im 80-m-Band ist jedoch die tatsächliche Impedanz zu berücksichtigen. Dazu habe ich für den typischen Fall mit 12,75 m Speiseleitungslänge die Impedanz in den Amateurbändern in ein Smith-Diagramm eingezeichnet, Bild 4. Gleichzeitig habe ich links ein kleines rotes Gebiet gekennzeichnet, in dem ein SWV von $s = 1$ mit dem S-Match nicht erreichbar ist, da dort der Leitwert der Last 18 mS überschreitet. Das ist weniger als 55 Ω und daher an 50 Ω mit aufwärts transformierendem L/C oder C/L und praktischen Bauteilwerten nicht mehr anpassbar.

Die mit den Simulationsergebnissen für das S-Match ermittelten Bauteilwerte stellten sich in der Praxis als brauchbar heraus.

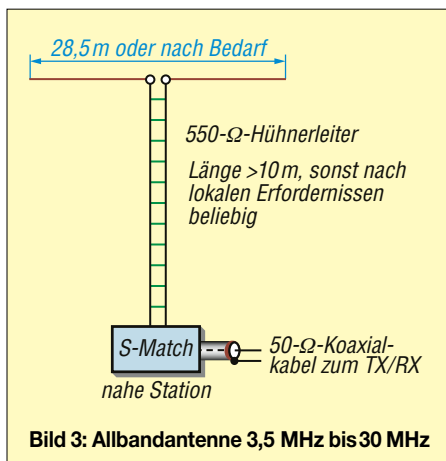


Bild 3: Allbandantenne 3,5 MHz bis 30 MHz

Wirkungsgrad

Sowohl in der Antenne als auch in der Speiseleitung entstehen ohmsche Verluste. Bei einer Dipollänge von 28,5 m ist der Strahlungswiderstand auf dem 80-m-Band mit ungefähr 25 Ω am niedrigsten. Dieser Wert muss in Relation zum Widerstand der Drähte gesetzt werden. Daher soll die Situation für 80 m als ungünstigster Fall betrachtet werden.

Da auf 80 m die Speiseleitung überwiegend im Strombauch der Anordnung liegt, sind dort die Verluste am höchsten. Der ohmsche Widerstand bei 3,5 MHz beträgt bei einer Litze von 2,5 mm² unter Berücksichtigung des Skin-Effekts etwa 0,24 Ω pro 2 m (2 × 1 m Hühnerleiter oder 2 × 1 m Dipol). Damit errechnet sich ein ohmscher Verlust von 0,2 dB für die Antenne und 0,6 dB für die Speiseleitung.

Auf den höheren Frequenzen bis 30 MHz steigt der Strahlungswiderstand gegenüber 80 m auf etwa den sechsfachen Wert an, die Skin-Effekt-Verluste hingegen nur auf den dreifachen; die Verluste betragen nur noch ungefähr die Hälfte. Da sich dann auf dem Draht aufgrund seiner Länge Zonen hohen und niedrigen Stroms ausbilden, reduzieren sich die ohmschen Verluste effektiv nochmals auf die Hälfte. Insgesamt ist daher auf den höheren Bändern mit einem Gesamtverlust von nur etwa 0,3 dB zu rechnen.

Hinzu kommen die Verluste im S-Match, die im ungünstigsten Fall (sehr hohe Lastimpedanz) ca. 7 % betragen (weniger als 2 % im Transformator und unter 5 % in der Rollspule). Zu den obigen Verlusten addieren sich somit bis zu 0,3 dB. Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Antennen- und Speiseleitungsverluste bei Litze mit 2,5 mm² im ganzen KW-Bereich 1 dB nicht nennenswert übersteigen.

Sowohl Antenne als auch Speiseleitung lassen sich auch aus dem dünnen und fast unsichtbaren *DX-Wire Mikro* [2] herstellen. Dadurch erhöhen sich die Verluste auf 80 m nur um etwa 1 dB, auf den höheren Bändern noch weniger.

Bau der Antenne

Zum Bau von Drahtantennen eignen sich viele Materialien – einige mehr, andere weniger. In der Antennenliteratur finden sich zahlreiche Informationen, wie sie praktisch einzusetzen sind. Ich möchte daher an dieser Stelle einige nicht so bekannte Fakten aufführen, die im Interesse eines hohen Wirkungsgrades der Antenne und der Speiseleitung beachtet werden sollten.

Bei Hochfrequenzanwendungen fließt der Strom hauptsächlich an der Oberfläche

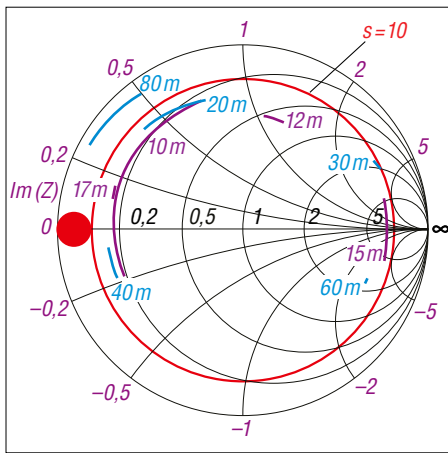


Bild 4: Smith-Diagramm des 28,5-m-Dipols mit 12,75 m langer 550-Ω-Speiseleitung; Bezugsimpedanz: 550 Ω; rot: nicht erreichbarer Bereich

des Leiters. Die Eindringtiefe in Kupfer beträgt auf 80 m etwa $36 \mu\text{m}$ und auf 10 m nur noch $12 \mu\text{m}$. Daher ist nicht der Querschnitt des Drahtes für den ohmschen Widerstand maßgebend, sondern die Eindringtiefe multipliziert mit dem Umfang des Drahtes. Dieser beträgt bei $2,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt 5,6 mm.

Das gilt jedoch zunächst nur für massiven Draht. Uwe Neibig, DL4AAE, hatte an Zweidrahtleitungen bereits viele Messungen durchgeführt [3]. Diese ergaben, dass der ohmsche Hochfrequenzwiderstand der Litze gegenüber einem massiven Draht gleichen Durchmessers etwa um den Faktor 1,5 höher ist. Das trifft aber wiederum nur auf solche Litzen zu, deren Drähte als ein Bündel in der Litze liegen. Es gibt jedoch auch Litzen, in denen beispielsweise jeweils sieben Drähte zu einzelnen Bündeln verdreht und diese dann zu einer einzigen Litze verseilt sind. Bei dieser Bauform wechseln die äußeren Drähte sehr häufig ihren Platz und der außen fließende Strom muss wiederholt die Litzendrähte wechseln. Die damit verbundenen Querschnittsverengungen und Übergangswiderstände erhöhen den HF-Widerstand gegenüber einfacher Litze erheblich. Im Beispiel von DL4AAE ergaben sich etwa doppelt so hohe Verluste gegenüber einfacher Litze gleichen Durchmessers. Wenn solch eine doppelt verdrehte Litze altert, ist durch die Oxidation der Drähte mit einer weiteren Zunahme der Verluste zu rechnen. Kommt es also auf geringe HF-Verluste an, scheint es daher angeraten, derartige Litzen nicht einzusetzen.

Zum Schutz vor Korrosion sind viele Kupferlitzen verzinkt. Zinn weist aber eine etwa sechsfach geringere Leitfähigkeit auf als Kupfer. Das bedeutet, dass der Teil des Stroms, der durch das Zinn fließt, hö-

here Verluste erzeugt. Leider konnte ich weder über die Dicke der Zinnschicht noch über ihren Einfluss auf die HF-Eigenschaften verlässliche Daten finden. Die Dicke scheint jedoch zwischen $1 \mu\text{m}$ und $10 \mu\text{m}$ zu betragen. Eine dünne Schicht wird die HF-Eigenschaften kaum beeinträchtigen, aber ab $10 \mu\text{m}$ könnten bei 30 MHz schon deutliche Zusatzverluste verursacht werden.

Ungeklärt ist auch, ob sich in Litzen, die eine Stahlseele haben, wegen der Verdrehung der Drähte auch ein Längsmagnetfeld ausbildet. Das könnte zusätzliche Verluste durch den Stahl zur Folge haben. Aussagekräftige Messungen zu diesem Thema wären sicherlich sehr hilfreich.

Dielektrische Verluste

Neben den ohmschen Verlusten sind aber auch die dielektrischen Verluste in den Isoliermaterialien zu beachten. Im Antennenbau kann man drei Klassen unterscheiden:

1. Klasse: Sehr gute HF-Eigenschaften, praktisch verlustfrei ($\tan \sigma < 10^{-4}$). Dazu zählen vor allem die PTFE-Arten, PE und Polystyrol (als Massivmaterial). Vorsicht ist jedoch bei Letzterem geboten, da es nicht witterungsbeständig ist.

2. Klasse: Mittlere Hochfrequenzeigenschaften, noch verwendbar, wenn nur kleine Teile des Feldes darin verlaufen ($\tan \sigma < 0,02$). Hierzu zählen z.B. Polycarbonat (Makrolon) oder Acrylglas.

3. Klasse: Schlechte Hochfrequenzeigenschaften ($\tan \sigma \approx 0,1$). Dies gilt hauptsächlich für PVC.

Mechanische Festigkeit

Der Antennendraht sollte über eine ausreichende mechanische Festigkeit verfügen. Normaler, weicher Kupferdraht dehnt sich bereits bei relativ geringen Zugkräften ($\approx 100 \text{ N/mm}^2$) um bis zu 30 %. Diese Streckung kann schon bei der Zugspannung erreicht werden, welche aus der Antennenaufhängung resultiert. Es ist daher harter Draht vorzuziehen, bei dem die Streckgrenze für 0,2 % Längung bei mehr als 200 N/mm^2 liegt. Alternativ lässt sich auch niedrig legierte Bronze (z.B. CuSn0,3) verwenden. Die Leitfähigkeit dieses Materials beträgt ungefähr 70 % von Kupfer. Wegen der damit erhöhten Eindringtiefe sind HF-Verluste nur etwa 15 % höher als bei Kupfer. Die Festigkeit ist etwa 1,5-mal größer als die von hartgezogenem Kupfer. Die Strahlerhälften meiner Antenne bestehen aus hartgezogener Kupferlitze mit $2,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt und PE-Isolation.

Für die Speiseleitung verwendete ich eine aufgetrennte Lautsprecherleitung von Leoni mit $2,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt, die aus 80 Drähten mit $0,2 \text{ mm}$ Durchmesser besteht. Bei der Verwendung von Lautsprecherleitung sollte man darauf achten, dass die Litze nicht doppelt verdreht ist und aus Kupfer und nicht aus CCA (Copper Clad Aluminium) also kupferummanteltem Aluminium besteht.

Die letzten 1,75 m meiner Speiseleitung sind aus weißer PTFE-isolierter Litze AWG #18 (entspricht $0,832 \text{ mm}^2$) mit einem Leiterabstand von nur 60 mm gefertigt. Bild 5 zeigt die selbstgebauten Spreizer aus UV-beständigem Makrolon und deren Befestigung, die mit 0,50 m Abstand an den Drähten angebracht sind.

Leider haben genauere Rechnungen später ergeben, dass bei Verwendung meiner PVC-isolierten Lautsprecherleitung als Speiseleitung die dielektrischen Verluste bei den höheren Frequenzen nicht mehr zu vernachlässigen sind, obwohl der größte Teil des Feldes durch Luft verläuft. Das bedeutet, dass auf 30 MHz durch das PVC ungefähr 0,6 dB zusätzliche Verluste entstehen; der Gesamtverlust auf 10 m liegt trotzdem unter 1 dB.

Aufbau des Anpassgeräts

Für den Bau des S-Match verwendete ich die Drehkondensatoren und die Rollspule eines alten BC457-Senders. Die Rollspule hat eine maximale Induktivität von $15 \mu\text{H}$, was nach meinen Berechnungen auf allen Bändern von 80 m bis 10 m die Anpassung ermöglicht. Die Originalschaltung in Bild 2 änderte ich etwas ab, Bild 6.

Anschlüsse

Es sind acht 4-mm-Polklemmen (je vier Hirschmann PKI 10A SW und PKI 10A

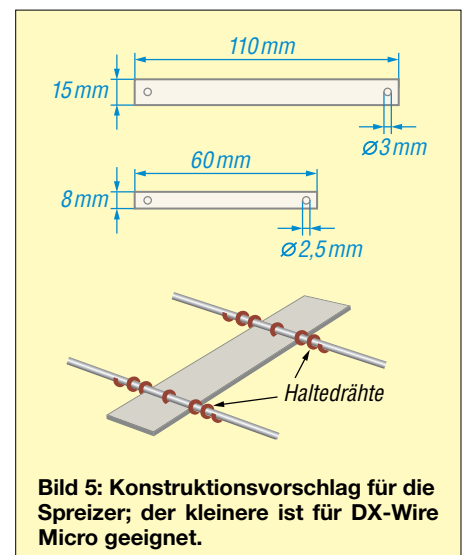
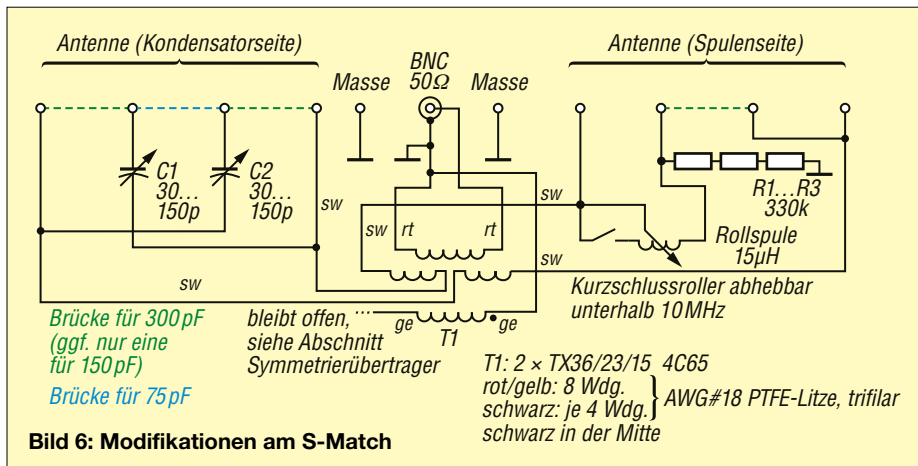


Bild 5: Konstruktionsvorschlag für die Spreizer; der kleinere ist für DX-Wire Micro geeignet.



QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder (3)

ANDREAS LINDENAU – DL4JAL

Nach der Vorstellung des Schaltungskonzepts und der eingesetzten Hardware in den vorangegangenen Teilen des Beitrags werden abschließend die softwaregestützten Funktionen und Einstellmöglichkeiten des Transceivers beschrieben.

In Bild 22 ist das Oszillogramm eines PWM-Signals zur Einstellung der Sendeleistung des Transceivers zu sehen. Dieses Signal hat eine Frequenz von etwa 62 kHz und wird am Port-Pin C2 des Mikrocontrollers ausgegeben. Von dort gelangt es über den Steckverbinder J5 zur Hauptplatine und damit zur Endstufe. Entsprechend dem theoretisch möglichen Einstellbereich der PWM von 0 bis 1023

stellbereich der Sendeleistung reicht von wenigen Milliwatt bis etwa 5 W.

Da auch die Tastung des Senders auf diesem Wege erfolgt, besteht die zweite Aufgabe des genannten Tiefpassfilters in der CW-Hüllkurvenformung mit dem Ziel der Reduzierung von Tastklicks. Die rechteckige Hüllkurve der CW-Zeichen wird beim Auftasten des Senders etwas abgerundet, Bild 23.

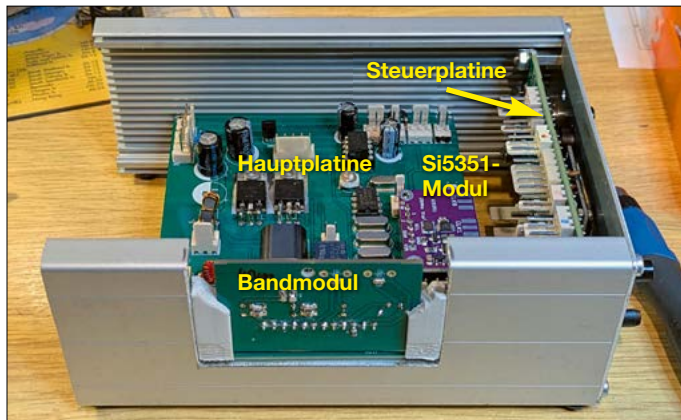


Bild 21: Mustergerät des Transceivers BM10 im geöffneten Aluminium-Profilgehäuse; die Verdrahtung der Leiterplatten mithilfe der steckbaren Verbindungsleitungen steht noch aus, doch dadurch sind die Baugruppen hier besser zu erkennen.

Fotos und Screenshots: DL4JAL

ändert sich das Tastverhältnis der Rechteckschwingung. Das Tiefpassfilter, bestehend aus dem 3,3-k Ω -Widerstand R130 und dem 100-nF-Kondensator C154 (siehe Bild 10 im zweiten Teil des Beitrags) formt daraus eine Gleichspannung, deren Wert sich proportional zum PWM-Tastverhältnis einstellt. Er liegt zwischen 0 V und 5 V.

Die Steuerspannung gelangt an die Gate-Anschlüsse der beiden HF-MOSFETs und ändert die Verstärkung der Endstufe und damit deren Ausgangsleistung. Der Ein-

■ Menüfunktionen

Das Einstellmenü des Transceivers umfasst Funktionen, die während des Betriebs gebraucht werden. Deren Aufruf erfolgt durch langen Druck auf die obere Funktionstaste (Taste 1 in Bild 18 im zweiten Teil des Beitrags). Als Bestätigung sind zwei Quittungstöne zu hören. Möchte man das aufgerufene Menü gleich wieder beenden, ohne etwas auszuwählen, ist dieselbe Taste nochmals, jedoch länger zu drücken, siehe auch Tabelle 4 im zweiten Teil des Beitrags. Im Display erscheint

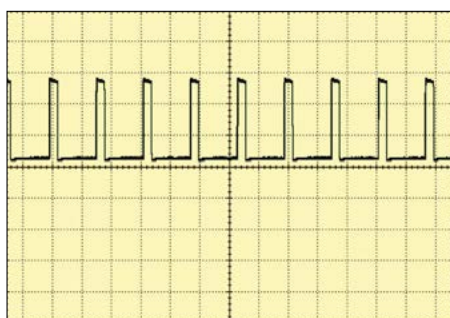


Bild 22: Oszillogramm des PWM-Steuersignals bei einer Sendeleistung von etwa 1 W

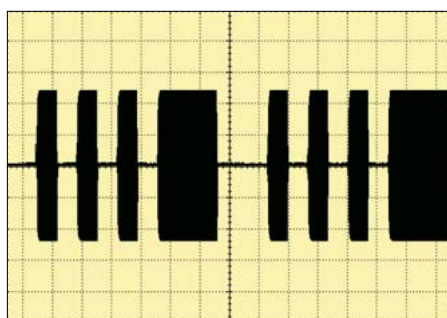


Bild 23: Oszillogramm der Hüllkurve des CW-Sendesignals mit abgerundeten Ecken

daraufhin *Break!*. Ansonsten wird mit dem Dreh-Encoder zur Parametereinstellung die entsprechende Funktion ausgewählt und mittels Taste 1 gestartet.

Tune

Dies ist die erste Funktion im Menü. Sie dient zum Senden mit verminderter Leistung beim Abstimmen der Antenne. Nach dem Start der Funktion stellt die Software die Sendeleistung mittels PWM-Signal auf den intern vorgegebenen Wert ein, siehe nächster Abschnitt.

Während des Abstimmens wird gegebenenfalls automatisch nachgeregelt. Dies hat bei vielen Typen von Automatik-Kopplern einen positiven Effekt, da die meisten nur bei einem konstanten HF-Signalepegel gut funktionieren. In der oberen Displayzeile lässt sich dieser Regelvorgang anhand der Änderung des PWM-Werts beobachten. Die zweite Zeile zeigt die aktuelle Sendeleistung an und die dritte das erreichte Stehwellenverhältnis.

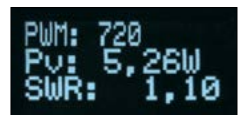
Tune Power

In dieser Menüfunktion lässt sich die Abstimmungsleistung einstellen. Der Maximalwert beträgt 5 W. Es ist sinnvoll, den voreingestellten Wert von 1 W nicht zu ändern. Dies schützt die Endstufentransistoren vor Beschädigung bei extremer Fehlanpassung.

PA PowerAdjust

Hier erfolgt die Festlegung der Sendeleistung pro Band. Bevor man diese Menüfunktion startet, sollte eine Dummy-Load am Transceiverausgang angeschlossen sein. Beim anschließenden Speichern mittels Taste 1 wird der PWM-Wert der eingestellten Sendeleistung gesichert, in Bild 24 wäre das die Zahl in der obersten Zeile.

Bild 24: Menüpunkt zum Einstellen der Sendeleistung



Die Einstellung erfolgt mithilfe des Dreh-Encoders zur Parametereinstellung, der Maximalwert liegt hier bei 900.

Die für eine bestimmte Leistung auf einem Band benötigte Gate-Spannung hängt auch vom Typ der verwendeten MOSFETs ab. Auf 40 m erreichte ich z.B. mit dem PWM-Wert 720 eine Sendeleistung von 5,3 W mit den im Mustergerät eingebauten RD06HHF1.

Ich empfehle, bei dieser Funktion ein Amperemeter in die Stromversorgungsleitung einzuschleifen, um den Stromwert im Blick zu behalten. Richtwert ist etwa 1 A bei 5 W Sendeleistung.

Keyer Practice

Diese Funktion deaktiviert den Sender, ohne jedoch den Keyer einschließlich Mithörton abzuschalten. Dies ist recht praktisch, wenn man den Keyer testen oder Geübungen machen möchte. Damit diese Einstellung erkennbar ist, erfolgt im Display ein Anzeigewechsel von *WpM* in *wpm*.

PicATU20/20B

Über die CAT-Schnittstelle kann ich meinen Eigenbau-QRP-Antennenkoppler ansteuern. Die dazugehörigen Kommandos „verstehen“ nur meine Eigenbaugeräte *PicATU20*, *PicATU20B* und *PicATUmini*. Die Steuerbefehle werden vom Transceiver BM10 über die RS232-Schnittstelle mit TTL-Pegel ausgegeben.

LSP on/off

Diese Funktion schaltet den Lautsprecher ein oder aus. Die NF-Endstufe arbeitet mit einer Brückenschaltung zur Ansteuerung des Lautsprechers. Dieser lässt sich mit einem TTL-Logiksignal an Pin 3 des LM4875 zu- und abschalten. Schaltkreisintern wirkt dies auf einen der Brückenzweige. Der Lautsprecher kann somit ständig angeschlossen bleiben. Der Mikrocontroller speichert die aktuelle Einstellung im EEPROM.

LM4875 Volume

Mit dieser Funktion wird die NF-Grundverstärkung eingestellt und damit gleichzeitig die Gesamtverstärkung des Transceivers. Während des Funkbetriebs erfolgt die Lautstärkeregelung auf analogem Weg mit dem 10-k Ω -Potenziometer RV1. Zuweilen ist es sinnvoll, die Grundverstärkung und damit die Maximallautstärke etwas zu erhöhen, z. B. dann, wenn sich die Umgebungsgeräusche ändern. Zum Einstellen dieses Parameters dient der zweite PWM-Ausgang des Mikrocontrollers an dessen Port-Pin C1. Die Verstärkung des LM4875 wird mit der aus dem PWM-Signal gewonnenen Gleichspannung zwischen 0 V und 5 V eingestellt. Die Speicherung des gewählten Werts erfolgt mittels Druck auf Taste 1. Ist der Transceiver auf Lautsprecherbetrieb geschaltet, lässt sich in diesem Menü-

LM4875 Volume
Headphones
Volume: 61%

Bild 25:
Die Werte der
Grundlautstärke
für Kopf-
hörerbetrieb ...

LM4875 Volume
Loudspeaker
Volume: 61%

Bild 26:
... und Lautspre-
cher sind getrennt
einstellbar.

Att: 12dB Step: 50Hz
7.026.000
13,4V L S4
18WpM

Bild 27:
Anzeige bei
eingeschaltetem
Dämpfungsglied

AGC on

Bild 28:
Die AGC-Ein-
schaltung wird
auf diese Weise
kurz quittiert.

punkt die dazugehörige Maximallautstärke einstellen. Bei abgeschaltetem Lautsprecher geschieht dies für den Kopfhörerausgang.

Die betreffenden Lautstärkewerte können sehr unterschiedlich ausfallen. Die Einstellungen werden getrennt abgespeichert und wieder abgerufen, wenn man den Lautsprecher ein- bzw. ausschaltet.

Zur Einstellung dieses Parameters empfehle ich, das 10-m-Bandmodul zu stecken, die Lautstärke mit dem Potenziometer fast voll aufzudrehen und dann die Gesamtverstärkung auf einen angenehmen NF-Pegel zu bringen. Auf den anderen Bändern sind die Empfangssignale meist etwas lauter, was sich dann während des Betriebs mittels zurückgedrehtem Potenziometer problemlos ausgleichen lässt.

RX-Att. ON/OFF

Mit dieser Funktion kann man das 12-dB-Dämpfungsglied am Eingang des Empfängers zu- und abschalten. In der obersten Displayzeile erfolgt eine Anzeige, wenn das Dämpfungsglied aktiviert wurde, Bild 27. Diese Funktion lässt sich auch durch kurzen Druck auf die eingebaute Taste des Dreh-Encoders zur Parametereinstellung erreichen. Dem Tastendruck folgt ein Quittungston.

Die Empfindlichkeit des Empfängers ist so hoch, dass das Dämpfungsglied in den Bändern 80 m bis 30 m praktisch immer aktiviert bleiben kann.

AGC ON/OFF

Der Empfänger besitzt eine automatische Verstärkungsregelung (AGC). Ich habe hier die Schaltung des QRP-Transceivers *SW 3B* als Anregung verwendet. Einen kleinen Nachteil hat es jedoch, wenn man die AGC-Regelspannung aus dem NF-Signal gewinnt: Beim plötzlichen Wechsel vom Zustand *kein Signal* zu *starkem Signal* kann ein „Plopp“ auftreten. In diesem Fall ist meine Empfehlung, den 100-k Ω -Widerstand R124 zu entfernen, der dem 10- μ F-Kondensator C157 parallelgeschaltet ist (siehe Bild 3 im ersten Teil des Beitrags). Die AGC wird dann etwas „ruhiger“ in der Nachregelung.

Diese Menüfunktion schaltet die AGC aus bzw. ein. Sie ist auch durch langen Druck (mit zwei Quittungstönen) auf den Taster des Dreh-Encoders zur Parametereinstellung erreichbar. Nach dem Schaltvorgang wird das Ergebnis kurz im Display angezeigt, Bild 28.

Auch nach dem Einschalten des Transceivers erfolgt die Anzeige des AGC-Status, da dieser im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert ist. Wurde die AGC abgeschaltet, erinnert die unterste Displayzeile mit *AGC off* in kleiner Schrift daran.

Setup-Funktionen

Dem sehr langen Druck auf Taste 1 folgen drei Quittungstöne, bevor sich das Setup-Menü öffnet. Mit dem Dreh-Enco-

Bild 29:
Displayanzeige
bei der Einstellung
der Si5351-Takt-
frequenz

Steps: 1Hz
26.999.024
CLK= Referenz
10.000000 MHz

der zur Parametereinstellung lässt sich die entsprechende Funktion auswählen und durch kurzen Druck auf Taste 1 starten.

Die Funktion *Break* dient zum Verlassen des Setup-Menüs.

Si5351A CLK

Mit dieser Funktion lässt sich die Taktfrequenz des Si5351 auf der betreffenden Modulplatine einstellen. Dort ist ein 25-MHz-SMD-Quarz aufgelötet. Dessen Frequenz entspricht normalerweise nicht ganz genau dem aufgedruckten Sollwert. Sie hat aber Einfluss auf die Ausgangsfrequenz des Moduls. Die Software berechnet Letztere zunächst auf der Basis von exakt 25 MHz. Ziel ist es, die tatsächliche Frequenz der Quarztakts zu ermitteln, um letztlich die Ausgangsfrequenz entsprechend zu korrigieren.

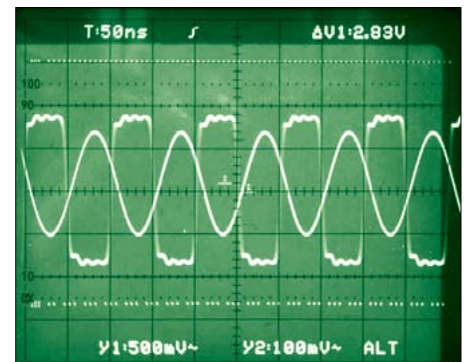


Bild 30: Beispiel für die Oszilloskopanzeige beim Frequenzvergleich; das Sinussignal stammt in diesem Fall vom Frequenznormal und das Rechtecksignal vom Si5351-Modul.



Bild 31:
Einstellung des
genauen Betrags
der ZF ...

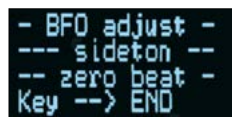


Bild 32:
... und
anschließende
BFO-Korrektur

Am Ausgang *CLK0* des Si5351-Moduls wird bei dieser Setup-Funktion ein Signal mit der Vergleichsfrequenz von 10 000 000 Hz ausgegeben, berechnet mit der in der Software hinterlegten Taktfrequenz, Bild 29. Ein an *CLK0* angeschlossener Frequenzzähler kann zur Einstellung genutzt werden. Mithilfe des VFO-Dreh-Encoders ändert man nun die Taktfrequenz der Software so lange, bis exakt 10 000 000 Hz anliegen.

Anstelle der direkten Messung mittels Frequenzzähler ist beispielsweise auch der Vergleich mit dem 10-MHz-Signal eines GPS-Frequenznormals möglich. Dazu legt man dieses und das *CLK0*-Signal an die Eingänge eines Zweikanal-Oszilloskops. Ich selbst nutze zu diesem Zweck gern ein altes analoges Gerät. Der Vergleich beider Kanäle ist dort sehr gut darstellbar, siehe Bild 30.

Mittels Taste 2 lässt sich die Schrittweite der Taktfrequenzeinstellung verändern. Der große Wert von 100 kHz wird anfangs benötigt, wenn sich auf dem Si5351-Modul ein Quarz mit einer anderen Frequenz als 25 MHz befindet. Ich hatte z. B. noch 27-MHz-Quarze in dieser kleinen SMD-Bauform am Lager und deshalb den Quarz gewechselt. Mit der 100-kHz-Schrittweite konnte ich die Taktfrequenz schnell auf 27 MHz bringen. Den Wert der Taktfrequenz in der Software habe ich mit 26,999024 MHz ermittelt, Bild 29. Mein 27-MHz-Quarz auf dem Si5351-Modul weicht also in seiner Schwingfrequenz auch etwas vom Sollwert ab.

Nach erfolgreicher Kalibrierung führt ein kurzer Druck auf Taste 1 zum Abspeichern der korrigierten Taktfrequenz im EEPROM des Mikrocontrollers.

ZF/BFO adjust

Mithilfe dieser Setup-Funktion wird der genaue Wert der ZF ermittelt. Dieser lässt sich in einem weiten Bereich einstellen. Eine solche Funktion hatten sich einige am Nachbau interessierte Funkfreunde gewünscht, die andere Quarzfilter einsetzen wollten. Vor der Einstellung des Wertes der ZF muss die Kalibrierung der Taktfrequenz des Si5351 durchgeführt worden sein, siehe vorangegangener Abschnitt. Gleiches betrifft die Einstellung der Mit-

hörtenhöhe, siehe Abschnitt *Sideton Frequenz*.

In dieser Funktion wird der Si5351 so programmiert, dass am Anschluss *CLK0* der Modulplatine ein HF-Signal mit dem Wert der ZF anliegt. In der zweiten Displayzeile ist dann der eingestellte Betrag der Frequenz zu sehen, Bild 31.

Durch das Übersprechen im ersten Mischer (U101) gelangt ein kleiner Teil des ZF-Testsignals an den Pin 5 des NE612. Es durchläuft das ZF-Quarzfilter und den Produktdetektor U102 und erreicht dann die S-Meter-Baugruppe mit dem AD8307. Auf dem Display ist deshalb der Ausgabewert dieses A/D-Umsetzers zu sehen. Achtung! Die automatische Verstärkungsregelung muss bei dieser Einstellung eingeschaltet sein. Das ZF-Signal ist immer noch so kräftig, dass der als Vorverstärker arbeitende LM386 ohne AGC in die Begrenzung gehen würde.

Die Frequenz des ZF-Testsignals ist nun so lange zu verändern, bis der vom A/D-Umsetzer gelieferte Ausgabewert sein Maximum erreicht. Dann befindet man sich mit dem Signal genau in der Mitte der Durchlasskurve des Quarzfilters. Der gefundene Wert wird mit einem kurzen Druck auf Taste 1 abgespeichert.

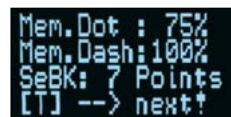
Es folgt der zweite Schritt der Funktion, der Abgleich der BFO-Frequenz, Bild 32. Diese sollte um den Betrag des Mithörtons neben der ZF liegen. Der Ton wird deshalb als Abstimmhilfe zugeschaltet. Mit dem Trimmer C123 ist jetzt auf Schwebungs-Null abzugleichen. Beim Drehen am Trimmer muss es dieses Schwebungs-Null zweimal geben! Ist dies nicht der Fall, befindet sich der Abstimmungsbereich des Trimmers nicht an der richtigen Stelle. Durch Änderung von C121 und C126 lässt sich dieser Bereich variieren. Ich habe beim Mustergerät für C121 einen 27-pF- und für C126 einen 68-pF-Kondensator eingelötet.

Die Funktion wird mit einem beliebigen Tastendruck beendet. Eine zusätzliche

Bild 34:
Beispiel
für die erste ...



Bild 35:
... und die zweite
Anzeigeseite der
Keyer-Parameter



Speicherung ist nicht erforderlich, da sich der entsprechende Wert für die neue ZF bereits im EEPROM befindet.

Ich gebe zu, dass das Ganze etwas knifflig ist. Allerdings hat sich der BFO mit dem separaten Quarz als die beste Lösung erwiesen, wenn man möglichst wenige zusätzliche Pfeifstellen im Empfänger haben möchte. In diesem Zusammenhang gibt es noch eine weitere Setup-Funktion, auf die ich weiter hinten noch eingehe. Es handelt sich um die Funktion *BFO on/off*.

Keyer Information

Diese Funktion verschafft einen schnellen Überblick über die aktuellen Keyer-Einstellungen. Es werden nacheinander zwei Displaytexte angezeigt, die insgesamt alle eingestellten Parameter enthalten, Bilder 34 und 35.

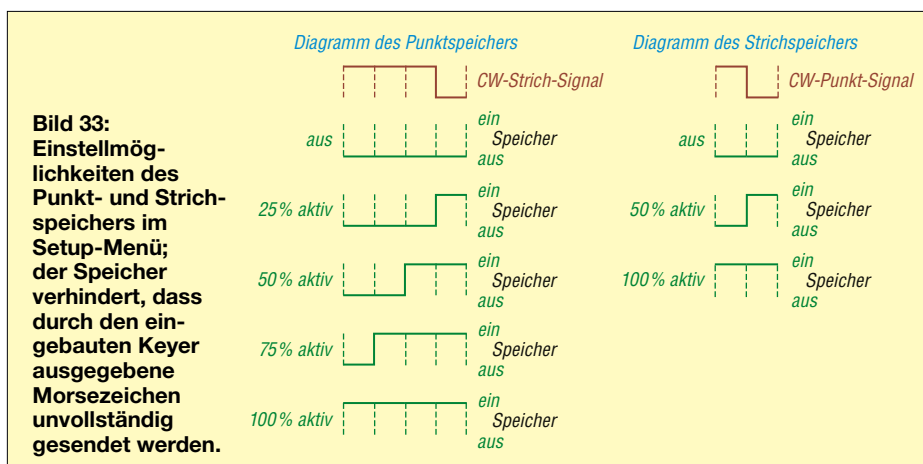
Keyer Mode

Folgende Einstellungen sind möglich:

- *Hand DIT + DAH* bedeutet Handtastung, es funktionieren beide Eingänge, Punkt und Strich,
- *Keyer DL4JAL* bewirkt die interne Aktivierung der von mir geschriebenen Keyer-Software mit einstellbarem Punkt- und Strichspeicher,
- *Keyer revers*, wie vorstehend, aber mit vertauschtem Punkt- und Strich-Eingang.

Keyer Punktsp.

Hier wird die Wirkung des Punktspeichers eingestellt. Gibt man zu schnell und der Strich wird beispielsweise gerade gesen-



det, der schon angetippte Punkt ist jedoch noch nicht an der Reihe, „merkt sich“ die Software diesen Punkt, sodass er nicht verlorengeht. In Bild 33 ist dargestellt, wie die Einstellung der in diesem Menüpunkt eingestellten Prozentzahl wirkt.

Keyer Strichsp.

Hier gilt prinzipiell das Gleiche wie beim Punktspeicher. Auch diese Einstellmöglichkeiten gehen aus Bild 33 hervor.

Keyer Speed

In diesem Menüpunkt wird die Gebe- geschwindigkeit des Keyers festgelegt, die nach dem Einschalten des Transceivers gilt, z. B. 18 WpM.

QSK-Betrieb

Die Software verwendet die Anzahl der CW-Punkte als Zeitangabe dafür, wie lange der Sender noch aktiv bleibt. Erst wenn die vorgegebene Punkanzahl verstrichen ist, erfolgt die Umschaltung auf Empfang. Der Einstellbereich für Semi-QSK beträgt vier bis fünfzehn Punkte, Berechnungs- grundlage sind 18 WpM. Für Voll-QSK ist die Anzahl der Punkte auf Null zu stellen.

S-Meter cal

Abweichungen der S-Meteranzeige können hier korrigiert werden, Bild 36. Dazu legt man an den Empfängereingang ein Signal mit -73 dBm an (entspricht S9). Dieser Wert darf auch etwas abweichen, wichtig ist nur, dass er genau bekannt ist. Mit dem Dreh-Encoder lässt sich eine Kor- rektur der Anzeige vornehmen. Ziel ist, dass am Ende der tatsächliche mit dem angezeigten Pegel übereinstimmt. Achtung! Die AGC verfälscht das Messergeb- nis. Ich habe versucht, diesen Effekt per Software zu kompensieren, was mir aber leider nicht vollständig gelungen ist.

Sidetone Frequenz

Der Mithörton wird mithilfe des im Mi- krocontroller enthaltenen D/A-Umsetzers (DAU) erzeugt. Letzterer hat eine Auflö- sung von 5 Bit. Die Form des ausgegeben Signals zeigt das Oszillogramm in Bild 37. In der Sinuskurve sind kleine Zacken zu erkennen. Diese stammen aus dem Taktsignal des DAU, deren Frequenz aber außerhalb des menschlichen Hör- bereichs liegt.

Der Ausgang des DAU ist hochohmig, daher ist der Operationsverstärker U3 (MAX44250) als Impedanzwandler er- forderlich. Der Mithörton gelangt über den $22\text{-k}\Omega$ -Widerstand R7 von der Steuer- zur Hauptplatine des Transceivers. Mit dem dort befindlichen Einstellwider-

stand RV101 lässt sich die Lautstärke des Tons reduzieren. Gelingt dies nicht in ge- wünschtem Maße, ist der Wert von R7 zu erhöhen. Der Mithörton ist unabhängig von der Lautstärkeeinstellung des Trans- ceivers.

Ändert sich die Taktfrequenz des DAU, hat dies Auswirkungen auf die Frequenz des Mithörtons. In dieser Funktion lässt sich somit die Mithörtonhöhe den indivi- duellen Hörgewohnheiten anpassen. Dies ist in 10-Hz-Schritten möglich. Die Funk- tion berechnet im Hintergrund automa- tisch die neue Taktfrequenz des DAU. Wurden hier Änderungen vorgenommen, kann es erforderlich sein, die Funktion ZF/BFO adjust erneut zu durchlaufen.

BFO on/off

Wie schon erwähnt, lässt sich der BFO auch über einen zusätzlichen Ausgang des Si5351-Moduls realisieren. Im Schalt- bild der Hauptplatine im ersten Teil des Beitrags ist zu sehen, dass der BFO mit einem $9,215\text{-MHz}$ -Quarzoszillator auf- gebaut wurde. Mit der vorliegenden Set- up-Funktion kann man den Ausgang CLK1 des Si5351-Moduls aktivieren bzw. de- aktivieren.

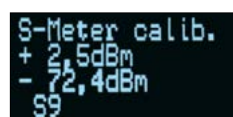


Bild 36: Anzeigebeispiel für die S-Meter-Kalibrierung

Um den Si5351-BFO nutzen zu können, ist eine Verbindung vom genannten Aus- gang zum Pin 6 des U102 (NE612) über einen $2,7\text{-k}\Omega$ -Widerstand in Reihe mit einem 1-nF -Kondensator herzustellen. C121, C123 und C126 werden ausgelötet. Der Quarz kann bleiben. Er filtert das neue BFO-Signal vom Si5351. Dies ist sogar von Vorteil, da die Rechteckschwin- gung viele Oberwellen enthält.

Wie schon weiter vorn angedeutet, gebe ich dem BFO-Quarzoszillator den Vorzug, da die Aktivierung des Si5351 (CLK1) beim Empfang leise Pfeifstellen hervor- ruft. Dies hat mir nicht gefallen. Wer je- doch den Si5351-BFO testen möchte,

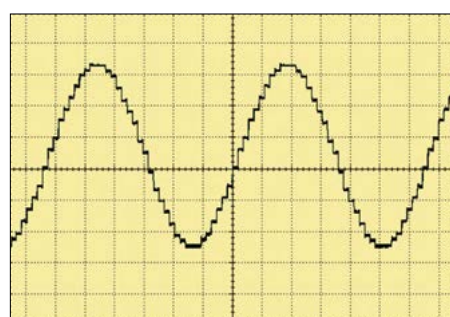


Bild 37: Signal des Mithörtons auf dem Bild- schirm eines Oszilloskops

Tabelle 5: Empfängerempfindlichkeit des Transceivers BM10

Band	MDS* [dBm]
40 m	-134
20 m	-136
15 m	-134
10 m	-126

* Messwerte bei einer Bandbreite von 500 Hz

kann es auf dem beschriebenen Wege tun. Mit der Taste 1 wird der BFO am Si5351 eingeschaltet und mit Taste 2 wieder aus- geschaltet. Anschließend erfolgt ein Neu- start der Firmware, da eine vollständige Initialisierung erforderlich ist.

HW/FW Version

Wenn man sich nach dem Einschalten noch einmal anschauen möchte, welche Hard- und Softwareversionen aktuell in Betrieb sind, so ist das mit dieser Funktion möglich. Die Anzeige im Display bleibt maximal 15 s stehen und lässt sich vor- zeitig mit Taste 1 beenden, siehe Bild 38.

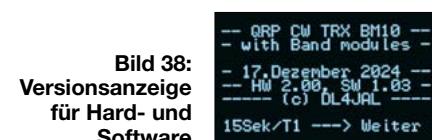


Bild 38: Versionsanzeige für Hard- und Software

Abschließende Bemerkungen

Der Empfänger des Transceivers hatte sich schon bei den ersten Tests als sehr empfindlich erwiesen, sodass ich den be- treffenden MDS-Wert gemessen habe (engl. *Minimum Detectable Signal*). Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammen- gefasst. Im höchsten Band steigt das Rau- schen bereits deutlich an, wenn eine An- tenne angeschlossen wird. Inzwischen ha- be ich den BM10 schon für etliche Funk- kontakte genutzt und bin sehr zufrieden mit dem Transceiver. Die Trennschärfe des ZF-Filters ist ausreichend hoch.

Die Stromaufnahme beim Empfang liegt deutlich unter 100 mA und ist somit erfreu- lich gering. Mit der Schrittweite 200 Hz/ 500 Hz kann man sehr schnell über den jeweiligen CW-Bandbereich drehen, um eine Station zu suchen. Die Maximallaut- stärke lässt sich über einen weiten Bereich einstellen, was vielen Funkamateuren er- fahrungsgemäß gefallen dürfte.

Alle Projektunterlagen sind auf meiner Website www.dl4jal.de zu finden. Für Rückfragen stehe ich gern zur Verfügung. Bauteile sind bei [2], [7] und [8] erhält- lich.

Ich wünsche viel Spaß und Erfolg beim Nachbau! dl4jal@t-online.de

Bezugsquellen

- [7] Reichelt Elektronik; www.reichelt.de
- [8] Digi-Key; www.digikey.de

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Mitgliederversammlung wählte neuen Vorstand

Vor Beginn des 40. Bundeskongresses in Goslar fand am 7.3. die jährliche Mitgliederversammlung statt. Nach dem Bericht von Günther Mester, DL3KAT (2. Vorsitzender), über die Aktivitäten seit der letzten MV und der Darlegung des Kassenberichts durch Matthias Dahlke, DJ9MD, erstattete der erweiterte Vorstand Bericht über das vergangene Vereinsjahr. Anträge an die Mitgliederversammlung wurden nicht gestellt.

Nach dem überraschenden Rücktritt des 1. Vorsitzenden auf der Mitgliederversammlung des vergangenen Jahres konnte mit der Wahl eines neuen Vorstandes das Bestehen des AATiS gesichert werden. Die 34 anwesenden Mitglieder wählten den neuen Vorstand, bestehend aus Prof. Dr. Harald Gerlach, DL2SAX, (1. Vorsitzender), Christian Zirlwagen, DJ9PH, (2. Vorsitzender), sowie Mathias Dahlke, DJ9MD, der als Kassenwart wiedergewählt wurde.



Der neue Vorstand mit DJ9PH, DL2SAX, DJ9MD
(v.l.n.r.) Foto: DH4KAV

Als neues Mitglied im erweiterten Vorstand wurde Henning Kunz, DO1HKU, begrüßt, welcher von Günther Mester, DL3KAT, jetzt den Medienversand übernimmt. Vielen Dank an Günther, der nun Vorsitz und Medienversand in die Hände seiner Nachfolger legen kann.

■ 40. AATiS-Bundeskongress endet mit Ballon-Massenstart

Nach der Vorstellung des frisch gewählten neuen Vorstands begann der Bundeskongress mit dem Eröffnungsvortrag von Dr. Martin Rothe, DF3MC, zum Thema *Wirkungsweise und Technik von Herzschrittmachern*. Mit Spannung erwartet wurde der Workshop zum Aufbau des *ELiSE 2.0 Photonic Communicators AS805* von Karsten Hansky, DL3HRT, und Ulrich Pöggel, DL5OAU, mit dem das auf dem letzten Bundeskongress ins Leben gerufene Photonik-Projekt nun Fahrt aufnehmen kann. Samstags wurden 20 Stück des Bausatzes



AS805 aufgebaut. Auf freier Fläche testete man die Geräte über eine Entfernung von 500 m. Das Außengelände der Tagungsstätte Haus Zeppelin wurde auch für einen Geodäsie-Workshop genutzt, bei dem Optik und Mathematik zusammenkamen. Tom Förster machte die Teilnehmer mit praktischen Vermessungsübungen im Umgang mit Theodolit und Fluchtstab vertraut.



Übung am Theodoliten

Foto: O. Happel

Zum Thema Photonik passten auch die Workshops von Volker Torgau zur Lichtmischung mit LEDs und von Mathias Dahlke, DJ9MD, der ein dekoratives LED-Corner-Light mit interessanten Lichteffekten zum Selbstbau anbot. Dr. Safia Oazi, DO1IOS, stellte das Futura-Projekt für Radioastronomie und Moonbounce an Schulen vor, welches das mittlerweile eingestellte Moonbounce-Projekt des MPI für Radioastronomie ablösen soll. Ein aufgebauter portabler 2,7-m-Parabolspiegel im Vortragsaal veranschaulichte das Equipment.



AS805-Lichtspruch zur Erde

Foto: O. Happel

Nicht fehlen durften unsere „Stammreferenten“ Paul Reuvers, PE1BXL, und Marc Simons, PE1RRT, vom Crypto-Museum, die neue Erkenntnisse zur legendären Chiffriermaschine *Enigma* lieferten und rare Exponate im Gepäck hatten. Nach den Ballonnutzlasten *Ikarus* und *Dädalus* stellte Jens Home, DM4JH, den *Phoenix* vor. Die 5 g leichte, solarbetriebene Nutzlast für Floating-Ballonmissionen,

die im WSPR-Protokoll auf Kurzwelle sendet, konnte als Bausatz AS825 aufgebaut werden. Der neugewählte 1. Vorsitzende Prof. Dr. Harald Gerlach musste neben seinem Vortrag über Amateurfunk als Begabtenförderung auch für den ausgefallenen AMSAT-Referenten Matthias Bopp, DD1US, einspringen und dessen Vortrag zum Planungsstand des neuen Amateurfunk-Satelliten übernehmen, was ihm aus dem Stand gut gelang. Als praktisches Messwerkzeug stellte Wolfgang Förtsch, DK4MZ, den Kleinstspannungs-Durchgangstester AS675 vor, mit dem sich auch empfindliche Bauteile auf Durchgang prüfen lassen.

Den spielerischen Zugang zur Mathematik eröffnete Dorothee Mester mit einem Parcours zur *Versteckten Mathematik in Alltag und Natur II*, der wie im vorigen Jahr, jedoch mit neuen Stationen, zur spielerischen Erkundung mathematischer Phänomene einlud. Besonders beeindruckten jedoch die routinierten Vorträge der jugendlichen Referenten. Leon Hellmich, DL3ON, berichtete hoch motiviert über die Jugendarbeit in der IARU und das YOTA-Treffen 2024 in Prag. Mika Köching, DL8MIK, referierte über Recycling und Umprogram-



Leon, DL3ON, (li.) und Mika, DL8MIK, (m.) bei den
Startvorbereitungen Foto: O. Happel

mierung professioneller Ballonsonden für Amateurzwecke. Sein Workshop endete am Sonntagmorgen mit einem Massenstart von zehn Ballons als würdiges Finale des 40. Bundeskongresses.

Mit 72 Teilnehmern verzeichnete der Bundeskongress wiederholt eine leichte Steigerung gegenüber dem Vorjahr (70).

■ Praxisheft 35

Die Beschreibungen der neuen Bausätze und viele weitere interessante Artikel finden sich im neuen Praxisheft des AATiS, welches für 15 € über bestellung@aatis.de angefordert werden kann. Das Inhaltsverzeichnis ist auf www.aatis.de einsehbar. Dank an die vielen freiwilligen Tüftler und Autoren, die das Praxisheft auch dieses Mal wieder zu einem „Must-have“ mit 129 Seiten gemacht haben.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ Midland 28 und 18

Mit dem Modell *Midland 28* hat Alan ein neues CB-Mobilgerät im Angebot, das sich sowohl mit 12 V als auch mit 24 V versorgen lässt. Dadurch eignet sich der AM/FM-Transceiver auch für den Anschluss ans Lkw-Bordnetz. Die maximale Sendeleistung erreicht die hierzulande für AM und FM zugelassenen 4 W. Die Frontplatte des mit Abmessungen von 114 mm × 43 mm × 180 mm (Breite × Höhe × Tiefe; Masse: 500 g) noch kompakten Mobilgeräts dominiert ein großes LC-Display, das sich entsprechend gut ablesen lässt. Für die Darstellung von Kanal, S-Meter, Sendeleistung sowie weiterer Optionen stehen sieben Hintergrundfarben und drei Helligkeitsstufen zur Auswahl.



Das Midland 28 ist für 12-V- sowie 24-V-Betrieb ausgelegt und besitzt ein großes, gut ablesbares LC-Display. Werkbilder

Die wichtigsten Funktionen sind auf der Frontplatte über Druck- und Drehknöpfe direkt erreichbar: An/Aus und NF-Lautstärke, manuelle sowie automatische Rauschsperrung (*Squelch*), Umschaltung zwischen AM und FM, Not- sowie Anrufkanäle 9 und 19, Kanalwahl. Ab Werk ist das Midland 28 auf allen 40 europaweit zugelassenen CB-Kanälen funkbereit. Im Menümodus lassen sich zudem weitere nationale Besonderheiten freischalten, darunter die 40 zusätzlichen FM-Kanäle in Deutschland.

Ebenfalls auf der Frontplatte ist eine sechspolige Mikrofonbuchse zugänglich. Das mitgelieferte Handmikrofon wurde laut Hersteller neu entwickelt und ermöglicht über zwei zusätzliche Tasten die Kanalschaltung. Außerdem lässt sich für den Empfang eine digitale Rauschunterdrückung über die NC-Taste (*Noise Cancellation*) dreistufig aktivieren. Die Ansprechschwelle der eingebauten VOX-Freisprechfunktion ist in fünf Stufen wählbar. Soll statt des eingebauten Lautspre-



Das Midland 18 ermöglicht eine unkomplizierte Installation und lässt sich mit einem am Stromversorgungskabel montierten Stecker für die „Zigarettenanzünder-Buchse“ über das 12-V-Kfz-Bordnetz betreiben.

chers eine externe Lösung zum Einsatz kommen, ist für deren Anschluss eine Lautsprecherbuchse vorhanden. Zum Lieferumfang des CB-Mobiltransceivers gehören ein abnehmbares Stromversorgungskabel, ein Handmikrofon, zwei Haltebügel für Funkgerät und Mikrofon sowie eine gedruckte Bedienungsanleitung. Im Funkfachhandel ist das Midland 28 für rund 150 € im Angebot.

Das ebenfalls neue CB-Mobilgerät *Midland 18* hat die gleichen Abmessungen und die gleiche Masse wie das Midland 28, unterscheidet sich aber bereits auf den ersten Blick durch die sparsamer ausgestattete Frontplatte. Dies betrifft im Wesentlichen das halb so große Display. Zudem sind die Bedienelemente für *Squelch* (manuell oder automatisch), An/Aus/NF-Lautstärke, Kanalwahl, AM/FM, VOX und Kanal 9/19 anders angeordnet. Der Transceiver bietet die gleichen Funktionen wie das Modell 28 einschließlich des neuen Handmikrofons mit Tasten zur Kanalwahl. Wie beim Midland 28, lässt sich die Empfangsempfindlichkeit in sieben Stufen reduzieren.

Eine Ausnahme bei der Ausstattung ist die beim Midland 18 fehlende digitale Rauschunterdrückung (NC). Außerdem ist der Betrieb nur an einer 12-V-Spannungsquelle möglich und die Zuleitung ab Werk mit einem Stecker für das 12-V-Bordnetz im Auto ausgestattet. Das Midland 18 kostet im Funkfachhandel rund 110 €. Zum Lieferumfang gehören neben dem Funkgerät ein Handmikrofon zum Anschluss an die sechspolige Buchse auf der Frontseite, eine Bügelhalterung mitsamt Schrauben zur Montage im Kfz, ein Mikrofonhalter und eine gedruckte Bedienungsanleitung.

■ Signale vom Brocken

Die nächste überregionale Berg-DX-Aktivität ist für den 26. 6. geplant, weitere Details folgen in dieser Rubrik in FA 6/2025. Bereits am Wochenende von Freitag, dem 25. 4., bis Sonntag, dem 27. 4., ist mit einer Bergfunkstation auf dem Brocken im Harz zu rechnen. Deren Standort ist im Brockenhotel und gefunkt wird mit einem CB-Mobilgerät Superstar 3900 für AM, FM und SSB über einen Vertikalstrahler auf dem Hoteldach. Es ist mit

viel Funkaktivität zu rechnen und auch Hobbyfreunde in benachbarten Ländern haben Versuche angekündigt, die Station vom Brocken ins Log zu bekommen. So dürfte es an den genannten Tagen nicht schwer sein, in Empfangsreichweite den für diese Aktivität aktuell genutzten Kanal zu finden.

Einige Tage später, am Freitag, dem 30. 4., veranstalten die Funkfreunde Südpfalz das erste Südpfälzer Funkertreffen. Geplant ist unter anderem ein Funkflohmarkt, außerdem besteht die Möglichkeit zum Campen und zum Aufbau von Antennen. Veranstaltungsort ist das Sportheim Dörrenbach in 76889 Dörrenbach. Fragen zum Ablauf sowie Anmeldungen bitte an funkfreundesuedpfalz@gmail.com per E-Mail. Zudem sei auf das nächste Rhein-Main-Funkertreffen hingewiesen, das für den 18. 7. bis 20. 7. geplant ist.

Abschließend eine Bitte um Hinweise: Mit der Einführung des 11-m-Jedermannfunks in Deutschland vor 50 Jahren kamen eigene CB-Funk-Zeitschriften heraus, darunter „C.B.-Radio“, das Fachmagazin für den Allgemeinen 11-m-KW-Sprechfunk“ aus dem Körner-Verlag. Sind Exemplare dieser von 1975 bis 1979 herausgegebenen Zeitschrift in einem Archiv zugänglich?

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr auf Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgierunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
25. – 27. 4.	CB-Funkaktion vom Brocken (Kanäle nach Bedarf)
30. 4.	Erstes Südpfälzer Funkertreffen, Dörrenbach (www.hill-billys.de)
26. 6.	Berg-DX ab 22.00 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0430-0625	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0558-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0600-0625	Radio Rumänien International – 9700
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-2200	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	SM Radio Dessau – 9670 (1.5.; GB)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregel- mäßig; D-h)
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1030-1100	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-1230)
1130-1225	Stimme von Türkiye – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Korches-Radio – 6070 (2. + 3. So/Monat; D-r)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1400	SM Radio Dessau – 6095 (1.5.; D-n)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880
1500-1600	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1658-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1730-1825	Stimme von Türkiye – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1800-1900	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat und folgenden Fr; D-r)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 11 775, 13 810 (Musikprogramm)
1800-2000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425 , 12 015
1900-2000	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2100-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg,
-r Rohrbach, -w Winsen/Aller,
-ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

Im März dieses Jahres feierte **Radio DARC** das zehnjährige Bestehen. Am 22.3.2015 war dieses Hörfunkprogramm für Funkamateure und Technikinteressierte erstmals auf Kurzwelle zu hören. Seitdem ist man jede Woche mit einer neuen Ausgabe auf Sendung. Radio DARC ist eines der wenigen verbliebenen deutschsprachigen Radioprogramme auf Kurzwelle.



Diplom für die Teilnahme am Contest des italienischen Hörerklubs Associazione Italiana Radioascolto (AIR)
QSLs: Lindner

Die Idee zu einer eigenen Radiosendung auf Kurzwelle entstand Anfang 2015 während eines Klubabends des Ortsverbands München-Süd. Dies war auch eine Reaktion auf die Abschaltung der Lang-, Mittel- und Kurzwellsender der öffentlich-rechtlichen Rundfunkstationen in Deutschland. Damals hätte wohl niemand erwartet, dass **Radio DARC** zehn Jahre später immer noch wöchentlich auf Sendung ist. Vielen Dank an alle Beteiligten, die sich in die Programmgestaltung ehrenamtlich einbringen!



QSL-Karte für die Sondersendung aus Moosbrunn über 100 Jahre Radio in Österreich am 6. 10. vergangenen Jahres

Die Ausstrahlung der einstündigen Sendung ist sonntags ab 0900 UTC auf 9670 kHz im 31-m-Band (125 kW; Sendestation Woofferton, England) und auf 6070 kHz im 49-m-Band (10 kW; **Channel292** Ingolstadt, Bayern) zu hören. Wiederholungen kommen täglich ab 1800 UTC auf 3955 kHz im 75-m-Band (10 kW Ingolstadt). Hinweise auf zahlreiche weitere Sendeplätze stehen unter www.darc.de/nachrichten/radio-darc online.

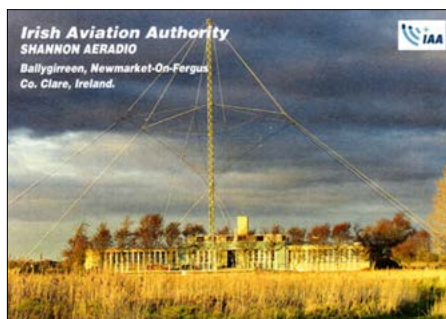
Immer hörenswert sind zudem die einstündigen **Radiotag**-Programme (<https://welle370.funkerberg.de>) der **welle370**, die monatlich



QSL-Karte der kanadischen Zeitzeichenstation CHU Ottawa (radio.chu@nrc-cnrc.gc.ca). Gesendet wird mit 3 kW auf 3330 kHz und 14670 kHz sowie mit 5 kW auf 7850 kHz.

vom Funkerberg aus Königs Wusterhausen zunächst auf der Mittelwellenfrequenz 810 kHz ausgestrahlt werden. Aufgrund der Sendeleistung von nur etwa 10 W sind die Empfangsmöglichkeiten allerdings regional eng begrenzt. Deutschlandweit gut hörbar sind dagegen die Wiederholungen am ersten Sonntag des Monats ab 0800 UTC auf 6095 kHz (100 kW Nauen) sowie am zweiten Sonntag des Monats ab 1600 UTC auf 3955 kHz (10 kW **Channel292**).

Weitere Programme diverser Anbieter sowie Eigenproduktionen kommen zeitweise über folgende private Kurzwellenstationen mit Standort in Deutschland: **Channel292** auf 3955 kHz, 6070 kHz, 9670 kHz (www.channel292.de). **Europa 24** auf 6150 kHz. **Radio HCJB Deutschland** auf 3995 kHz, 5920 kHz, 7365 kHz (www.radiohcjb.de). **Radio SE-TA2** auf 6115 kHz (samstags/sonntags). **Shortwave Radio** auf 3975 kHz, 6160 kHz (<https://shortwaveradio.de>). **Shortwaveservice** auf 3985 kHz, 6005 kHz, 6085 kHz. **Radio HCJB Deutschland** überträgt samstags und sonntags ab 0430 UTC, 0930 UTC, 1400 UTC, 1700 UTC und 2100 UTC ein von Hörerklubs gestaltetes Medienmagazin für Kurzwellenhörer. **SM Radio Dessau** (www.smradiodessau.de) sendet am 1.5. von 1300 UTC bis 1400 UTC auf 6095 kHz mit 100 kW über Nauen. Am 11.5.



QSL CARD Serving Aviation Since 1936

Shannon Aeradio, also known as Shannon Radio, is located approximately 10 Km north of Shannon Airport, County Clare. The service had its beginning at the first test base (Foreside) on the River Shannon in the 1930's. The service provides a long range voice communications service for Oceanic Air Traffic Control in the eastern half of the North Atlantic. The Oceanic ATC Centre is located at Farnborough in Scotland, hence the name Shannon (Shannon/Presidents). Shannon maintains contact with all flights in the Oceanic airspace via over 20 High Frequency channels, two VHF and two-way satellite voice communications. At peak times it handles in excess of 1,200 aircraft in a 24 hour period. In addition to the ATC communications service, Shannon is the Aeronautical Fixed Telecommunications Network (AFTN) centre for Ireland. This is an international telecommunications service linking airline offices, ATC and meteorological services worldwide. Another service provided to the aviation community from Shannon Aeradio, is the 'Pilot Broadcast Service'. This is a 24-hour, 365 day-a-year continuous broadcast of weather data to aircraft in flight.

Shannon Aeradio HF Frequencies (all kHz)

AirGround	3016	5296	8906	13306
2899	5616	8864	13291	
2872	5649	8879	13336	
2971	6079	8881		
3476	6622	8931		
3446	6547			
Volmet	3413	5205	8957	13264

(Also used are a range of RDAA (Regional & Domestic Air Route Area) frequencies, under sub-networks 12, 1 and 7). See <https://www.iaa.ie> for frequency details.

Confirming QSL with: *[Signature]* Date: *12/03/2016* UTC: *3013* kHz: *3013*

Shannon Volmet sendet rund um die Uhr Wetterinformationen auf 3413 kHz, 5505 kHz, 8957 kHz und 13264 kHz USB. Empfangsberichte bestätigt die Station mit einer solchen QSL-Karte.

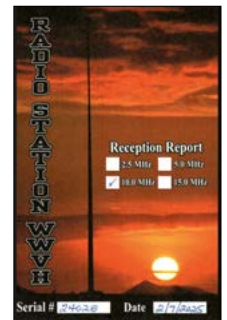
kommt ein weiteres Programm von 1100 UTC bis 1200 UTC auf 6070 kHz (10 kW **Channel292**) und 6095 kHz (100 kW Nauen).

Die **Deutsche Welle**, der Auslandsrundfunk der Bundesrepublik Deutschland, hat seine Sendungen in den vergangenen Jahren erheblich reduziert und strahlt derzeit wie folgt auf Kurzwelle aus: In Amharisch für Äthiopien von 1600 UTC bis 1700 UTC auf 15 275 kHz



Die US-amerikanische Zeitzeichenstation **WWVH Boulder, Colorado** (www.nist.gov), sendet unter anderem auf 10 000 kHz, 15 000 kHz und 20 000 kHz. Tests sind zudem auf 25 000 kHz aufzunehmen.

Bei guten Ausbreitungsbedingungen ist der Zeitzeichensender **WWVH Kauai, Hawaii** (www.nist.gov), auf 10 000 kHz oder 15 000 kHz in Europa empfangbar. Die Station ist anhand der Zeit- und Stationsansagen durch eine weibliche Stimme leicht erkennbar.



Aktuelle QSL-Karte von **Rádio Nacional da Amazônia**. Die brasilianische Station sendet auf den Kurzwellen 6180 kHz sowie 11780 kHz und ist nachts oft in Mitteleuropa aufzunehmen.

und 17 800 kHz über die Sendestation Issoudun. In Arabisch für den Sudan mittwochs von 1215 UTC bis 1300 UTC auf 15 275 kHz und 17 800 kHz (Sendestation Issoudun, Frankreich) sowie von 1830 UTC bis 1915 UTC auf 15 275 kHz und 17 840 kHz (Sendestation Nauen, Deutschland). Die letztgenannte Ausstrahlung für die Bürgerkriegsregion im Sudan ist aktuell die einzige, die die **Deutsche Welle** über eine KW-Sendestation in Deutschland ausstrahlen lässt.

Die Informationen hat **Harald Kuhl, DL1AX**, zusammengestellt.

ADDX Ihr Partner für weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => **kostenlos:**

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung Mai 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Das Maximum der Sonnenaktivität im Zyklus 25 ist höher als erwartet. Verglichen mit dem Jahr 2024 sehen wir im ersten Quartal dieses Jahres jedoch einen Aktivitätsabfall, der so auffällig ist, dass alle drei traditionellen und anerkannten Quellen aus Europa, Amerika und Australien für die kommenden Monate nur kontinuierlich fallende Werte angeben. Selbstverständlich kann sich das alles noch ändern.

Bereits zu Beginn des Frühjahres haben vorsichtige und erfahrene Beobachter Hinweise auf mögliche zukünftige Aktivitäten in der nördlichen Sonnenhemisphäre gefunden. Bisher war die Aktivität in der südlichen Hemisphäre dominant. Zwei Möglichkeiten sind wahrscheinlich. Das offizielle Szenario ist,

dass wir das Maximum im 25. Sonnenfleckenzyklus bereits überschritten haben. Ein gewagteres Szenario geht davon aus, dass wir das Maximum in diesem Jahr noch beobachten werden. Man kann immer auf Überraschungen hoffen.

Für Mai 2025 werden folgende Sonnenfleckenzahlen R vorhergesagt: NOAA/SWPC 144,6, SIDC (WDC-SILSO) 137 mit der klassischen Methode und 139 mit der kombinierten Methode. Beim australischen BOM SWS lesen wir 121,5. Unseren Ausbreitungsdiagrammen liegt $R = 120$ zugrunde.

Der Monat Mai ist für DX-Jäger nicht der populärste Monat. Er wird etwas mühevoller, bestimmte Gebiete zu erreichen. Langsam startet auch der Sommer in der Ionosphäre. Die Maxima der höchsten nutzbaren Frequenzen fallen deutlich, während die sporadische E-Schicht zur Abwechslung häufiger auftritt.

Vom März hatten wir mehr erwartet, als die Ionosphäre geliefert hat. Grob gesagt, sind die Gründe für die schlechten Ausbreitungsbedingungen klar. Dies sind die häufigen geomagnetischen Störungen und der intensiv wehende Sonnenwind, aber auch die entgegen-

gesetzte Polarität der longitudinalen Komponente des interplanetaren Magnetfeldes. Andererseits trug gerade am Anfang der Störungsphasen der schnelle Sonnenwind zur erhöhten Ionisierung bei. Wer vorbereitet war, war oftmals positiv überrascht. Die besten Tage lagen in der Monatsmitte und zu Beginn der Störung am 26. März. Danach waren die Bedingungen ziemlich schlecht.

Aus Beobachtungen und Messungen haben wir für den März 2025 folgende Mittelwerte: SIDC $R_i = 134,2$, DRAO SF = 163,2 und unerwarteterweise wieder einen hohen geomagnetischen Aktivitätsindex von Wingst $A = 16,2$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für den vergangenen September beträgt $R_{12} = 159$.

Legende zu den Diagrammen

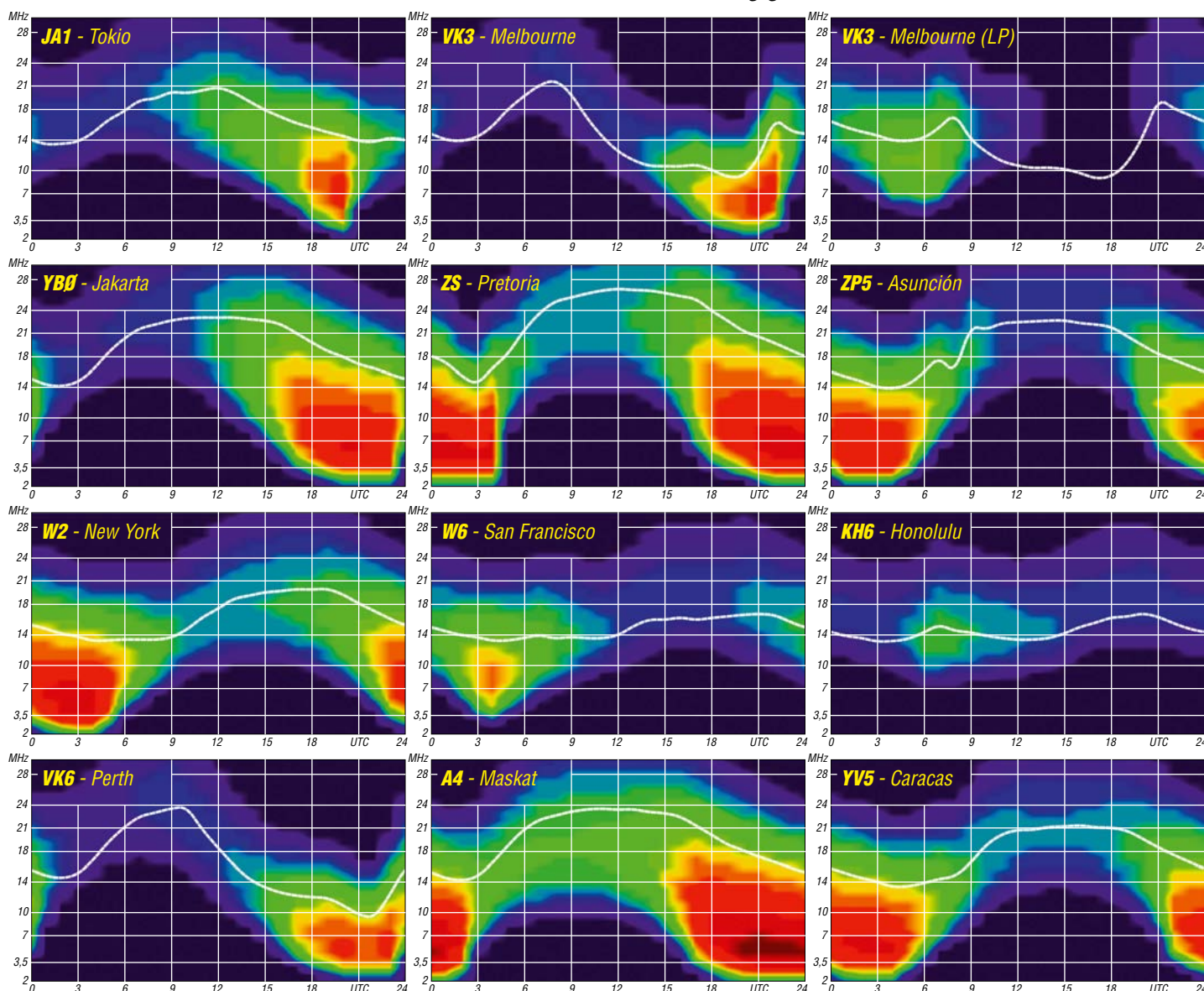
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



IOTA-DL-Honor Roll und Liste 2025

Mitte Februar 2025 wurden die IOTA Honor-Roll und die Jahresliste auf www.iota-world.org/de/islands-on-the-air/performance-listings/honour-roll-2017.html (Link mit der Jahreszahl 2017 ist richtig) veröffentlicht. Ein Abruf der Listen kann übrigens ohne eine Anmeldung erfolgen.

Das Highlight der IOTA-Aktivierung für den zurückliegenden Berichtszeitraum (2024) war vermutlich die Aktivierung der Insel Jarvis (Präfix KH5) mit der IOTA-Referenznummer OC-081 im August 2024. Diese Insel wurde letztmalig vor 34 Jahren aktiviert, demzufolge war sie von IOTA-Jägern, wie auch DXern (KH5) während des gesamten DXpeditionszeitraums stark umlagert.

Warum der IOTA-Manager allerdings nur Verbindungen anerkannte, bei denen sich der Operator zum Zeitpunkt des QSOs auf dem Schiff befand, das vor der Insel ankerte, bleibt ein Geheimnis. Durch diesen Umstand hatten zwar viele IOTA-Jäger ein N5J-Kontakt im Log, der zählte aber nicht für IOTA, weil der OP

nicht remote vom Schiff funkte. Diese verschärfte Regel, im Gegensatz zum DXCC (hier zählten alle QSOs), wird weltweit nicht nur Freude bei den IOTA-Jägern ausgelöst haben. Unter Umständen könnte die Entscheidung seitens des IOTA-Komitees in dieser Frage sogar potenzielle Interessenten am IOTA-Programm abgeschreckt oder enttäuscht haben. Neben dieser extensiven DXpedition gab es im zurückliegenden Wertungszeitraum über das Jahr verteilt viele kleinere und größere IOTA-DXpeditionen. Von der Einmann-Urlaubsaktivität aus Skandinavien bis zu mehrköpfigen DX-Teams weltweit war alles dabei.

Bis zum Stichtag am 31. 1. 2025 konnte jeder IOTA-Jäger über den Checkpoint des jeweiligen Landes die Anzahl der bestätigten IOTA-Inselgruppen zur Wertung einreichen. Weltweit haben sich an der Auswertung 1466 Einmannstationen, SWLs und Klubstationen beteiligt und einer Veröffentlichung zugestimmt. Die Beteiligung am IOTA-Programm ist damit gegenüber dem Vorjahr weltweit leicht gesunken. Den ersten Platz belegt mit 1134 bestätigten Inseln weiterhin Tom, 9A2AA, aus Split.

Für Deutschland ergibt das im Detail folgendes Bild: In der Honor-Roll und Jahresliste zusammengekommen haben sich 178 Sende-



stationen (ohne Berücksichtigung von Klub-, VHF- und SWL-Wertung) beteiligt, damit ist die Teilnehmerzahl der Einmannstationen gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken.

Tabelle 1 zeigt die Honor-Roll für Deutschland. Die Marke für die Honor-Roll lag am Stichtag 31. 1. 2025 bei 568 Inselgruppen, das sind genau 50 % der aktivierten Inselgruppen weltweit. Tabelle 2 beinhaltet die fortgeführte Jahresliste. Auch in diesem Jahr wurden einige Stationen nicht mehr gelistet, die in den letzten fünf Jahren kein Update durchführten. In Deutschland betraf es diesmal die Rufzeichen DL5ME, DJ5AV, DK2BR, DJ4GJ, DF7GK, DK7MD, DL4FAY, DK3DG, DK3BT, DL8JS, DL4CF, DL9WO, DJ3XA, DL2DQN. Der zuletzt gemeldete IOTA-Bestand ist aber nicht gelöscht und kann jederzeit durch ein Update reaktiviert werden.

Als Neueinsteiger ins IOTA-Diplomprogramm können dieses Jahr DH2ID, DG7RO, DK9HN, und DL5AVJ begrüßt werden. Auch Wiedereinsteiger gab es im Jahr 2025, unter ihnen waren DF1PY, DM5JBN, DL2SWW, DF2PI, DL2YY und DL1ASA.

Kein Update seit fünf Jahren haben DL5MX, DL2RU, DL1CL, DL9UBF, DL2OE, DL3BRE, DL8UAT, DL5ZL, DK1EI, DL8WEM, DM3PKK, DL2DWC, DL3JXN, DL2ASB, DL4FCG, DL9NEI, DJ2II, DL2RUM, DM4EZ, DK5LQ, DL9YCS, und DC5IMM durchgeführt. Sofern bis 31. 1. 2026 keine „Auffrischung“ des IOTA-Kontos erfolgt, werden diese Stationen im kommenden Jahr nicht mehr gelistet.

Wer sich an der weltweiten IOTA-Wertung (inklusive Deutschland) beteiligen möchte, müsste bis spätestens 31. 1. 2026 beim DL-Checkpoint (DK1RV) seinen (Online-)Antrag verifizieren lassen. Die nächste IOTA-DL-Liste (2026) erscheint dann in einem Jahr hier im FUNKAMATEUR.

Weitere Informationen auf www.iota-world.org oder per E-Mail an DK1RV.

Alle Daten ohne Gewähr. Berücksichtigt sind nur Teilnehmer, die einer Veröffentlichung ihrer Ergebnisse zugestimmt haben.

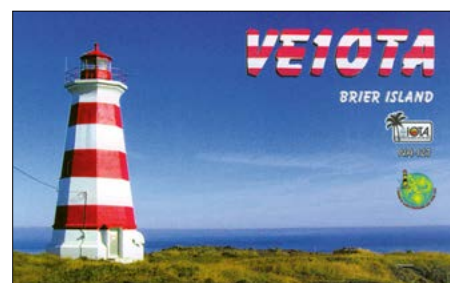
Mario Borstel, DL5ME

Tabelle 1: IOTA-DL-Honor Roll 2025
(Rang, Rufzeichen, bestätigte Inseln)

1	DL8NU	1117	48	DL6CNG	785
2	DF9ZN	1098	49	DL5KUD	777
3	DL1BKK	1090	49	DF5JE	777
4	DK1RV	1088	51	DL6ZFG	767
5	DL4MCF	1085	52	DL6MIG	752
6	DL6MST	1083	52	DL9MKA	752
6	DL8FL	1083	54	DL1FU	747
8	DL8MLD	1078	55	DH2PC	743
9	DL7CM	1076	56	DL3BRE	727
10	DL5CT	1073	57	DL5CW	717
11	DL1BKI	1064	58	DL8UAT	708
12	DK6NJ	1060	59	DK3DUA	704
13	DJ3XG	1054	60	DJ8VC	685
14	DL5DSM	1049	60	DL9MRF	685
15	DL6ZGX	1046	62	DJ9IN	682
16	DL6KVA	1028	63	DB3LO	677
17	DL2VPF	1027	64	DL1NAX	672
18	DL2RNS	1026	65	DL8ZBA	667
19	DL8DSL	1018	65	DL4MN	667
20	DH5VK	1017	67	DL5DF	656
21	DJ9HX	1013	68	DL2VFR	652
22	DK1FW	1005	69	DJ1OJ	645
23	DL5MX	999	70	DL4SZB	642
23	DK5WL	999	71	DL5ZL	641
25	DL2CHN	995	72	DL7VKD	638
26	DL6JGN	993	72	DL3TC	638
27	DL4FCS	969	74	DL1ROJ	637
28	DL3APO	968	75	DL1ASA	627
29	DL2RU	967	76	DL1TRK	623
30	DL2DXA	950	77	DG5LAC	618
30	DL1EJA	950	78	DL2YJ	617
30	DF6QP	950	79	DL4BBH	607
33	DL6KR	942	80	DF7FC	605
34	DL3JON	907	81	DL6JZ	602
35	DK1BX	901	82	DK6WA	601
34	DL1CL	893	83	DL5XAT	601
37	DL4FDM	892	84	DL9NC	599
38	DL1AMQ	880	85	DL5XL	598
39	DK3GG	875	86	DL3SUG	597
40	DL7VSN	859	86	DM3ZF	597
41	DL3JPN	855	88	DF2PI	595
42	DL9UBF	840	89	DF8HS	570
43	DL2OE	828	89	DL2DQL	570
44	DK2LO	825			
45	DL5AN	821			
46	DL6MHG	809			
47	DL3KZA	786			

Tabelle 2: IOTA-DL-Jahresliste 2025
(Rang, Rufzeichen, bestätigte Inseln)

91	DL6MKA	565	138	DG7RO	271
92	DK7YY	555	139	DH1OK	268
93	DK1EI	514	140	DG8HJ	257
94	DL8WEM	510	141	DD5MA	254
95	DJ6OI	482	142	DH2PG	251
96	DF1ZN	476	143	DL1BSN	247
97	DL2VM	474	144	DL2RZG	243
98	DL7UVO	473	145	DL1HTW	236
98	DL2SWW	473	146	DL2RUM	233
100	DK7TX	466	147	DL8MF	231
101	DK8MM	465	148	DL9ZWG	224
102	DM3PKK	459	149	DL1JPF	223
103	DL2DWC	457	150	DL3MB	213
104	DL6FBR	448	151	DD0VU	207
105	DL5AVJ	435	152	DO7ES	206
106	DL1AY	430	152	DL1USB	206
107	DL3LBM	416	154	DJ8XB	205
108	DL2GAC	414	154	DF4XG	205
109	DL7UGO	405	156	DD0VE	200
110	DL3JXN	401	157	DL2RTU	192
111	DL2ASB	400	158	DF2GH	189
111	DF2LH	400	159	DL8UD	188
113	DJ3CS	397	160	DH2ID	172
114	DL8BFV	394	161	DK3CG	168
115	DL1BSH	388	162	DH7RG	160
116	DL9FCY	365	163	DM4TJ	153
117	DL6UAA	359	164	DL5JH	152
118	DL2YBG	358	165	DM4EZ	143
119	DK9HN	352	166	DA2DX	138
120	DL7HKL	351	167	DL3DUE	132
121	DM5JBN	340	168	DK5LQ	129
122	DL1HBT	327	169	DD3KF	124
123	DH0JAE	320	170	DM1HR	113
124	DL3FCG	308	171	DK3ME	110
125	DL3MDJ	305	171	DH0GME	110
125	DF1PY	305	171	DH0GHU	110
127	DL5NO	302	174	DL9YCS	106
128	DL9NEI	301	175	DO9LX	105
128	DL8JDX	301	176	DF9TW	101
130	DK8IZ	300	176	DL2RPN	101
130	DH3RD	300	178	DC5IMM	100
132	DL8UVG	293			
133	DL4FAP	284			
134	DJ2II	282			
134	DF9VJ	282			
136	DM2FX	278			
137	DL8ZAJ	277			



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
Försterweg 8, 09437 Börnichen
E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ 400 Ausgaben „Bergkurier“

Im August 2009 erschien der Bergkurier mit der Nummer eins. Bernd, DL2DXA, schreibt: „Beginnend mit dieser heutigen ersten Ausgabe möchte ich mich an die aktiven Bergfunker in Sachsen und dem befreundeten Ausland wenden (u. a. Lennart, DM2MM). Thema soll unter anderem sein, über Vorschläge für neue Berge im Jahr 2010 zu diskutieren und aktive OPs zu Wort kommen zu lassen. Schön wären auch Erfahrungsberichte, Wandervorschläge, Antennenbauanleitungen und Ähnliches.“



Titel der ersten Ausgabe des Sächsischen Berg-Kuriers im August 2009 Screenshot: DL2HSC

Aus den anfänglich vier A4-Seiten im PDF-Format sind mittlerweile schon manchmal über zehn Seiten geworden. Seiner Aufforderung, Beiträge für den Bergkurier zu liefern, sind bisher schon viele Bergfunker nachgekommen.

Von Anfängererfahrungen bis zu Reiseberichten von entfernten Inseln und Vorstellungen von Portabel-Stationen findet man alles. Veröffentlicht werden die Kuriers auf den SBW-Seiten von Uli, DL2LTO. Neben sämtlichen Ausgaben gibt es hier ein komplettes Inhaltsverzeichnis aller bisher erschienenen Bergkuriers (www.dl2lto.de). Bergfunk-Ankündigungen, Berichte, Diskussionen u. a. laufen über die Google-Gruppe *sbwe*.

■ Bergfunk-Termine

3/4.5.: GMA S2S-Wochenende. Alle erreichten Punkte an den S2S-Wochenenden werden mit 2 multipliziert und fließen in das (G)MA- und das (G)MC-Ergebnis ein.

5.5.: Europatag der Schulstationen. An diesem Montag besteht die Möglichkeit, aktive Schul- und Ausbildungsstationen vom Berg aus zu arbeiten und vielleicht sogar Interesse am Bergfunk bei den Jugendlichen zu wecken. Ich erinnere nur an den früheren SOTA-Jugendpokal.

Zudem können Punkte für das *Red Ink Award* des AATiS e.V. erreicht werden, welche die Schulstationen vergeben. Ausschreibung siehe www.aatis.de/content/ausschreibung-zum-26-europatag-der-schulstationen und S. 413.

10.5.: Chiemgau-SOTA-Tag Chiemgau on air. Bisher haben sich für den ganzen Tag schon Bergaktivierer aus Deutschland, Österreich und Italien über *Sotawatch* angemeldet. Vergeben wird auch das Sonderrufzeichen **DL25COA** des DARC-OV Traunstein, C16, wir berichteten im letzten QTC.

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ SO-124/HADES-R neu im Orbit

HADES-R der AMSAT-EA ist ein 1,5U-PocketQube. Die Hauptmission ist ein FM-Repeater, der ständig zur Verfügung steht und ohne Subton genutzt werden kann. Die Aktivierung erfolgte nach einer Testserie am 19. 2. 2025. Der Uplink liegt bei 145,925 MHz FM. Von der IARU wurde ein Downlink auf 436,888 MHz FM koordiniert.

An einem schmalen freien Platz im PocketQube wurde für Tests das SMART-IR Graphen-Experimentiermodul der Universität Manchester (UK) integriert. Die Daten werden in einem spezifischen Format mit der Telemetry gesendet. Sie sind offen und öffentlich einsehbar. Auf Anfrage von AMSAT-EA teilte AMSAT-NA die Bezeichnung Spain-OSCAR-124 (SO-124) zu. Weitere Informationen sind unter www.amsat.org/two-way-satellites/so-124-hades-r verfügbar.

HADES-R startete am 14. 1. mit der SpaceX-Mission Transporter-12 von der Vandenberg Space Force Base. Am 22. 1. um 1542 UTC wurde der PocketQube vom Raumschlepper ION-SCV-016 des Unternehmens D-Orbit endgültig in den Orbit ausgesetzt. Die NO-RAD-Nummer für die Keplerdaten ist 62690.

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Amateurfunk auf Mittelwelle

Nach der Umstellung auf das GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*), das digitale und satellitengestützte Notrufsystem für die Seeschifffahrt, wurde die bis dahin genutzte internationale Not- und Anrufrfrequenz 500 kHz im MW-Bereich aufgegeben. Nach fast 100 Jahren endete auch die bis dahin obligatorische Hörwache auf dieser Frequenz.

Frühzeitig interessierten sich Funkamateure für diesen freigewordenen Frequenzbereich. Um Experimente und Versuchsbetrieb zu ermöglichen, erteilte beispielsweise in den USA die Fernmeldebehörde FCC im Jahr 2006 einige Sondergenehmigungen. Diese waren zunächst auf zwei Jahre befristet. Alle Stationen erhielten das Rufzeichen WD2XSH, dem zur Unterscheidung zusätzlich jeweils eine Zahl hinzugefügt wurde.

Im Rahmen der Weltfunkkonferenz (WRC-12) wurde ab dem 1. 1. 2013 ganz offiziell der Frequenzbereich 472 kHz bis 479 kHz dem Amateurfunkdienst auf sekundärer Basis zugewiesen. Auch die zuständige deutsche Fernmel-

deverwaltung hatte sich dem angeschlossen und zunächst im Rahmen einer Duldung den Amateurfunkbetrieb auf diesem Band ermöglicht (BNetaA, Mitteilung Nr. 386/2012).

UTC	dB	dT	Freq	dF	Call	Grid	km	dBm
2024-13	0.2	0.475734	0	DC8DX	J021	466	27	(501 mW)
2032-27	0.1	0.475640	0	OK2DB	JN48	566	27	(501 mW)
2040-27	0.1	0.475672	0	HA3PV	JN96	793	27	(501 mW)
2048-27	-0.1	0.475689	0	OH1LSO	KP83	1278	30	(1.0 W)
2050-25	0.2	0.475734	0	DC8DX	J021	466	27	(501 mW)
2100-25	-0.1	0.475664	0	OH1LSO	KP83	1278	30	(1.0 W)
2106-12	0.2	0.475735	0	DC8DX	J021	466	27	(501 mW)
2114-24	0.1	0.475640	0	OK2DB	JN48	566	27	(501 mW)

WSPR-Empfang auf 630 m am KiWiSDR von DE2MAC (Bernau bei Berlin)

Screenshot: DL7UAW

Tagsüber funktioniert die Ausbreitung im MW-Bereich nur über die Bodenwelle. Mit Einbruch der Dunkelheit kommt der Ausbreitungsweg über die Raumwelle hinzu. Das vergrößert die Reichweite um Hunderte von Kilometern. So sind beispielsweise im tagsüber toten MW-Rundfunkband plötzlich Stationen aus anderen europäischen oder nordafrikanischen Ländern, in denen noch immer AM-Rundfunksender aktiv sind, aufzunehmen.

Der Funkbetrieb im exotischen 630-m-Band ist meist nur sporadischer Natur. Bakenstationen, wie SM4WII/B in Telegrafie oder europäische WSPR-Stationen, sind in den Abend-

und Nachtstunden dagegen häufiger zu beobachten.

Eine spezielle Herausforderung stellt in diesem Amateurfunkband die Antenne dar. Ein Halbwellendipol mit einer Spannweite von rund 300 m lässt sich nicht so ohne weiteres an jedem Standort realisieren. Als Sendeantennen werden als Kompromisslösung oft Langdrahtantennen, die mithilfe einer in Reihe geschalteten Induktivität elektrisch verlängert werden, eingesetzt. Für den Empfang eignen sich kleinere Rahmen- oder Ferritantennen.

Im Monat März dieses Jahres war, jeweils mittwochs ab 2000 UTC, das Sonderrufzeichen DL2025E aus Rostock, Locator JO64BD, im 630-m-Band in Telegrafie aktiv. Gesendet wurde von der Klubstation DL0MCM (Museumsschiff *MS Dresden*).

An diesen Aktivitätstagen kamen europaweite Funkkontakte zustande, die auch von SWL-Stationen beobachtet wurden. Die per E-Mail übermittelten SWL-Berichte enthielten Angaben zur Antennenanlage und der verwendeten Empfangstechnik. Die teilweise eingereichten Audiomitschnitte der Funkverbindungen vermittelten einen interessanten akustischen Eindruck vom Empfang der MW-Signale.

Literatur

- [1] <https://2025c.de/630m>
- [2] www.fading.de/antennentechnik/bauanleitung_rahmenantenne
- [3] <https://schiffahrtsmuseum-rostock.de>

45. Gigahertz-Tagung Dorsten

Am 15. Februar 2025 fand in Dorsten die 45. Gigahertz-Tagung statt. Mit über 160 Gästen aus Deutschland und den direkten Nachbarländern war sie so gut besucht wie in den letzten Jahren. Das Programm war einerseits mit acht Vorträgen gut gefüllt, andererseits gab es aber auch genügend Zeit für den persönlichen Austausch.

■ Begrüßung und Ehrungen

Ralf Benninghoff, DG6EA, eröffnete die Tagung und überbrachte die besten Wünsche von Peter Hörig, DL4BBU, der leider krankheitsbedingt nicht teilnehmen konnte. Der Bürgermeister der Stadt Dorsten, Tobias Stockhoff, begrüßte als „Hausherr“ die anwesenden Funkamateure. Er freute sich, wieder zahlreiche Gäste in seiner Stadt begrüßen zu können. In seinem Grußwort machte er deutlich, dass das Interesse an MINT-Themen, also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, bereits im Kindergarten- und Grundschulalter geweckt werden muss. Kinder, die Fragen nach der Natur der Dinge stellen, lassen sich auch später leichter für MINT-Themen begeistern.

Persönlich bat er die anwesenden Funkamateure um Hilfe bei der Entschlüsselung der Kommunikation mit seiner fünf Monate alten Tochter. Ein Wunsch, den die Zuhörer zwar lebhaft nachvollziehen konnten, dessen Umsetzung aber ein äußerst komplexes Problem darstellte. Anschließend begrüßte der Vorsitzende des DARC e.V., Christian Entfellner, DL3MBG, die Gäste. In seinem Grußwort ging er auf die intensive und erfolgreiche Unterstützung der Bundesnetzagentur beim Erhalt des 23-cm-Bandes in Deutschland ein und dankte für dieses Engagement.

Nach einer kurzen Begrüßung durch den Vorsitzenden des DARC-Distrikts N, Westfalen-Nord, Clemens Miara, DG1YCR, folgte die traditionelle Vorstellung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Der DARC-Referent für Conteste, Paul Schimanski, DF4ZL, berichtete in seinem Vortrag über die Contestaison 2024. Die Teilnehmerzahlen waren stabil, bei den eingereichten Logs gab es 2024 keine berichtenswerten Vorkommnisse. Die Contestregeln für 2025 wurden überarbeitet bzw. aktualisiert. So wurde in allen KW- und UKW-Contesten eine *Trainee-Klasse* (Trainee = DN1 bis DN8 und /T-Rufzeichen) eingeführt, die jedoch nicht für die Klubmeisterschaft und den UKW-Contest-Pokal gewertet wird. Anschließend nahm Paul, DF4ZL, zusammen mit Christian, DL3MBG, die Siegerehrung für den UKW-Contestpokal 2024 vor.

■ Technische Vortragsreihe

Damit war der organisatorische Teil der Tagung abgeschlossen und der erste Technikvortrag konnte beginnen.

Bereits zum vierten Mal trat Gerald Ihninger, OE2IGL, als Erster in den Ring und referierte routiniert über *Kostenlose Simulationen von*

Strahler und Reflektor für höchste Performance. Der Vortrag zeigte eine Veränderung der letzten Jahrzehnte im Amateurfunk im Gigahertz-Bereich auf: Mithilfe professioneller Software-Tools simuliert OE2IGL Strahler und Reflektoren, wo früher mit unzähligen Versuchsaufbauten experimentell das Optimum ermittelt wurde. Jedoch sind nach wie vor fundierte Kenntnisse der Hochfrequenztechnik erforderlich, ohne die weder die Software-Tools noch die Versuchsaufbauten zu beherrschen sind. Dominique Fässler, HB9BBD, berichtete über die Mikrowellenbaken auf dem Rigi-Bergmassiv in der Schweiz. Neben einem kurzen historischen Rückblick in die frühen 1980er-Jahre stellte er die heute verwendete Technik vor. Über seine erfolgreichen EME-Verbindungen auf 47 GHz in CW berichtete Manfred Plötz, DL7YC. Damit teilte er in nunmehr vier Vorträgen seine Erfahrungen, Misserfolge und schlussendlichen Erfolge auf 47 GHz EME in Dorsten.

Die anschließende Mittagspause konnte wieder für Messungen an selbstgebaute Baugruppen oder Geräten genutzt werden. Dirk Fischer, DK2FD, stellte Messplätze (Netzwerk- und Spektrumanalysatoren) speziell für den Gigahertz-Bereich zur Verfügung und unterstützte auch bei den Messungen und der Interpretation der Ergebnisse. Erfreulicherweise wurde dieses Angebot wieder intensiv genutzt.

Nach der Mittagspause setzte Markus Wehrl, DH5FBH, seine Vortragsreihe über die PLL-OCXOs fort. In seiner gewohnt unterhaltsamen Art entführte er die Zuhörer in die Welt dieser besonderen Art von Oszillatoren. Wie Markus, DH5FBH, sagte: „... der Fels in der Brandung von Zeit und Frequenz“.



Dirk Fischer, DK2FD, an seinem Messplatz
Foto: DH6BB

Igor Konovalov, DF4AE, zeigte in seinem Referat, wie man einen Vortrag mit praktischen Versuchen auflockern kann. Passend zu seinem Vortragstitel *Selbstbau-(Mess-)Technik und Experimente bei 24 GHz* präsentierte er den aufmerksamen Zuhörern Messungen an selbstgebaute Hohlleitern mittels eines Netzwerkanalysators. Eine Premiere war dabei die Unterstützung durch seinen zwölfjährigen Sohn Arthur, der die Live-Messungen der 24-GHz-Komponenten mithilfe einer Kamera gekonnt auf die Leinwand brachte.

Ralf Wehling, DF6VW, behandelte in seinem Vortrag die Themen Steuerung, Überwachung

und Stromversorgung eines Mikrowellentransformators. Er zeigte den aktuellen Stand seines Projektes anhand einer universell anpassbaren Mikrocontrollerlösung auf Basis des ATMEGA328P. In seinem Vortrag ging er auf die Verwendung von fertigen Step-Up- und Step-Down-Modulen ein, um eine robuste und kostengünstige Spannungsversorgung der Komponenten zu realisieren.



Angeregte Gespräche während der Mittagspause im Foyer
Foto: DH6BB

Zum ersten Mal besuchte Marc Fröhlich, DO5AMF, die Gigahertz-Tagung und hielt gleich einen spannenden Vortrag mit dem Titel *Softwaregestützte Optimierung der Betriebstechnik von Conteststationen*. Der ON4KST-Chat ist bei den großen Contesten aufgrund der hohen Anzahl von Meldungen ohne unterstützende Softwarelösungen nicht zu bedienen. Hier stellte Marc, DO5AMF, seine an UCX-Log angepasste Lösung vor. Die intensive Fragerunde im Anschluss an den Vortrag zeigte einmal mehr die Bedeutung des ON4KST-Chats für die Funkverbindungen auf den Mikrowellenbändern, insbesondere bei den großen UKW-Contesten.

Zum Abschluss des Vortragsprogramms referierte Uwe Zemke, DL1SUZ, über Telemetrie für Transverterboxen und erläuterte die praktische Umsetzung unter Verwendung des MODBUS/RTU-Protokolls. Auf der Internetseite der Gigahertz-Tagung können dazu Beispielprogramme zur Anpassung an die eigene Station heruntergeladen werden.

Erfreulich war, dass im Anschluss an die Vorträge viele Fragen und Anregungen aus dem Auditorium an die Referenten gerichtet wurden. So konnten sowohl die Teilnehmer als auch die Referenten vom Dialog profitieren und Anregungen für weitere Projekte mitnehmen. Es hat sich wieder einmal gezeigt, dass gerade der persönliche Austausch für die fachliche Weiterentwicklung unter Funkamateuren von enormer Bedeutung ist.

Aus dem DARC-OV Herrlichkeit-Lembeck, N38, haben Wilfried Ornowski, DL9YDC, und Peter Hilgert, DO8PH, mit ihrem Team dankenswerterweise die Bewirtung während der Veranstaltung übernommen und beim Aufbau und Abbau geholfen.

■ Zum Tagungsband

Vom Tagungsband der 45. Gigahertz-Tagung sind noch einige Exemplare erhältlich. Weitere Informationen sind auf der Website www.ghz-tagung.de unter → *Tagungsbände* zu finden.

Ralf Benninghoff, DG6EA

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 6. 3. bis 2. 4. 2023

■ CondX

Der solare Flux ist ein Maß für die Intensität der abgegebenen Sonnenenergie, gemessen bei einer Wellenlänge von 10,7 cm. Schauen wir auf den durchschnittlichen Verlauf der solaren Fluxeinheiten, wie etwa die Kurve des 81-Tage-Verlaufs, dann deutet diese nun nach unten. Das Maximum des 25. Zyklus liegt wohl hinter uns. Ob und wann es ein zweites, deutliches Maximum geben wird, wie in den drei Zyklen davor, ist ungewiss.

Zu Beginn des Berichtszeitraumes registrierten wir Fluxwerte um 150 bis 160. Geomagnetische Störungen traten am 8. und 9. auf. In der zweiten Märzdekade stiegen die solaren Fluxeinheiten in Richtung 200, Sonnenflecken gab es reichlich, die Zahl der Flares nahm zu. Gegen Ende des Monats verringerte sich diese Aktivität erneut auf einen Flux um die 150, die Sonnenfleckenrelativzahl fiel unter 100.

In der Praxis konnte man über den gesamten Monat auf allen KW-Bändern funken. Jedoch fallen die Öffnungszeiten der oberen Bänder mitunter kürzer aus und die Signalstärken variieren deutlicher.



■ DXpeditionen – Rückblick

VP8CIW und VP8TXF brachten mit ungefähr 12 500 Telegrafieverbindungen in einer Woche viel Freude ins Haus der CW-Anhänger. D68Z loggte über 82 631 Verbindungen, davon allein 77 087 in FT. Allerdings sind über 21 % davon Doppelverbindungen. VU4AX schrieb 65 961 Kontakte ins Log. Knapp die Hälfte davon lief digital. Der Rest verteilte sich zu etwa gleichen Teilen auf CW und SSB.

Bei 6Y7EI konnte mit 101 555 die magische QSO-Marke geknackt werden. Der digitale Anteil liegt dicht bei 70 %, die übrigen Verbindungen entfallen auf SSB (20 436) und CW (13 419). 3B9DJ funkte wie geplant und war bei Reaktionsschluss noch ebenso aktiv wie die Überraschung TY5FR mit DL1BUG als Operator.

■ Kurz-Infos

KR4CDI folgt KH7AL auf Wake (KH9) bis Juni. Unklar ist, ob er auch so aktiv sein wird. – M0NMM ist als 7Z1GD lizenziert und arbeitet gelegentlich in CW. QSL nur via LoTW. – ZL7DX im Zeitraum 15. bis 18. 3. auf 6 m FT8 war ein Pirat. Auch das Auftauchen von 9L1X in SSB ist einem solchen zuzuschreiben. – DX-World meldete am 1. 4., dass SV1GA/A noch daran arbeitet, eine DXCC-Anerkennung für den Aktivierungsversuch Ende Januar zu erhalten.

■ Vorschau

Europa: Vom 7. bis 14. 5. sind ON6EF, ON7TA, ON1BN, ON6VJ, ON9DJ, ON7VM und ON4AML unter **GU4EFW** von Guernsey mit IOTA **EU-114** zu hören. Man hat Betrieb sowohl in SSB und CW als auch digital in Aussicht gestellt. QSL soll es via ON6EF geben. – Innerhalb des oben genannten Zeitraums hat die *Guernsey Amateur Radio Society* vom 9. bis 11. 5. eine Aktivität unter **GU80LIB** angekündigt. Neben Kurzwellen ist auch QO-100 vorgesehen. QSL via OQRS auf Club Log und über das LoTW.

Eine größere Gruppe besucht vom 1. bis 10. 6. die Färöer mit IOTA **EU-018** und wird mit den Rufzeichen **OY6A**, und ggf. auch **OY/W9MK** und **OY/K4LT** aktiv sein. Es sollen alle Bänder (auch 60 m) bis hoch nach 50 MHz in CW, SSB und FT8 bzw. FT4 bedient werden. QSL via OQRS auf Club Log, LoTW oder über WB2REM. – Im Zeitraum 11. bis 18. 5. funkt **HB0/DL2SBY** auf allen Bändern, aber mit Fokus auf 6 m, aus dem Fürstentum.

DG2RON, DH0JAE, DL2VFR, DL4BBH und DL4SVA haben sich das Ziel gesetzt, vom 25. bis 30. 5. die Insel Enskär mit IOTA **EU-176** jeweils mit vorangestelltem **SM3** zu aktivieren. Angeboten werden CW, SSB und FT8 mit zwei Stationen, die teilweise parallel aktiv sein werden. QSL über die jeweiligen Heimatrufzeichen. Vor und nach der IOTA-Aktivität planen DL2VFR und DL4BBH am 21./22. 5. und am 1. 6. noch die Aktivierung einiger SMFF-Gebiete im Bereich **SM4**, teilweise handelt es sich um Erstaktivierungen. – **OH0ERF** ist vom 22. bis 27. 5. auf IOTA **EU-002** und funkt auf den Bändern 70 cm, 2 m, 10 m, 15 m, 20 m und via QO-100.

Afrika: DL2SBY ist noch bis 1. 5. mit 100 W auf Sansibar mit IOTA **AF-032** unter **5H1KB** QRV. – DF2WO ist vom 4. bis 26. 5. als **D44TWO** und mit ihm KN6ZZI als **D44ZZI** aktiv. Gearbeitet wird von 160 m bis 6 m inklusive 60 m in SSB, CW, FT8 und FT4. Bestätigungen gibt es über das OQRS von MOOXO.

Amerika: Noch bis zum 4. 5. ist St. George Island mit IOTA **NA-085** unter **K4D** in der Luft. Gearbeitet wird von 40 m aufwärts in CW und SSB. QSL via LoTW und K5TEN. PY8WW möchte vom 13. bis 18. 5. von Tiger Island mit IOTA **NA-060** aus Honduras im Rufzeichengebiet **HR4** QRV werden. Er funkt von 40 m bis 10 m in CW, SSB und digitalen Sendarten. Bestätigungen via OQRS von PY8WW. – Vom 27. 5. bis 2. 6. ist **FJ/NP4G** von IOTA **NA-146** gelegentlich auf Kurzwellen zu arbeiten. Er bestätigt via LoTW.

Asien: **DS1TUW/2** geht vom 3. bis 5. 5. nach IOTA **AS-090**, Standort Sunghon, aka Seung-bong-do, es zählt ebenfalls für HLFF-0203. – Zur gleichen Zeit, exakt vom 1. bis 5. 5., können wir Chuja Island mit IOTA **AS-084** arbeiten. Die verwendeten Rufzeichen sind **D84C** ausschließlich in RTTY, **DS4NYE** in SSB und RTTY sowie **6K2CFI/4** in CW. Möglicherweise wird diese Liste noch erweitert. QSL via DS4NYE, Club Log und LoTW.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
VU4AX	1817 2300	3B9DJ	18070 1500
80 m		15 m	
5Z4VJ	3502 2200	6Y7EI	21020 1700
40 m		12 m	
E51ANQ	7002 0500	TY5FR	24901 1130
30 m		10 m	
D68Z	10124 2200	3B9DJ	28006 1100
20 m			
VP8CIW	14015 2000		

Ozeanien: Im Zeitraum 22. 5. bis 1. 6. sind JF1GHX als **T88FG** und JK1SZX als **T88SG** von Koror mit IOTA **OC-009** aktiv. Man will auf der gesamten Kurzwellen in SSB und FT8 funken. QSL für T88FG via LoTW oder JF1GHX direkt und Bestätigungen für T88SG gibt es via Büro über JK1SZX. – ZL1RS plant vom 27. 5. bis 2. 6. als **E6RS** von Makefu, IOTA **OC-040**, im Niue Archipel auf 50 MHz und vielleicht auch auf 10 m aktiv zu sein. Es geht ihm in erster Linie um FT8- und EME-Betrieb. QSL via LoTW.

■ Most Wanted 2024 – Kommentar

Kurz gesagt, von Platz 1 bis 25 der meistgesuchten DXCC-Gebiete hat sich eigentlich so gut wie gar nichts ereignet. Wirklich bemerkenswert ist nur der Abstieg von KH5 von Rang 4 auf 21. Einen ebenfalls deutlichen Abbau ihres Seltenheitsgrades erfuhren FT/G (Rang 20 vs. 41), KH8 (24/39), H40 (30/40), C2 (36/53), T32 (45/54) und FO/C (50/66). Auch VP6 und CE0Z büßten einen Teil ihrer Exklusivität ein und 8R sowie CY9 verschwanden sogar völlig aus den Top 100. Wer im vergangenen Jahr ein wenig aktiv war, erinnert sich, dass hier überall DXpeditionen am Werk waren, die für diese Entwicklung gesorgt haben.

Auf der anderen Seite klettern z. B. KP5, VP8/S, EZ, VK9M, SV/A und R1F langsam die Skala der gesuchten DXCC-Gebiete nach oben. Der Blick liegt hier vornehmlich auf den Mixed-Ergebnissen, jedoch unterscheiden sich diese nur marginal von denen in CW oder SSB.

Die Popularität von FT8, sowohl beim digital interessierten heimischen DXer als auch auf der DXpeditionsseite, hat sich noch nicht so weit ausgewirkt, dass diese Rangfolge nachhaltig verändert wurde. Man stellt aber schon fest, dass viele DXCC-Gebiete im digitalen Bereich im Vergleich zu den bisherigen Hauptsendarten Telegrafie und Telefonie nicht mehr so selten sind, sondern sich den SSB-Werten angleichen. Einige bauten im digitalen Bereich um etwa 5 % Seltenheit in nur einem Jahr ab. Das ist beachtlich.

Die meistgesuchten DXCC-Gebiete aus DL-Sicht (Stand Ende 2024)

2023	2024	Mixed in %			CW in %		SSB in %		Digital in %	
1	1	P5	North Korea	96,2	P5	100,0	P5	96,4	BS7	100,0
2	2	KH7K	Kure I.	94,0	ZS8	96,2	KH7K	95,4	KH3	100,0
3	3	KH3	Johnston	92,3	KH7K	96,1	KH4	94,7	KH7K	99,4
6	4	VK0M	Macquarie I.	89,5	KH3	95,0	VK0M	94,3	3Y/P	98,7
5	5	BS7	Scarborough Reef	89,3	VK0M	94,1	BS7	93,6	ZS8	98,2
7	6	KH4	Midway I.	87,8	3Y/B	90,7	T31	93,5	KH4	98,2
8	7	3Y/B	Bouvet	86,8	BS7	89,2	KH5	92,5	ZL9	98,0
9	8	CE0X	San Felix & San Ambrosio	84,9	KH4	87,8	KH3	92,5	BV9P	98,0
10	9	3Y/P	Peter I I.	84,8	CE0X	87,5	3Y/B	91,1	P5	97,8
11	10	ZS8	Prince Edward & Marion Is.	83,6	FT/W	86,6	FT/W	91,0	3Y/B	97,7
12	11	KH1	Baker & Howland Is.	82,9	3Y/P	85,8	ZK3	90,5	CE0X	97,6
13	12	JD/M	Minami Torishima	82,0	JD/M	83,9	T33	89,8	EZ	97,6
14	13	ZK3	Tokelau Is.	81,7	KH1	83,9	JD/M	89,7	FT/X	97,2
14	14	XF4	Revilla Gigedo	81,1	T31	83,3	3Y/P	89,2	YV0	97,1
16	15	KH9	Wake I.	80,9	KH9	82,9	XF4	88,4	KH9	96,9
18	16	ZL9	New Zealand Subantarctic Is.	79,3	SV/A	82,8	ZL9	87,4	VK0H	96,8
17	17	BV9P	Pratas I.	79,3	XF4	82,3	CE0X	86,0	KP5	96,0
19	18	YV0	Aves I.	79,1	ZK3	81,1	E5/N	85,9	FK/C	95,9
21	19	T31	C. Kiribati	78,4	YV0	81,7	KH1	85,8	VP8/S	95,8
22	20	T33	Banaba I. (Ocean I.)	78,4	KH5	81,1	VP8/S	85,7	XF4	95,5
4	21	KH5	Palmyra & Jarvis Is.	78,0	FT/G	80,9	C2	85,3	KH1	95,1
23	22	FT/X	Kerguelen Is.	75,1	T33	80,9	BV9P	84,9	ZK3	94,9
25	23	ZL8	Kermadec Is.	75,1	BV9P	80,7	ZL8	84,8	VP8/G	94,8
26	24	PY0S	St. Peter & St. Paul Rocks	73,7	PY0T	78,8	KH9	84,7	JD/M	94,4
27	25	FK/C	Chesterfield Is.	73,0	ZL9	78,7	KH8/S	84,6	XZ	94,0
28	26	PY0T	Trindade & Martim Vaz Is.	72,7	PY0S	76,8	FT/X	84,2	VK9M	93,8
29	27	E5/N	N. Cook Is.	71,9	E5/N	76,0	VK0H	83,9	YK	93,8
31	28	FT/W	Crozet I.	71,3	EZ	74,6	V7	83,7	VK0M	93,7
34	29	KP5	Deseccho I.	70,8	VP8	74,5	VP8/G	83,5	PY0S	92,5
38	30	VP8/S	South Sandwich Is.	70,3	FT/X	74,9	FW	83,2	ZL8	92,5
39	31	EZ	Turkmenistan	70,0	FK/C	74,3	T30	82,9	KP1	91,1
35	32	V7	Marshall Is.	69,7	ZL8	73,5	FO/M	82,4	IS	90,2
40	33	VK9M	Mellish Reef	69,6	3D2/C	72,4	KH8	82,3	T33	90,1
32	34	3D2/C	Conway Reef	69,0	KH8	72,2	PY0S	82,3	VK9W	89,5
42	35	SV/A	Mount Athos	68,2	FT/T	72,2	YV0	82,1	PY0T	89,5
37	36	KH8/S	Swains I.	68,2	E6	71,9	FO/A	81,9	TI9	89,4
33	37	FO/M	Marquesas Is.	68,0	KP5	71,3	FK/C	81,8	FT/T	89,2
43	38	FT/T	Tromelin I.	67,3	KH8/S	71,1	VK9M	81,7	3C0	89,1
24	39	KH8	American Samoa	67,2	H40	70,4	3D2/R	81,3	FO/M	88,5
30	40	H40	Temotu Province	66,4	VK9M	70,1	VP8/O	81,2	FT/Z	88,4
20	41	FT/G	Glorioso Is.	66,3	FW	69,4	H40	80,8	FT/J	88,1
48	42	TI9	Cocos I.	65,5	KG4	69,0	3D2/C	80,1	HK0/M	87,6
46	43	A3	Tonga	65,4	TI9	68,7	KP1	80,1	R1F	87,4
47	44	T30	W. Kiribati (Gilbert Is.)	65,3	V7	68,2	ZS8	79,9	T31	85,9
41	45	FW	Wallis & Futuna Is.	64,4	T30	68,1	FT/G	79,4	V7	85,3
53	46	KP1	Navassa I.	63,9	VP8/S	67,5	E6	78,9	KH5	85,3
44	47	3D2/R	Rotuma I.	63,3	A3	67,4	KP5	78,7	SV/A	85,1
52	48	FO	French Polynesia	63,2	FO/M	67,1	V6	78,3	3D2/C	85,0
51	49	V6	Micronesia	63,1	3D2/R	66,3	YJ	78,0	T5	84,5
55	50	VK0H	Heard I.	63,1	FO	66,0	T2	78,0	VP8/H	84,2
54	51	E6	Niue	62,9	C2	65,0	PY0T	78,0	A3	82,3
56	52	VP8/G	South Georgia I.	62,7	TG	64,5	EZ	77,9	T32	82,1
36	53	C2	Nauru	62,5	V6	64,5	R1F	77,6	H40	82,1
45	54	T32	E. Kiribati (Line Is.)	62,5	H4	64,4	4U1	77,6	E5/N	81,9
57	55	VK9W	Willis I.	61,7	E5/S	63,8	FO	77,6	YN	81,4
49	56	FO/A	Austral I.	61,4	AP	63,6	3D2	77,6	VQ9	81,0
59	57	YK	Syria	61,3	KP1	63,3	SW	77,4	5A	79,5
60	58	E5/S	S. Cook Is.	60,4	YK	63,2	TI9	77,0	3D2/R	79,3
63	59	VP8/O	South Orkney Is.	59,8	FO/A	62,3	VP6	77,0	T30	79,1
68	60	KG4	Guantanamo Bay	59,4	5W	62,3	A3	77,0	V6	79,0
66	61	FT/J	Juan de Nova, Europa	59,3	VK9W	61,9	3C	76,7	V8	78,5
58	62	T2	Tuvalu	59,0	T2	61,1	VP8/H	76,4	JX	78,0
65	63	H4	Solomon Is.	58,0	4U1U	61,0	T32	76,2	FO/A	77,9
70	64	XZ	Myanmar	58,0	T32	60,3	FO/C	76,1	VK9L	77,3
71	65	HK0/M	Malpelo I.	57,5	ZD9	59,8	E5/S	75,4	KH8/S	76,4
50	66	FO/C	Clipperton I.	57,0	FO/C	59,5	VK9N	75,1	ZD8	76,3
74	67	IS	Spratly Is.	57,0	VP8/O	58,7	CE0Z	74,7	KH8	76,1
75	68	FT/Z	Amsterdam & St. Paul Is.	56,6	YJ	58,7	VK9W	74,7	5N	75,6
60	69	YJ	Vanuatu	56,2	CP	58,6	Z8	74,2	E3	75,5
72	70	4U1U	UNO HQ New York	55,9	FT/J	58,6	ZD9	73,7	FO	75,4
73	71	5W	Samoa	55,5	VP6	58,0	T8	73,5	KH0	75,3
61	72	VP6	Pitcairn I.	55,5	VK0H	58,0	S2	73,0	E5/S	75,2
80	73	R1F	Franz Josef Land	55,1	VP8/G	57,2	JD/O	72,3	FW	75,2
81	74	3CO	Annobon I.	54,2	XZ	57,1	XX9	72,2	H4	75,1
83	75	T5	Somalia	54,2	HK0/M	56,9	YK	72,2	XX9	75,1
79	76	KH0	Mariana Is.	54,1	VP6/D	56,8	KG4	71,8	VP8/O	74,0
82	77	XX9	Macao	53,8	JD/O	56,7	IS	71,6	ST	73,7
78	78	JD/O	Ogasawara	53,7	HV	56,3	HH	71,4	VP6	73,6
84	79	VP6/D	Ducie I.	53,3	T8	56,2	ZL7	71,2	YI	73,4
67	80	CE0Z	Juan Fernandez Is.	52,9	HP	56,0	VQ9	71,0	VP2M	73,4
77	81	3D2	Fiji	52,7	3D2	55,8	VP6/D	70,4	6Y	73,1
91	82	VP8/H	South Shetland	52,3	XX9	55,5	CP	69,6	HV	72,3
90	83	TG	Guatemala	52,2	JX	55,3	V8	69,4	FT/W	71,8

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateur.de

■ AGCW-DL



Im Bestreben, Neulinge beim CW-Betrieb zu fördern, gibt es diverse Aktivitäten. Eine ist die EUCW-QRS-Party in der ersten Maiwoche von Montag, 0000 UTC, bis

Freitag, 2359 UTC. Erdacht von der FISTS wird sie seit 2012 von der AGCW betreut. Der Zeitpunkt ist bewusst so gewählt, um dem Contestbetrieb am Wochenende auszuweichen. Es sollen normale Standard-QSOs mit moderatem Tempo geführt werden. Im Logbuchauszug müssen Datum, Zeit, Rufzeichen, Name, Standort und beide Rapporte erscheinen. Eine ausführliche Ausschreibung der Aktivität gibt es unter: www.eucw.org/d/Deuqrs.html

CWlite ist eine Anwendung von George, G8DNH, zur Anzeige von aktiven interessanten CW-Stationen. Die Auswahl der Stationen basiert auf der DXCC-Most-Wanted-Liste. Die Anwendung nutzt diverse Filter, um z. B. in Clustern ständig wiederholte Spots derselben Station zu vermeiden. Sie ist gedacht für mobile Anwendungen, funktioniert aber auch auf dem PC. Anmeldung und Infos über: <https://cwlite.net>

Volker Enderlein, DJ9BM

■ Neues aus dem HSC



Als neues HSC-Mitglied begrüßen wir Amanda, KY4GS, HSC # 2022. –

Aegidius, HB9ABH (438) und Augustino, HB9KAZ (1896) haben die Taste für immer aus der Hand gelegt.

Die Gewinner des HSC-Frühjahrs-Contest im Februar stehen fest: Mitglieder: Kurt, DF4XX, Nichtmitglieder: Nick, RA3AN, QRP: Peter, DM2DZM, SWL: SP700324. Die Gesamtlisten im Einzelnen sowie detaillierte Statistiken sind auf der HSC-Website einzusehen. Dort können auch individuelle Teilnehmerzertifikate heruntergeladen werden. Ein Dank geht an den Contestausrer Jörg, PA1MUC.

Link des Monats: Ein Praxiskurs zur Anwendung des beliebten Netzwerkanalysators NanoVNA findet sich auf der DARC-Seite: www.darc.de/der-club/distrikte/n/ortsverbaende/01/technik/nanovna

KW-CW-Conteste (Auswahl) im Mai:

ARI DX Contest: 3./4.5., 1200 ... 1159 UTC

CQ-M Contest CW: 10./11.5., 1200 ... 1200 UTC

UN DX Contest: 17.5., 0600 ... 2100 UTC

Hessen Contest 40/80m: 18.5., 0600 ... 0900 UTC

CQ WW WPX CW: 24./25.5., 0000 ... 2359 UTC.

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

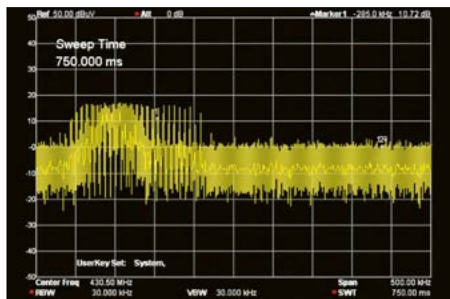
Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Störung von DB0DBN, Oelberg

Viele Monaten gab es gelegentliche Störungen auf dem 70-cm-DMR-Brandmeister-Repeater. Auch mit guter Signalstärke war die Übertragung stark beeinträchtigt, die Sprache kaum zu verstehen. Eigene Messungen ergaben einen Störer, den Dirk Schneider, DK8EV, am Standort mit seinem Spektrumanalysator und den vorhandenen *OpenwebRX* detektieren und verfolgen konnte. Das Störsignal wanderte zwischen 430 MHz und 431 MHz und traf zeitweise auch die Eingabefrequenz.



Wandernde Störung auf dem Eingabebereich von DB0DBN, Oelberg
Screenshot: DK8EV

Die BNetzA ermittelte die Quelle in Ittenbach (Königswinter) in etwa 4 km Entfernung und legte diese still. Es handelte sich um eine Aktiv-Innenantenne für DAB+. Gemäß Aussage der Messtechnikern ein häufiger festgestelltes Phänomen. Wir danken der BNetzA, die innerhalb von zwei Wochen nach der Meldung helfen konnte, obwohl unter der ermittelten Adresse niemand angetroffen und schriftlich ein Termin vereinbart werden musste. Bis jetzt ist kein Störsignal mehr aufgetaucht.

Vor einigen Jahren gab es schon viele Probleme mit Diathermiegeräten, die zu Bestrahlungszwecken in Arztpraxen normalerweise im ISM-Bereich (433,05 MHz bis 434,79 MHz) laufen. Diese Geräte hatten früher ein selbstschwingendes Röhrensystem mit mehreren hundert Watt Leistung. Aufgrund schlechter Wartung wanderte die Frequenz dieser Geräte oft in den Repeater-Eingabebereich und blockierte mit einem Dauerbrummen die Eingaben. Da heutzutage viele Repeater entweder digital oder mit einem CTCSS-Ton verriegelt sind, bemerkt man dieses Problem seltener.

Vielen Dank an Dirk und das Technikteam von der IGFS für ihren Einsatz in dieser Sache.

Jochen Berns, DL1YBL,

Zuteilungsinhaber von DB0DBN

■ Hauptversammlung der IGFS

Am 5.4. trafen sich 20 Mitglieder der IGFS (Interessengemeinschaft der Funkamateure Siebengebirge e.V.) zur jährlichen Hauptver-



Hauptversammlung der IGFS

Foto: DL1YBL

sammlung in Ittenbach (Königswinter). Unter der Leitung von Olaf Bahr, DC1KO, wurde über die Aktivitäten der IGFS im Berichtsjahr rund um den Standort Oelberg berichtet.

So wurden z. B. viele Vorträge im Distrikt G gehalten. Auch Exkursionen und Besichtigungen fanden statt. Das Team diagnostizierte und behob einige technische Probleme, z. B. waren alle 70-cm-Repeater wegen eines defekten Netzteils des Vorverstärkers nicht mehr ansprechbar. Zur Diagnose wurde nun ein SDR-Empfänger mit *OpenWebRX* an die Antennen geschaltet, um Störungen auf den Eingabefrequenzen zu erkennen und zu beheben.

Der FM/C4FM-Repeater auf 145,575 MHz (-0,6 MHz) ist notstromfähig und in Abhängigkeit vom Sendebetrieb sind ein bis zwei Tage überbrückbar. Die Webcam und die Wetterstation erfreuen sich großer Beliebtheit. Die Linkstrecke zum Drachenfels ist noch nicht funktionsbereit, soll aber vom Repeater-Verantwortlichen bald instandgesetzt werden.

Es gibt einen neuen Internet-VPN-Tunnel nach Aachen, um im Ausfall der HAMNET-Verbindungen die Anbindung der Repeater zu halten. Eine Nostation M5 war defekt und eine weitere hatte mit starken Störungen zu kämpfen, sodass die Frequenz geändert werden musste. Anfang des Jahres erfolgte eine komplette Revision der Halterungen, der Kabelverbindungen und des Kabelkanals. Dazu mussten die PV-Anlage und die Kameras auf- und wieder abgebaut werden. Erstere leistet einen großen Beitrag zur Senkung der Betriebskosten der Repeater. Vorgeschlagen wurde noch der Kauf eines Batteriespeichers, um Energie vor allem für die Nachtstunden zu speichern und nicht unnütz ins Netz abzugeben.

Die Netzkabel wurden erneuert sowie Redundanz vorgesehen. Weil die Strahlungseigenschaften der Dreibandantenne für den Betrieb des 2-m- und 23-cm-Repeater sehr zipfelig und nicht horizontal rund sind, wird sie durch Monobandantennen ersetzt. Für die 70-cm-Repeater verwenden wir am Standort eine Monobandantenne von *Procom*, die gut funktioniert und sich bewährt hat.

Wolfgang, DJ2KJ, bemühte sich um die Beschaffung einer persönlichen Schutzausrüstung (PSA) für den Standort. Die versicherungsrechtlichen Bestimmungen sind nicht immer einfach einzuhalten, denn bei einem Unfall spielen viele Vorschriften eine große Rolle. Insgesamt ist die Kassenlage gut und im Notfall kann ein großer Teil der Technik wiederbeschafft werden.

Die IGFS will auf dem Bergheimer Funkmarkt am 17.5. mit einem Stand vertreten sein und man kann sich über die Technik und Ideen zu Verbesserungen von DB0DBN mit dem IGFS-Team austauschen. Jochen Berns, DL1YBL

■ Rolle der künstlichen Intelligenz im Amateurfunk und in der Zukunft (2)

Wie bewertet man Transformer-Modelle genau und welche sind tatsächlich geeignet für unsere Zwecke? Die sehr großen Modelle wie *LLAMA*, *Deepseek* oder auch *Gemma-3* sind nicht quantifiziert (heruntergerechnet), oder als FP16- bzw. FP32-Format mehrere hundert Gigabyte groß. Heruntergerechnet auf etwa 30 GB antworten sie immer noch schnell und relativ präzise. Für ein Expertensystem ist ein *Gemma-3 27B* (27 Mrd. Parameter) zu groß, obwohl dessen aktuelle Modelle für eine Nvidia-Grafikkarte, wie eine H100, optimiert wurden. Beschäftigt man sich genauer mit den neuen *Reasoning*-Transformer-Modellen (COD und COT) wie *Gemma*, *Deepseek*, *Llama* usw., stellt sich die Frage, welches eigentlich besser ist und wie man das testen und entscheiden kann.

Evaluation und Training

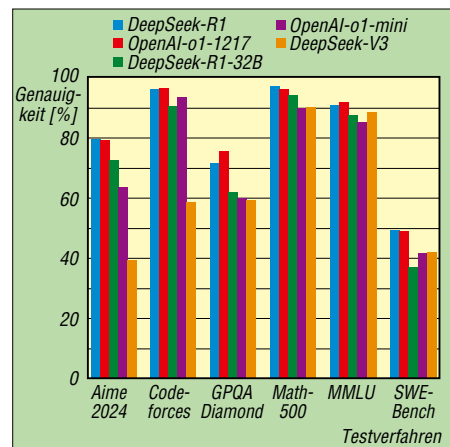
Eine Möglichkeit ist das MMLU-Verfahren (*Massive Multitask Language Understanding*). Hier erfolgt die Evaluierung über Multiple-Choice-Fragen in Bezug auf faktisches Wissen, Sprachverständnis, logisches Denken und Allgemeinwissen. Das Modell erhält fünf Beispiele (*Shots*) zum Testen der Generalisierungsfähigkeit, z. B. aus der Geschichte: „Wann begann der Erste Weltkrieg?“ oder aus der Physik: „Was ist AC oder DC?“ und weitere Fragen aus dem Gebiet der Informatik, dem Recht und auch der Philosophie.

Nun ist es aber so, dass es eine begrenzte Aussagekraft bei sehr guten Modellen gibt. Mit der rasanten Entwicklung von LLMs erreichen einige Modelle hohe Punktzahlen im MMLU-Test, was die Unterscheidung zwischen ihnen erschwert. Dazu gibt es weitere Tests wie den *GPQA Graduate-Level Google-Proof Q&A Benchmark*. Dieser besteht aus 448 Multiple-Choice-Fragen, die von Fachexperten aus den Bereichen Biologie, Physik und Chemie erstellt wurden.

AIME ist der KI-Standardtest in der Biomedizin. *SWE-Bench* ist ein Benchmark für die Bewertung großer Sprachmodelle anhand realer Softwareprobleme, die auf *GitHub* gesammelt wurden.

(wird fortgesetzt)

Jochen Berns, DL1YBL



Ergebnisse der Benchmark-Tests für KI-Systeme

26. Europatag der Schulstationen

Termin: 5. Mai 2025, 0700 UTC bis 1700 UTC
Teilnehmeklassen: A nur KW; B nur VHF/UHF; C Verbindungen über QO-100 oder andere Satelliten; Schüler, Studenten und Funkamateure werden unterschieden.

Ziel: Möglichst viele Kontakte mit Stationen aus Europa, besonders Schul- oder Ausbildungsstationen; Verbindungen können in Telefonie oder Digimode (Digital Voice oder per Tastatur, kein FT8/FT4) durchgeführt werden. Bitte im Anruf auf *Schulstation* hinweisen.

Frequenzen: Als Treffpunkte für SSB folgen die Frequenzen als Zentren nutzen: 3,770 MHz, 7,170 MHz, 14,270 MHz

Austausch: Rufzeichen, RS(T), WW-Locator, Vorname, Alter, Name der Schule, RIA-Nummer (wenn vorhanden)

Auswertung: Berechnung der Summe der Entfernung für jedes QSO mit EU-Stationen;

Multiplikator ist die Anzahl der erreichten EU-Länder (WAE-Liste). Zusatzwertungen (als Sticker auf der Teilnahmeurkunde) für die längste Einzelentfernung, für die meisten grenzüberschreitenden QSOs, für das niedrigste Durchschnittsalter im Team, für die meisten erreichten Mitgliedsländer des Europarates, für die mit den meisten erreichten Schulstationen, für die meisten RIA-Nummern (Lehrerkontakte)

Logs: Die Benutzung von Log-Programmen zur Auswertung und Berechnung der Entfernungen ist erwünscht. Empfohlen wird das kostenfreie *HAM EU-Tag* von ARCOMM: www.qslonline.de/kontest.htm

Erforderlich sind Rufzeichen, Name(n), Alter der Operator, Teilnehmeklasse, Schularart und Name, Standort (Locator), Postadresse sowie E-Mail-Adresse.

Logeinträge:

UTC, Rufzeichen, RS(T), Frequenz/Band, Sendearart, Locator, Vorname, Alter, Name der Schule/Universität, RIA-Nummer (wenn vorhanden), Entfernung, bei Kontakten über einen Repeater dessen Rufzeichen

Einsendungen: Bis zum 20.5. per E-Mail an europatag@aatis.de; dann gibt es die Bestätigung als PDF-Urkunden; bitte schickt mit den Logs Fotos der OPs vom Funkbetrieb, damit sich jeder Teilnehmer auf der Urkunde wiederfindet.

Preise/Urkunden: Unter den Einsendern von richtig erstellten, gültigen Logs werden Preise aus dem Medien- und Bausatzsortiment des AATIS e.V. verlost. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Die vollständige Ausschreibung ist auf www.aatis.de → 26. Europatag einsehbar.



QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ 1. Mai 2025 – QRP/QRP-Party



Die Arbeitsgemeinschaft Telegrafie Deutschland e.V. (AGCW-DL) veranstaltet am 1. Mai wieder die *QRP/QRP-Party*. Austragungsort des Wettbewerbs sind von 1300

UTC bis 1900 UTC die CW-Bereiche der KW-Bänder von 80 m bis 10 m. Bitte den IARU-Bandplan Region 1 beachten! Als Sendeleistung sind bei den Teilnehmeklassen A und B 5 W bzw. 20 W möglich, jedoch dürfen nur Einmannstationen teilnehmen.

Zu Beginn jedes QSOs müssen seit 2024 nicht mehr zwingend beide Rufzeichen gesendet werden, jedoch Rapport, fortlaufende dreistellige QSO-Nummer, Schrägstrich und Klasse folgen. QSOs mit den in Klasse A oder B teilnehmenden Stationen zählen zwei bzw. einen Punkt(e). Als Multiplikatoren gelten die je Band erreichten DXCC-Gebiete.

Logs im STF- oder Cabrillo-Format werden bevorzugt. SWL-Logs müssen je QSO beide Rufzeichen und mindestens einen Rapport umfassen. Einsendeschluss für alle Logs ist der 14. Mai. Die vollständige Ausschreibung ist auf www.agcw.de → *Veranstaltungen* → *Wettbewerbe* → *QRP/QRP-Party* veröffentlicht.

■ 15. bis 18. Mai 2025 – FDI



Bereits einen Tag vor der vom 16. bis 18. Mai im *Greene Country Fairground* an *Expo Center* in Xenia/Ohio stattfindenden Hamvention (www.hamvention.org) beginnt der *QRP Amateur Radio Club Inter-*

national (QRP ARCI) die *FDIM* (*Vier Tage im Mai*). Am 15. Mai „übernehmen“ die QRP-Freunde wieder das Geschehen im *Holiday Inn* in Fairborn (nahe Dayton). Derzeit sind für das *Symposium* am Donnerstag acht Vorträge vorgesehen, die von einer *Einführung in LT Spice* über *SSB mit dem QMX* bis zum *Röhrensender für SOTA* reichen.

Am Freitagabend stellen sich namhafte Händler bei der *Vendor Night* und einen Abend später QRP-Klubs im Rahmen der *QRP Club Night* vor. Außerdem kann man auf den Fluren beim *Show and Tell* mitgebrachte Eigenbauten vorstellen.

Den Abschluss bildet das *FDIM Grand Banquet* am Samstagabend, auf dem u. a. die Verkündigung der Aufnahme weiterer Funkamateure in die *QRP Hall of Fame* und die Präsentation der Gewinner des Selbstbauwettbewerbs vorgesehen sind. Letzterer steht wie im vergangenen Jahr unter dem Thema *Logic IC Transmitter Challenge* (FA 2/2024, S. 159). Vermutlich wurden im vergangenen Jahr viele Interessenten mit ihren Konstruktionen nicht rechtzeitig fertig, sodass man noch einmal aufrief. Außerdem werden während des Banketts wertvolle Sachpreise verlost.

Es ist wieder möglich, die Vorträge online per *Zoom* mitzuverfolgen. Dazu ist eine Registrierung erforderlich. Nach der Überweisung von 12 US-\$ wird einige Tage vor dem Event ein Link zur Online-Veranstaltung verschickt, ebenso wie der für 15 US-\$ erhältliche Tagungsband in gedruckter Form.

Weitere Informationen und Einzelheiten zum Vortragsprogramm sind auf www.qrparci.org/fdim zu finden.

■ 16. bis 18. Mai 2025 – QRP-Treffen



Vom 16. bis 18. Mai lädt die deutsche Sektion des *G-QRP Clubs* (www.g-qrp-dl.de) nach Fremdingen/Raustetten am Rand des Nördlinger Ries ein. Für die während der Veranstaltung geplanten Vor-

träge wird, ähnlich wie im Vorjahr in Konnersreuth/Oberpfalz (siehe FA 7/2024, S. 581), ein großer Tagungsraum im *Landhotel Waldeck* (www.landhotel-waldeck.de) zur Verfügung stehen. Willkommen ist jeder, der sich für Themen wie QRP und Portabelbetrieb, Geräteselbstbau sowie Antennen interessiert oder ein Herz für historische Geräte und Röhrentechnik hat. Weitere Informationen sind über die Website des Klubrufzeichens DL0VLP auf www.qrz.com/db/dl0vlp abrufbar.

■ 29. Mai 2025 – QRP MAS

Die *QRP-Contest-Community* veranstaltet am 29. Mai die *QRP Minimal Art Session* (QRP MAS). Teilnehmer haben die Möglichkeit, sich von 1400 UTC bis 2000 UTC im 40-m-CW-Contest-Bereich und von 1600 UTC bis 2200 UTC auf 80 m zu treffen. Bitte die versetzten Zeitbereiche beachten! Ziel ist es vornehmlich, die aus möglichst wenigen Bauelementen aufgebauten CW-Geräte gemeinsam mit anderen Enthusiasten zu testen. Als Sendeleistung sind 5 W zugelassen. Je nach Anzahl der eingesetzten Bauelemente ist die Teilnahme in einer von drei Klassen möglich:

- A: RX und TX zusammen 100 Bauelemente
- B: TX 50 Bauelemente; RX beliebig
- C: wie A, jedoch mit einem IC

Als Kontrollaustausch sind RST, Klasse und Bauelementanzahl zu übermitteln. Boni lassen sich für nicht ausgeschöpfte Bauelementekontingente anrechnen. Wie bei anderen Wettbewerben der QRPCC vergibt der Veranstalter bei der Auswertung erst dann vier Punkte, wenn das Log der Gegenstation vorliegt, ansonsten nur einen. Verbindungen zu nicht MAS-konformen Geräten sind ebenso erlaubt, wie zu nicht am Wettbewerb teilnehmenden Stationen. Multiplikatoren gibt es nicht.

Der Log-Versand kann an Peter Hänsel, DL6CGC, mas@qrcc.de, oder postalisch bis zum 12.6. erfolgen. Auf www.qrcc.de ist unter *Contestrules* → *QRP MAS* die vollständige Ausschreibung einsehbar.

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Weitere Trans-Äquatorial-Ausbreitungen auf 2 m

Im Berichtszeitraum kam es zu einer ganzen Reihe weiterer TEP-Öffnungen im 2-m-Band. *Trans Equatorial Propagation*, also UKW-Funkausbreitung über den Äquator hinweg, kann bis hoch ins 2-m-Band auftreten. Allerdings gelten dabei strenge Reflexionsbedingungen, weshalb diese Ausbreitung nördlich der Alpen praktisch unmöglich ist. Weil TEP in den Wochen um den Frühlings- und den Herbstanfang besonders häufig ist, werden dann auch die meisten QSOs berichtet. Am 1.3. etwa loggte um 1611 UTC A65BR in den Emiraten (LL75SL) auf 144,192 MHz FR400 auf der französischen Insel Réunion im Indischen Ozean (LG79RC). EC4C und EA4GDA erreichten am 11.3. bzw. 21.3. die Station ZD7GWM (IH74) auf St. Helena im Südatlantik. Hier ist besonders beachtlich, dass ZD7GWM nur mit einer Vertikalantenne (Diamond X700) sendet, also polarisationsbedingt bereits einen Nachteil von rund 20 dB hat. Sendeseitig stehen nur 50 W Ausgangsleistung zur Verfügung. Trotzdem hat es mit den QSOs im WSJT-Mode Q65B geklappt. V51WW (JH81OC) konnte fast jeden zweiten Abend bis Süditalien funken. So faszinierend das ist, es kann auch mal langweilig werden, wenn man stets nur dieselben Stationen erreicht. Deshalb wird es bei der geplanten A21TX-DXpedition vom 21. bis 23.4. spannend bleiben. Mit EME-Ausrüstung wird vom Locator KH22 gezielt auf TEP-Öffnungen geachtet. Doch auch hier dürfte als Zielgebiet nur Südosteuropa infrage kommen.

■ Neues vom 23-cm-Band

Man dachte ja, mit der Entscheidung der WRC-23 sei das letzte Wort gesprochen, was die Situation im 23-cm-Band angeht. Die Konferenz hatte in Dubai ein Papier verabschiedet, das ausdrücklich Empfehlungscharakter hat. Für den Fall, dass Störungen des Galileo-Empfangs gemeldet werden, die dem – im 23-cm-Band sekundären – Amateurfunkdienst zuzuordnen sind, wird den betroffenen Ländern ein Baukasten verschiedener Maßnahmen vorgeschlagen, aus dem sie sich bedienen können – aber nicht müssen – um diese Störfälle abzustellen. Damit konnten alle Teilnehmer gut leben. Auch der Galileo-Vertreter zeigte sich mit diesem Ergebnis zufrieden. Gleichwohl wird unter Führung Frankreichs nun auf europäischer Ebene versucht, diese Empfehlung für die CEPT-Länder verpflichtend zu machen. Die CEPT hat jetzt einen

ECC-Beschluss ausgearbeitet, um die relevanten Frequenzen für Galileo festzulegen, darunter den Bereich 1258 MHz bis 1300 MHz. Derselbe Beschluss nennt auch Einschränkungen für den Betrieb von Amateur- und Amateursatellitendiensten in diesem Bereich, um das ohnehin nur äußerst theoretische Potenzial für Störungen der Galileo-Empfänger zu minimieren.

Der RTA hat in einem Schreiben an die BNetzA auf Ablehnung eines Beschlusses zur verbindlichen Umsetzung gedrungen, hilfsweise aber darum gebeten, dass dies in Deutschland nicht umgesetzt wird.

■ 6 m/4 m im März

7Q2T (7Q6M, KH67RU) war um den 6.3. herum in Südeuropa in CW und SSB zu arbeiten. Pünktlich zum Frühlingsanfang am 21.3. rockte TZ4AM (IK52XO) das 6-m-Band in CW und SSB, und ZS4N verteilte am selben Tag das Mittelfeld KG34 in SSB, während ZS5Y ebenfalls in SSB mit KF59 vielen DL-Stationen ein neues Feld bescherte. V51WW (JH81) war vorzugsweise für den Südwesten Europas zu erreichen. Aber insgesamt ein erfreulicher DX-Tag für die Freunde des „Magic Band“. Trotz Magnetstörung war am 24.3. der „neue“ A2NEW (ex VK2NEN) aus KG25WJ in SSB zu arbeiten. Im Nachgang eines satten X-Flares am 28.3. und diversen M-Flares in der aktiven Region 4048 der Sonne, erfreuten gute Signale aus Südamerika am 30.3., die zahlreiche Stationen aus LU, PY und CE in die Logs brachten. Der Monat verabschiedete sich am 31.3. mit exzellenten Signalen aus Afrika, die u.a. 3B8FA, 3B9DJ sowie diverse Südafrikaner (u.a. ZS6NK aus KG46 und ZS6NL aus KG44), aber auch D2UY, 9J2FI und D68Z aufs Band brachten. Sensationell war die CLX-Meldung am 31.3. über eine Europa-Öffnung von DPOGVN (IB59UI) um 1230 UTC von DL2ALY (OP an DPOGVN). Und prompt trafen einen Tag später Toplisten-Meldungen ein, die DPOGVN als neues DXCC meldeten. Zur selben Zeit arbeitet V51WW mit kräftigen Signalen in FT8 nach Europa. Und die starken CW-Signale von TR8CA (JJ40) am 1.4. auf 50 MHz waren kein Aprilscherz, das war wirklich OP Alain, der gut und flott nach Europa arbeitete.

■ Ausblick Mai

Am 3./4.5. findet der zweite überregionale UKW-Wettbewerb des Jahres statt, von jeweils 1400 UTC bis 1400 UTC. Aufgrund der zeitlichen Nähe zum Meteoritenschauer *Aquariden* kann es auf 144 MHz durchaus vorkommen, dass innerhalb eines langen Bursts ein QSO weit jenseits der Troporeichweite möglich ist. Das Maximum der η-Aquariden wird für den 6.5. erwartet, mit etwa 60 Sternschnuppen pro Stunde.

Ab etwa dem 20.5. ist dann auch auf 144 MHz endlich wieder mit Sporadic-E zu rechnen. Gegen Monatsende und Anfang Juni sollte es sogar schon zu ersten „dicken“ Öffnungen kommen. Bitte denken Sie daran, beim FT8-Betrieb auf 144 MHz in der richtigen Periode

CQ zu rufen: Mitteleuropa sendet immer die zweiten und vierten 15 s der vollen Minute (15 ... 30 s und 45 ... 60 s). In WSJT-X ist also das Häkchen bei *TX even/First* zu entfernen. DF2ZC ist in der Zeit vom 13. bis 21.5. bei der ITU in Genf tätig und wird versuchen, in seinen freien Zeiten 4U1ITU (JN36BF) auf 144 MHz zu aktivieren: Die Stationsverantwortlichen bei der ITU wollen bis dahin eine kleine 2-m-Station aufbauen.

■ VHF/UHF-Contest 1./2. März 2025

In der erstmals gelisteten Teilnehmerklasse *Trainee* gingen letztendlich nur fünf Logs ein. Das „harte Brot“ auf UKW im März-Contest scheint noch nicht den Nerv der Ausbilder und Auszubildenden getroffen zu haben. Von DN9-Stationen gingen auf 2 m und 70 cm insgesamt sieben Logs ein.

Ergebnis UKW-Contest 1./2. März 2025

144 MHz Einmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL6NDW	C12	JN58MD	382	121 627
2.	DK2GZ	A36	JN49GB	401	121 239
3.	DB5SM	B13	JN59LE	391	106 346
4.	DK0TR	F43	JO40QL	375	99 736
5.	DD7PA	K32	JN49LM	392	87 757

598 Logs

144 MHz Mehrmann					
1.	DK0A	A02	JN48CO	584	192 360
2.	DF4T	Q01	JN39NR	592	170 238
3.	DK0NA	B23	JO50TI	492	143 451
4.	DR7C	B02	JO50WB	502	136 012
5.	DM5D	Y43	JO61OC	457	128 668

34 Logs

144 MHz Trainee					
1.	DN4DI/p	O44	JO41FE	139	23 809
2.	DN3JR	C15	JN68GI	38	8 550
3.	DN1LR	C01	JN58VD	29	4 242
4.	DN1LX/p	D08	JO62QK	8	926
5.	DG3HDA/T	Q03	JN49NW	1	19

5 Logs

432 MHz Einmann					
1.	DL3SFB	P06	JN48WM	189	61 922
2.	DL8NAS	B13	JN59LE	209	59 681
3.	DL6AA	V22	JO43JH	118	39 009
4.	DL5CAT	R25	JO30IK	137	35 162
5.	DF4MAA	C25	JN58WH	109	34 828

261 Logs

432 MHz Mehrmann					
1.	DK0NA	B23	JO50TI	264	73 715
2.	DF0MU	Z95	JO32PC	218	66 948
3.	DF0YY	D26	JO62GD	187	52 132
4.	DM5D	Y43	JO61OC	164	46 472
5.	DR2Q	X06	JO50SF	129	27 284

17 Logs

1296 MHz Einmann					
1.	DF4IAO	A24	JN48WM	97	36 188
2.	DL1HTT	W30	JO61FR	53	14 167
3.	DK1KC/p	C06	JN58QH	35	11 616
4.	DL5EBS	Z95	JO31NH	37	11 189
5.	DG2SER	C06	JN58OH	30	10 192

23 Logs

1296 MHz Mehrmann					
1.	DK0NA	B23	JO50TI	116	32 868
2.	DM5D	Y43	JO61OC	87	22 546
3.	DF0MU	Z95	JO32PC	70	16 414
4.	DF0YY	D26	JO62GD	57	13 162
5.	DL4M	N13	JO31QX	55	10 651

13 Logs

FA-Topliste 1/2025

Wie im vergangenen Jahr praktiziert, umfasst die erste Topliste des Jahres aus Platzgründen nur die Bänder 6 m bis 13 cm und zusätzlich 10 GHz. **6 m/4 m:** Auf 70 MHz meldet Klaus, DK6AO, 200 Felder – Rolf, DL5WG, erreichte jetzt auch über 1000 Felder auf 50 MHz – DJ3TF knackt die 1200er-Marke auf 6 m und liegt knapp hinter DL7AV. Neue DXCCs sind D68Z und

DP0GVN bei Wolfgang – Nach längerer Pause meldet sich Uli, DK2BJ, mit einem kompletten DXCC auf dem 6-m-Band. Auf 4 m steigt er mit 179 Grids neu ein – Nach 34 Jahren Betrieb auf 6 m ohne PA und ohne Digimodes knackt DL7YS dank XV9DT und BA4TB endlich die magische Grenze der 100 DXCC-Gebiete – Neuer Spitzenreiter auf 6 m ist Uli, DK8NE. **144/432 MHz:** Fast 100 Felder bringen Uli, DK2BJ, in die Top 50 auf 70 cm – Mit 1446 Feldern auf 144 MHz baut Bernd, DF2ZC, sei-

nen Vorsprung auf 2 m aus – Nach langer Pause meldet Peter, DJ9MG, fast 950 Felder auf 2 m und steigt mit über 140 Grids auf 70 cm neu ein – Dank guter Tropo-Conds erreicht Thomas, DL1VPL, fast 300 Grids auf 70 cm – Georg, DF7RG, tritt auf 70 cm dem 100er-Klub bei.

Mikrowellen: Sagenhafte 120 Felder auf 10 GHz schlagen jetzt bei Manfred, DL7YC, zu Buche – DXCC komplett auf 23 cm bei Jürgen, DK3WG – Rudi, OE5VRL, übernimmt wieder die Spitzenposition auf 10 GHz mit 122 Feldern.

FA-Topliste 1/25: Rufzeichen, Standort, gearbeitete Mittelfelder, DXCC-Gebiete; * ohne Digimodes

50 MHz																							
DK8NE	JO50	1566	240	DD5MA	JO30	359	68	DG0KW	JO64	671	84	DG8HJ	JO43	73	17	PD1ANQ	JO31	50	16	OE3EFS	JN78	21	7
DJ3TF	JN59	1244	245	DL9GR*	JO31	351	62	DJ7OF	JO51	660	67	DD5MA*	JO30	72	14	DL2DRG	JO70	49	12	DL0SP/p*	JO62	20	5
DL7AV	JN58	1227	235	DM2BHG	JO51	331	76	DJ4TC	JO63	612	138	DK7C*	JO62	69	17	DL5YET	JO41	47	12	DL6BF	JO32	17	5
DL6AMI	JO51	1178	225	DK5ZX	JO64	319	62	DL1SUZ	JO53	602	77	DL1BRD*	JO72	49	10	DD6HZ*	JO62	44	9	DF7AP	JO51	17	4
DL7QY	JN59	1133	222	DG9FCV	JO41	304	71	DL5WG	JO52	592	62	DF9GH/p*	JN48	19	6	DG0ONW	JO50	40	9	DL2DRG	JO70	16	4
DL5ME	JO52	1057	172	PA0MIR	JO32	300	63	DL5MCG	JN58	586	82					OE4WHG	JN87	39	13	OE3FVU	JN78	14	12
DL3AT	JO50	1028	182	DM2BPG	JO51	291	58	DG5CST	JO60	570	69	432 MHz				DL4KUG	JO44	39	8	OE4WHG	JN87	13	7
DL5WG	JO52	1024	198	DJ4MH	JO54	279	73	DL1EIA*	JO51	547	62	DK3WG	JO72	672	147	DK2YCT	JO41	38	12	DL6GCK	JN47	12	3
DK1FW	JN48	973	197	DG2TOM	JO62	274	78	DL5GAC	JN47	543	69	DL1VPL	JO61	298	55	DL7ALP	JO62	38	9	DL4MP*	JN48	11	8
DG1CMZ	JO60	943	182	DL5MG	JO51	273	61	DJ5BV	JO30	529	72	DL8DAU	JO40	277	62	DG9FCV	JO41	38	8	DL7ANR*	JO62	11	3
DK3WG	JO72	938	175	DD9DU	JO31	260	57	DH8BQA	JO73	529	65	DL3YEE	JO42	247	49	DG8HJ	JO43	36	6	2320 MHz			
DL7CM	JO62	903	197	DG8HJ	JO43	257	59	DD3SP	JO72	526	60	DJ4TC	JO63	240	55	PA0MIR	JO32	35	12	DL7YC	JO62	109	36
DF9CY	JO54	900	173	DL3YEV	JN68	242	49	DL5ME*	JO52	524	62	DL8QS	JO43	214	37	DL6GCK	JN47	34	12	DL1SUZ	JO53	100	29
OE4WHG	JN87	891	161	DL7ATE	JN68	239	56	DL7UDA	JO62	501	74	DL1KDA	JO30	210	43	DG7FEQ	JO40	34	6	OE5VRL	JN78	100	24
DL4WK	JO63	876	165	DL4WO	JO61	231	81	DL4WK	JO63	497	52	DL7QY	JN59	204	41	DL2DVL*	JO61	32	9	DL7QY	JN59	76	15
DF7RG	JN68	861	179	DK5SF	JN48	227	118	DJ2JS	JO31	495	56	DL7YC	JO62	191	41	DO1ERS	JO30	31	10	DJ5AR	JO40	72	21
DG5YIL*	JO32	828	179	DF9JS	JO31	223	52	DL2HWA	JO51	478	115	DL1SUZ	JO53	185	41	DF9GH	JN38	29	10	DF0YY	JO62	51	12
DL7ARM*	JO62	825	179	DL1VPL	JO61	208	54	DF7AP	JO51	472	93	DG0KW	JO64	185	32	DD5MA	JO30	28	7	DL3YEE	JO42	47	13
DL5MCG	JN58	818	151	DL2RD*	JO62	162	58	DG0JMB	JO60	468	71	DJ5BV	JO30	174	40	DK2JP	JO73	27	9	DL1BKK	JO43	45	10
DL2DXA	JO61	811	177	DL0SP*	JO62	142	51	DL1DUR	JO70	462	72	DL7UDA	JO62	167	43	DL1BRD*	JO72	26	4	DL3YEE	JO50	44	15
DL6BF	JO32	780	164	70 MHz				DF1SO	JN48	437	58	OE5VRL	JN78	157	34	DK2RMP	JO62	25	8	DJ8ES	JO43	37	8
DL4KUG	JO64	760	146	DL6BF	JO32	379	62	DK8EL	JO31	423	53	DJ9MG	JO52	142	22	DL2RD	JO62	24	10	DJ1KP	JO40	36	11
DL1EIA	JO31	741	163	DL2GOX	JN49	335	64	DJ9FG	JO52	403	54	DG0RG	JO62	134	29	DJ2TG*	JO31	22	8	DL0UL/p	JN48	33	11
DC8TS	JO30	734	173	DL5WG	JO53	313	59	DL1SO	JO53	393	53	DL6BF	JO32	132	19	DL8EBW	JO31	22		DC9YC	JO31	30	10
DL2HWA	JO51	728	201	DK5EW	JN48	296	63	DJ8ES	JO43	383	49	DL1BKK	JO43	128	28	DK7TY*	JO62	16	5	DG0VOG	JO60	30	6
DK7ZB*	JO51	726	172	DM2BHG	JO51	278	57	DF7RG	JN68	379	64	DJ8ES	JO43	128	23	DF5GO	JN47	14	5	DL2DR	JO31	29	7
DJ5BV	JO30	720	172	DL5MCG	JN58	259	58	DL7YS*	JO62	374	53	DF0YY*	JO62	124	27	DK0NK		12	3	DL7VTX	JO62	25	7
DJ4TC	JO63	715	154	DL4KUG	JO64	248	51	DL4WO	JO61	371	152	DG0VOG	JO60	121	24					DG0RG	JO62	24	7
DL2DR	JO31	711	140	DL1KDA	JO30	246	54	DG1BHA	JO73	369	61	DL4WK	JO63	117	25	1296 MHz				DF6WE	JO31	17	5
DL1KDA	JO30	701	125	DJ4TC	JO63	240	51	DL2DXA	JO61	366	59	DL0UL/p	JN48	116	22	DK3WG	JO72	410	100	DL6GCK	JN47	10	3
DG1VL	JO61	694	131	DL4WO	JO61	231	55	OE1SOW	JN88	359	63	DL3YEE	JO50	113	38	DL7UDA	JO62	313	96	DL7YS	JO62	10	3
DG0KW	JO64	672	130	DG1VL	JO61	227	50	DF9CY	JO54	352	52	DG1VL	JO61	113	25	DL1SUZ	JO53	280	65	DG1BHA	JO73	9	4
DL1SUZ	JO53	668	124	DG0KW	JO64	226	48	DL7ARM*	JO62	349	49	DH8GV	JO33	112	24	DL7YC	JO62	254	62	DL5YET	JO41	9	3
DC9YC	JO31	660	138	DL1SUZ	JO53	207	43	DJ1LP*	JO64	343	46	DL2HWA	JO51	110	45	OE5VRL	JN78	156	33	DF7RG	JN68	9	3
DL7HG	JO62	648	132	DK6AO	JO51	200	48	DF5HC	JN49	341	55	DF3XZ	JO53	109	17	DK5YA	JN49	143	48	DL0SP/p	JO62	9	2
DH8BQA	JO73	638	137	DK5SO	JN58	193	44	DK2BJ*	JO30	330	56	DL7ANR*	JO62	108	24	DJ5AR	JO40	136	38	DF7AP	JO51	9	2
DL7UCW	JO63	635	164	DK2BJ	JO30	179	44	DF5DL	JN58	325	51	DF7RG	JN68	108	23	DL5BV*	JO30	125	25	DG1VL	JO61	7	2
DJ8ES	JO43	632	121	DJ8ES	JO43	167	42	DG5YIL*	JO32	322	56	DF9CY	JO54	108	22	DL3YEE*	JO42	125	25	OE3EFS	JN78	3	2
DL7ANR	JO62	629	125	DH8BQA	JO73	137	31	DG0VOG	JO60	318	40	DL2DR	JO31	107	21	DL7QY	JN59	116	20	10 GHz			
DL3DXX	JO60	628	124	DK5YA	JN49	132	37	DL0UL/p	JN48	302	52	DL7YS*	JO62	104	22	DG0RG	JO62	83	19	OE5VRL	JN78	122	24
DL3WJ*	JO60	625	138	DH8GV	JO33	127	34	DH8GV	JO33	294	43	DC4XH*	JO43	104	20	DM7A*	JO60	80	18	DL7YC	JO62	120	39
DL4SZB	JO63	618	120	DJ4WT	JN49	124	33	DH0GHU	JN38	293	51	DM7A	JO60	103	20	DF0YY*	JO62	80	18	DL7QY	JN59	97	19
DL7BU	JO51	606	143	DF6WE	JO31	122	37	DL1RTL	JO62	288	46	DH8BQA	JO73	99	22	DL1KDA	JO40	79	17	DK5YA	JN49	77	15
DK2BJ	JO30	603	106	DJ5BV	JO30	109	31	DL3YEE	JO42	281	49	DF5DL	JN58	98	20	DL1BKK	JO43	77	16	DJ5BV	JO30	70	17
DK5EW	JN48	602	125	DL3YEE	JO50	102	35	DL7ANR*	JO62	278	49	DF0BT*	JO62	73	18	DC9YC	JO31	76	16	DK7QX	JO42	65	11
DF7AP	JO51	601	121	DF7RG	JN68	86	25	DG3YEV	JN68	271	54	DG0JMB	JO60	96	27	DJ8ES*	JO43	76	12	DL3YEE	JO42	59	15
DL4MP	JN48	590	113	DF3XZ	JO53	83	14	DG0RG	JO62	266	47	DJ1LP*	JO64	93	19	DL0UL/p*	JN48	74	17	DL7VTX	JO62	70	14
OE3FVU	JN78	584	106	DC7TS	JO62	81	26	OE5VRL	JN78	265	46	DF6WE	JO31	87	21	DL2DR	JO31	69	13	DL1SUZ	JO53	55	11
DH8GV	JO33	582	112	DL7YS*	JO62	81	26	DL2DR*	JO31	260	39	DL4MP*	JN48	85	23	DL3YEE*	JO50	66	17	DF0YY	JO62	52	12
OE1SOW	JN88	579	146	DG3YEV	JN68	62	18	DC7TS	JO62	258	46	DL1EIA	JO31	85	20	DJ4TC	JO63	60	12	DL4WO	JO61	50	18
DL8LBN*	JO43	578	134	DF7AP	JO51	55	21	DF3XZ	JO53	258	38	OE3EFS	JN78	84	22	DG0VOG	JO60	58	6	DJ8ES	JO43	50	10
DC7TS	JO62	571	98	DL7YS*	JO62	49	20	DH6DAO	JO41	236	46	DL5DWF	JO60	81	21	DJ1LP*	JO64	56	13	DJ1LP	JO64	50	8
DL1SO	JO53	570	100	DK3HV	JO31	42	20	DL7QY	JN59	235	52	DL2DXA*	JO61	80	21	DJ4WT	JN49	54	13	DL7VTX	JO62	50	8
DF6WE	JO31	570	98	DG0JMB	JO60	34	11	DF6WE	JO31	223	44	DC7TS	JO62	78	17	DJ1KP	JO40	50	14	DL3YEE	JO50	48	13
DL9NDC*	JN59	567	131	DD5MA	JO30	33	15	OE3EFS	JN78	222	46	DK7C*	JO62	77	19	DK2BJ*	JO30	48	10	DG1VL	JO61	48	10
DJ5JK	JN48	543	154	DL4WK	JO63	31	15	DH2DAM	JO31	207	43	DG1BH	JO33	75	17	DG0KW	JO64	46	11	DL0UL/p	JN48	47	10
DK2JP	JO73	542	144	DJ8GV	JO33	13	11	DJ1TO	JO62	207	40	DL0SP/p*	JO62	74	15	DF6WE*	JO31	46	11	DG1BHA	JO73	47	8
DL6CNG	JO51	538	125	144 MHz				OE4WHG	JN87	205	39	DF0BT*	JO62	73	18	DG1VL	JO61	38	8	DL1KDA	JO30	45	12
DF5																							



DL-QTC

■ Burgentag am 1. Mai

Für den 1.5. hat das deutsche COTA-Team (*Castles on the Air*; www.cotagroup.org) wieder den deutschen Burgentag ausgerufen. Ziel ist es, an jenem Tag von oder aus dem Umkreis einer Burg zu funkten und dabei Punkte für Burgendiplome zu verteilen. Mitmachen kann jeder Funkamateure, egal, ob er fünf oder 500 Verbindungen von einer Burg beisteuert. Da dies kein Contest ist, ist Betrieb auf allen Bändern möglich. Für bis zum 31.5. eingereichte Logs (E-Mail: logs@cotagroup.org) einer Burgentag-Aktivierung gibt es eine Teilnahmeurkunde als PDF-Datei.

COTA Deutschland



■ Funkflohmarkt Bergheim

Am 17.5. veranstaltet der Ortsverband Bergheim, G20, unter dem Motto „Treffpunkt im Westen“ den 42. Bergheimer Amateurfunk-Flohmarkt. Veranstaltungsort ist das Bürgerhaus Quadrath mit der angrenzenden Sporthalle am Graf-Beissel-Platz 1 in 50127 Bergheim. Die Fläche von rund 2500 m² bietet Platz für über 100 Aussteller. Der Eintritt kostet 5 €. Weitere Informationen für Besucher und Aussteller unter <https://ov-g20.de/flohmarkt> oder über flohmarkt@ov-g20.de per E-Mail.

OV Bergheim

■ Funkerbergbörse am 1. Juni



Die Funkerbergbörse in Königs Wusterhausen bei Berlin findet in diesem Jahr am 1.6. in der Zeit von 10 Uhr bis 14 Uhr statt. Für die 15.

Ausgabe des Flohmarktes steht erstmals der Kultursaal im Senderhaus 1 auf dem Funkerberg zur Verfügung, wo Aussteller auf rund 250 m² Fläche ihr Angebot präsentieren; Tische stellt der Veranstalter bereit. Hinzu kommt erstmals die Freifläche hinter dem Senderhaus. Dort können Interessierte ihr Angebot am eigenen Tisch präsentieren – oder gleich aus dem Kofferraum des Autos. Händler wenden sich bitte für Reservierungen an Rainer Suckow, Telefon (0171) 780 65 99, E-Mail: verein@funkerberg.de. Ein traditioneller Höhepunkt der Funkerbergbörse ist die öffentliche Versteigerung um 12 Uhr, bei der Stücke aus dem Fundus des Sender- und Funktechnikmuseums auf dem Funkerberg angeboten werden. Darunter sind Empfänger, Senderöhren und die eine oder

andere Überraschung. Auch Händler können dort Angebote bereitstellen, das Team des Veranstalters übernimmt die unterhaltsame Versteigerung.

Ein besonderes Angebot ist zudem die Begleitung der Funkerbergbörse durch das Mittelwellenprogramm von *welle370*. Auf der Frequenz 810 kHz ist der 10-W-Sender am 1.6. ab 9 Uhr in AM in der Luft und bietet so vor Ort die Möglichkeit, die Funktion aller Mittelwellenradios zu demonstrieren. Zum Abschluss können Besucher zum Vorzugspreis an der Vorführung eines 1000-PS-Deutz-Dieselmotors teilnehmen. Der Eintritt für Besucher kostet 1 €. Weitere Informationen und ein Lageplan sind unter <https://museum.funkerberg.de/funkerbergboerse> verfügbar.

**Rainer Suckow,
Förderverein Sender KW e.V.**

■ Wer hört wen?

CQ whw heißt eine Initiative für Funkaktivitäten auf Direktfrequenzen im 2-m-Band in FM vom eigenen Feststandort. Ziel ist es, vielleicht lange nicht gehörte Stationen wieder einmal per Funk zu kontaktieren und dabei auszuloten, wen man vom eigenen Standort aus direkt erreichen kann. Der erste Termin ist am Sonntag, 4.5., von 18 Uhr bis 19 Uhr MESZ. Die Regeln sind einfach: Funkverkehr in FM auf 2-m-Direktfrequenzen mit maximal 10 W; Teilnahme nur vom heimischen Standort aus; kein Digitalfunk und kein Funkbetrieb über Relais. Weitere monatliche Termine und zusätzliche Hinweise stehen unter <https://amateurfunkpraxis.de/whw.html> online.

Im Vordergrund steht die Idee, Funkaktivitäten auf dem 2-m-Band außerhalb der üblichen „Ortsfrequenz“ zu fördern und dabei auch neue Stationen im eigenen Umfeld zu finden. Als ein Ergebnis dieser Initiative soll jeder Teilnehmer für sich eine Aufstellung der direkt erreichbaren Stationen in Form einer einfachen Tabelle mit Rufzeichen, Vorname, Wohnort und Frequenz zusammenstellen. Diese Tabelle wird bei einem für den kommenden November geplanten Versuch noch gebraucht; mehr dazu später auf der genannten Website.

Jürgen Wiegand, DL6WAB

■ Ham Camp 2025

Während der Amateurfunkmesse Ham Radio, die in diesem Jahr vom 27.6. bis 29.6. auf dem Messegelände in Friedrichshafen am Bodensee stattfindet, errichtet der DARC e.V. als ideeller Träger in einer ungenutzten Messehalle wieder das Ham Camp. Dieses richtet sich an Teilnehmerinnen und Teilnehmer bis zum Alter von 27 Jahren, Jugendgruppen und ihre Betreuer. Dies bietet eine gute Gelegenheit, an der Messe teilzunehmen und Gleichaltrige kennenzulernen. Im Teilnahmepaket inbegriffen sind drei Übernachtungen von Donnerstag bis Sonntag, Eintritt zur Messe, Frühstück, Waschräume, Pkw-Parkplatz an der Halle, Strom im Schlafabteil. Alle weiteren Informationen und die Online-Anmeldung sind unter www.darc.de/ajw/hamcamp zugänglich. Anmeldungen sind dort bis zum 8.6. möglich.

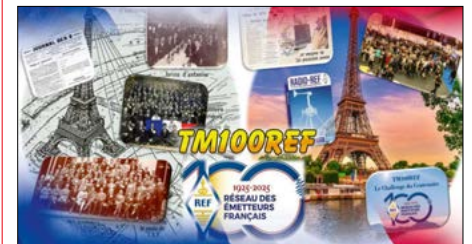
DARC e.V.

Afu-Welt

■ 100 Jahre französischer Amateurfunkverband

In diesem Jahr feiern neben der IARU auch einige nationale Amateurfunkverbände ihr 100-jähriges Bestehen, darunter der französische *Réseau des Émetteurs Français* (REF). Zur Feier des Jubiläums veranstaltet der Verband noch bis zum 30.6. eine Funkaktivität mit Diplomprogramm auf 160 m, KW und UKW sowie über die Amateurfunksatelliten, an der sich alle Funkamateure und Hörer beteiligen können. Als Sendarten sind SSB, CW und digitale Modi (FT8, FT4, RTTY, PSK31 usw.) zugelassen. Crossmode- bzw. Crossband-Verbindungen sowie Kontakte über Repeater, Internet o.ä. werden nicht akzeptiert. Teilnehmende Départements und Gebiete bringen Sonderrufzeichen im folgenden Format in die Luft:

- TM01REF bis TM95REF für die französischen Départements (ohne Überseegebiete),
- TK2AREF und TK2BREF für Korsika,
- TOxxxREF und TXxxxREF für die französischen Überseegebiete und
- TM100REF für das Organisationsteam.



Jede Funkverbindung mit einem Aktivierungsteam zählt ein Mal pro Band und Sendart. Für das Basisdiplom sind 25 Funkverbindungen mit mindestens 15 unterschiedlichen Sonderrufzeichen erforderlich, für die Diplome *Ticket 50*, *Ticket 75* und *Ticket 100* entsprechend mehr. Genaue Angaben sind auf der REF-Website unter <https://web.r-e-f.org/tm100ref> und bei www.qrz.com/db/TM100REF zu finden.

Redaktion FA

■ Crossband-Test 2025



Einmal jährlich organisieren Stationen des US-amerikanischen *Military Auxiliary Radio System* (MARS) einen sogenannten *Crossband Test* auf Kurzwellen. MARS-

Stationen senden dabei auf Kanälen knapp außerhalb der Amateurfunkbänder und teilen ihre Empfangsfrequenzen mit, die innerhalb der Amateurfunkbänder liegen. Dort hören sie im Split-Betrieb auf anrufende Stationen. Der nächste *Crossband Test* ist für den 10.5. geplant, ein kompletter Aktivitätsplan mit Frequenzen und Zeiten steht als PDF-Datei unter www.dodmars.org/mars-comex-information-web-site online. Funkamateure in Deutschland dürfen lediglich zuhören, weil Funkkontakte nur mit Amateurfunkstellen zulässig sind.

Redaktion FA

OE-QTC

Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ SOTA-OE-Ost-Challenge 2025

Diese Challenge, die vom 1.5.2025, 0 Uhr MESZ bis 31.10.2025, 2.59 Uhr läuft, wurde ins Leben gerufen, um die Teilnahme am SOTA-Programm in der OE-Ostregion (Wien, Niederösterreich und Burgenland) zu fördern. Teilnahmeberechtigt sind alle lizenzierten Funkamateure und KW-Hörer. Die eingereichten Funkverbindungen müssen im Einklang mit den jeweiligen nationalen und internationalen Bestimmungen stehen. Es gelten außerdem die allgemeinen Regeln des SOTA-Programms (www.sota.org.uk/Joining-In/General-Rules). Gewertet werden Funkverbindungen zu Gipfeln in der Assoziation OE – Österreich. Innerhalb der OE-Ostregion werden folgende Bereiche definiert:



OE1-Wien (OE/WI-xxx)

OE3-Niederösterreich (OE/NO-xxx) mit den Unterteilungen in die Bereiche Waldviertel, Weinviertel, Mostviertel und Industrieviertel (Grenzberge an der Grenze Mostviertel/Industrieviertel werden ausschließlich als Gipfel im Industrieviertel gewertet).

OE4-Burgenland (OE/BL-xxx)

Die Challenge wird in den Klassen Aktivierer, Chaser und SWL gewertet.

Punktewertung:

- Aktivierung/Jagd eines beliebigen Gipfels innerhalb OE: 1 Punkt
- Aktivierung/Jagd eines Gipfels innerhalb eines Bereichs der OE-Ostregion: 2 Punkte
- Multiplikatorpunkte:
- Summits in mindestens drei Bereichen der OE-Ostregion: × 2
- Summits in allen sechs Bereichen der OE-Ostregion: × 3

Die Punkte gelten analog auch für KW-Hörer und gehörte QSOs.

Alle Einsendungen werden mit einer Teilnahmeurkunde im PDF-Format bestätigt. Der bzw. die Erstplatzierte jeder Klasse erhält ab mindestens drei Einsendungen in der jeweiligen Klasse eine Trophäe.

Das Antragsformular ist in Vorbereitung. Gewertet werden nur Verbindungen, die in der SOTA-Datenbank eingetragen sind. Die Gipfelfliste gibt es unter: <https://oevsv.at/export/>

shared/.content/.galleries/Downloads_Referate/SOTA/SOTA-Bilder/Gipfelfliste_1.pdf

Einsendung an die jeweiligen SOTA-Regionalmanager der OE-Ostregion: OE1: Martin Wytek, OE1MVA (oe1mva@oevsv.at); OE3/OE4: Martin Bobal, OE3VBU (oe3vbu@oevsv.at) oder an den Landesverband Wien im ÖVSV (oe1_office@ml.oevsv.at). Einsendeschluss ist der 15.11.2025, 23.59 Uhr MEZ.

■ Online-Contestseminar „Projekt Weltrekord beim CQWW DX CW“

Emir, OE1EMS/E77DX, hat im Rahmen der Contestseminar-Serie am 17.3.2025 den Vortrag *Projekt Weltrekord beim CQWW DX CW Contest* gehalten. Dieser ist ab sofort auf Vimeo unter <https://vimeo.com/1067175031> verfügbar. Ein Dank geht in diesem Zusammenhang an OE1KBC für den Schnitt und das Rendern des Videos.

Emir Memić, OE1EMS, ist einer der weltweit führenden Contester mit jahrzehntelanger Erfahrung im DX- und Contestbetrieb. Mit beeindruckenden Ergebnissen bei CQWW, WPX, WRTC und anderen Top-Wettbewerben hat er sich als einer der besten Operatoren weltweit etabliert. In diesem Seminar gibt er spannende Einblicke in die Strategie, die Technik und die Herausforderungen eines Weltrekords.

HB-QTC

Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ USKA-Vorstandssitzung im Tessin

Die Mehrsprachigkeit ist ein starkes Merkmal unseres Landes. Deshalb hält der Vorstand von Zeit zu Zeit seine Sitzung abwechselnd in der Romandie und in der Südschweiz ab. Nachdem 2024 die Romandie (Lutry VD) besucht wurde, ist für Mai 2025 das Tessin (Bellinzona TI) ausgewählt worden. Gleichzeitig haben die Tessiner Funkamateure erstmals und eigens zu diesem Event den *Ham Radio Day Ticino* organisiert, bei dem interessante Fachvorträge zu hören sein werden. Für ein aktuelles Antennenthema wird sogar ein Vortrag der Großrätin des Kantons Tessin (DL: Landtagsabgeordnete; I: Onorevole) Roberta Soldati erwartet.

Tnx Info Franco Citriniti, HB9EDG

■ Best of DXCC 2025

Folgende Funkamateure sind im *DXCC Mixed* als Alltime-Leaders aufgeführt.

Best of DXCC 2025 Mixed				
Platz	Call	Gebiete		
		all time	max. 2025	
1	HB9PL	386	340	
2	HB9US	367	340	
3	HB9AQW	364	340	

Einziger Schweizer Funkamateur mit Novice-Lizenz ist Kurt Kalt, HB3YFC, im *DXCC*

Mixed mit 316 Gebieten. Folgende Funkamateure belegen im *DXCC Challenge* die ersten drei Plätze:

Best of DXCC Challenge 2025		
Platz	Call	DXCC-Gebiete
1	HB9BGV	3141
2	HB9BIN	3081
3	HB9AMO	3069

Auf den weiteren Plätzen folgen HB9BZA (2946), HB9DDO (2833) und HB9HFN (2810) für diese schwierige „Long drink“-Auszeichnung.

■ Best of IOTA 2025

Best of IOTA 2025			
Platz	Call	Rang (Welt)	IOTA-Gruppen
1	HB9AFI	15	1126
2	HB9BZA	62	1095
3	HB9CEX	181	1020

■ Klassische Schiffsfunkeruhr

Als Erstes fallen die roten und grünen Sektoren auf. Das sind Zeiten, in denen kein normaler Funkverkehr stattfinden durfte, sogenannte *Silence Periods* bzw. *SP*. Alle mussten auf den Notfrequenzen hören. Jede Stunde wurde zweimal Funkstille, QXS, eingehalten: von Minute 15 bis 18 und von Minute 45 bis 48 auf der MW-Telegrafie-Notfrequenz 500 kHz (rot) und von Minute 0 bis 3 sowie von Minute 30 bis 33 auf der GW-Telefonie-Notfrequenz 2,182 kHz (grün).

War der Funker zum Beispiel mit einer Küstenstation in Verbindung und hat ein Telegramm empfangen, so unterbrach die Küsten-

station die Arbeit mit ... *SP* oder *QRT SP*. Erst nach Ablauf der *SP* durfte man weiterverfahren. In den Wachstunden musste der Funker dies auch im Logbuch festhalten: Zum Beispiel: 15 – 18 *SP NIL*. Weil es heute auf 500 kHz praktisch keine Funkwache mehr gibt, gilt die *SP* auf 2,182 kHz (grün) weltweit auch weiter. Auf einer Funkuhr sind am Rand des Ziffernblatts weiter 4 s lange rote Marken



Typische Schiffsfunkeruhr
Foto: HB9FOO

mit jeweils 1 s Pause in Weiß. Dies entsprach dem Telegrafie-Alarmzeichen, welches vor dem eigentlichen Notzeichen *SOS* gesendet werden musste, um die automatischen Alarmempfänger zu aktivieren. Es sollten jeweils zwölf Striche von 4 s mit 1 s Pause gesendet werden. Diese Aufgabe übernahm normalerweise ein automatisches Tastgerät (Autokey). Eine Funkuhr musste ein Zifferblatt von mindestens 125 mm Durchmesser haben, um vom Arbeitsplatz des Funkers optimal sichtbar zu sein.

Tnx Info Otto Sykora, HB9FOO (Schiffsfunker bis 1987)

HB3 / HB9 KOMBI- & FERNKURSE
Die Schweizerische Amateurfunkschule
ILT Schule
Faszination Amateurfunk
www.ilt.ch

Mai 2025

28.4. – 2.5.

EuCW QRS-Aktivitätswoche [KW/UKW] (CW) 0000/2400

1.5.

AOEE [80/40 m] (CW/SSB) 0500/0800, 1400/1700

AGCW-DL QRP/QRV-Party [KW] (CW) 1300/1900

Deutscher Burgentag (COTA), www.cotagroup.org

1. – 7.5.

Aktivitätswoche des DTC [KW/UKW] (CW) 0000/2400

2.5.

Latvian mechanical key [80 m] (CW) 1900/2000

3.5.

European EME Cont. [3,4 GHz] (CW/SSB) 0000/2400

3. – 4.5.

ARI DX Contest [KW] (CW/SSB/RTTY) 1200/1200

DARC-VHF/UHF-Contest [UKW] (all) 1400/1400

5.5.

26. Europatag der Schulstationen, siehe S. 413

6.5.

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

8.5.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

10.5.

1. CoA – Chiemgau on Air, SOTA-Event, siehe <https://charly16.de/C16-COA-2025>

DIG-QSO-Party [UKW] (All) 1300/1600

Franken-Contest [UKW] (CW/SSB) 1600/1900

Rheinland-Pfalz-Akt. [2 m] (SSB/CW/AM/FM) 1600/1800

10. – 11.5.

Alessandro Volta RTTY Contest [KW] (RTTY) 1200/1200

CQ-Mir DX-Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

11.5.

Franken-Contest [80/40 m] (CW/SSB) 0700/1000

RSGB 70 MHz Contest (CW) 0900/1200

13.5.

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

15.5.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

15. – 18.5.

Four Days in May (FDIM), Holiday Inn, Fairborn, Ohio, USA, mehr auf: www.qrparci.org/fdim und S. 413

16. – 18.5.

Dayton Hamvention, Greene County Fairgrounds and Expo Center in Xenia, Ohio, USA; <https://hamvention.org>

17.5.

42. Bergheimer Amateurfunk-Flohmarkt im Bürgerhaus Quadraht, Graf-Beissel-Platz 1, 50127 Bergheim, Informationen unter: <https://ov-g20.de/flohmarkt>

Hessen-Contest [UKW] (CW/SSB) 1200/1700

ITU World Communication Day

UN DX Contest [KW] (CW/SSB) 0600/2100

17. – 18.5.

Baltic Contest [80 m] (CW/SSB) 2100/0200

EU PSK Contest [KW] (BPSK63) 1200/1200

IARU-Region 1 70 MHz Contest (MGM) 1400/1400

King of Spain Contest [KW] (CW) 1200/1200

RSGB 144 MHz May Contest (All) 1400/1400

18.5.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

DUR-Aktivitätscont. [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200
OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM)

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM)

Hessen-Contest [KW] (CW/SSB) 0600/0900

20.5.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

24.5.

Bayerischer Bergtag [≥24 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

Selbstbau-Workshop Satelliten-Boden-Empfangsstation der Ortsverbände G21 und R04 des DARC e. V., 10 Uhr, Restaurant „Alter Bahnhof“, 41542 Dormagen, Johannesstr. 1, Anmeldung unter dd3ji@darf.de

24. – 25.5.

CQ WW WPX Contest [KW] (CW) 0000/2400

25.5.

Bayerischer Bergtag [10 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

Hamburg-Contest [KW/UKW] (CW/SSB) 1000/1800

27.5.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

29.5.

QRP-MAS [80/40 m] (CW) 1400/2200, siehe S. 413

31.5.

Aktivitätstag Distrikt R [UKW] (CW/SSB) 1300/1700

Norddeutscher Funktag an der TU Hamburg, Amateurfunk- und Technikflohmarkt, Vorträge, Ausstellung; Einlass ab 9 Uhr, Tischreservierung und Infos: <https://dl0tuh.de/flohmarkt>

Rheinland-Pfalz-Aktivität [70 cm] (CW/SSB/AM/FM) 1600/1800

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

ANjo-Antennen, Heinsberg	395
Batronix Elektronik, Preetz	373
CPI Vertex Antennentechnik GmbH, Duisburg	395
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	395
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	393
HAM RADIO, Friedrichshafen	391
Haro electronic, Burgau	395
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	395
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	393
Hotel Hellers Krug, Holzminden	394
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	394
ILT Schule, Schweiz	417
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	390
Kusch, Dortmund	395
Langer EMV-Technik, Bannewitz	393
QSL-Collection, Wien	393
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	394
Sander electroniC, Berlin	393
SDR-Kits, Großbritannien	393
SPE Società Per l'Elettronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	392
Vintronic, Flensburg	394
WiMo GmbH, Herxheim	391/392/394
electronrepair.de, Schwaförden	393
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 6/25
ist am Freitag, dem 9. Mai 2025.

Vorschau auf Heft 6/25

VK9CV: CQ von Kokos-Keeling

Die Kokos-Keeling-Inseln liegen südwestlich von Indonesien im Indischen Ozean und gehören als Außengebiet politisch zu Australien. Bei Touristen ist dies ein beliebtes Ziel, und bei DXern sorgt eine Aktivität von dort für viel Aufmerksamkeit. Letzteres zeigte sich erneut auf den Frequenzen der DXpedition VK9CV im vergangenen November, die vielen europäischen DXern neue Bandpunkte brachte.



Portabel-Dipol mit Teleskopstäben

Die derzeit preisgünstig angebotenen Teleskopstäbe mit etwa 5 m Länge eignen sich gut für diverse Antennenexperimente. Im Beitrag wird beschrieben, wie sich z. B. zwei dieser Strahler in einer Dipolanordnung für den Portabeinsatz nutzen lassen und was beim Abgleich zu beachten ist.

... und außerdem:

- Online-Logdienste im Vergleich
- Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern
- Bericht von der Intermodellbau 2025
- Testgerät für Infrarot-Fernbedienungen
- Odin-SDR-Console für OpenHPSDR und Thetis

erscheint am 28.5.2025



Endstufe für 2 m und 70 cm

Der Selbstbau einer Endstufe für das 2-m- und das 70-cm-Band stellt für Funkamateure eine interessante und anspruchsvolle Herausforderung dar. Der Beitrag beschreibt die Entwicklung, den Aufbau und die Inbetriebnahme eines solchen Eigenbauprojekts. Die Besonderheit besteht in diesem Fall darin, dass die Ansteuerung durch einen SDR-Transceiver Pluto Plus und entsprechende Software erfolgt.



Redaktionsschluss FA 6/25: 8.5.2025
Vorankündigungen ohne Gewähr



**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429

ICOM

IC-7760



ID-52E PLUS



IC-9700



ID-50E



IC-7300



IC-R15



IC-7610



IC-R6



IC-905



IC-T10



IC-7100



IC-R8600



IC-705



ID-5100E



IC-718



IC-2730E



IC-PW2



**Für jeden das
Passende dabei**



Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icomeurope.com Web: www.icomeurope.com

Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

442 Expert 1.5K Taurus von
SPE auf dem Messplatz

446 MeshCom 4.0: Texte mit
LoRa-Modulen übertragen

449 Eigenbau-Endstufe
für 2 m und 70 cm

452 Odin SDR Console für das
Programm openHPSDR

458 Klasse-D-Verstärker

471 Breitband-Vertikalantenne
GPM-1500 im Praxistest

**VK9CV - DX-Signale von den
Kokos-Keeling-Inseln**



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt, das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (0 30) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (0 30) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischlewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüschi, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Vertrieb PressUp GmbH, Hamburg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 57,50 € (PLUS-Abo 63,50 €), jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar. Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 5,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 61,70 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 67,70 €); Schweiz/Liechtenstein 74,- CHF (PLUS-Abo 79,- CHF)

Digital-Abonnement 49,- €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6,- € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: POFIGH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5,- € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 8.5.2025 **Erscheinungstag:** 28.5.2025

Druckauflage: 24 100

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Zukunft trifft Tradition – Ham Radio in Friedrichshafen

Die Ham Radio in Friedrichshafen ist für viele von uns mehr als nur eine Messe, sie ist das jährliche Familientreffen der Amateurfunkgemeinschaft. In den Hallen am Bodensee kommen Enthusiasten aus aller Welt zusammen, um Technik zu erleben, sich auszutauschen und gemeinsam in die Zukunft unseres Hobbys zu blicken. Dieses Jahr steht die Veranstaltung besonders im Zeichen von Remote-Betrieb und dem Jubiläum 75 Jahre DARC e. V.

Das Motto „Remote Radio – Connecting the World“ als zentrales Thema des Bodenseetreffens zeigt den rasanten Fortschritt im Bereich Remote-Stationen auf. Während früher der eigene Mast im Garten das Maß aller Dinge war, ermöglichen heute internetgestützte Fernzugriffe eine völlig neue Form der Aktivität. Für viele Funkamateure mit begrenzten Platz- oder Antennenmöglichkeiten – sei es aus baulichen, altersbedingten oder gesellschaftlichen Gründen – bieten Remote-Lösungen einen Zugang zur Welt, der vor wenigen Jahren noch undenkbar war. Auf der Messe in Friedrichshafen werden nicht nur technische Lösungen und Plattformen wie RemoteHams, FlexRadio oder das DARC-Remote-Projekt vorgestellt – auch Selbstbauprojekte und Vereinsinitiativen zur gemeinsamen Remote-Nutzung stehen im Fokus.

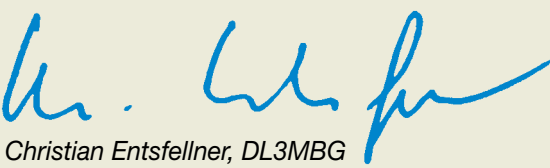
Selbstverständlich lebt die Messe auch von der Vielfalt der Händler. Ob Neuheiten von etablierten Marken oder Innovationen kleiner Anbieter: In Friedrichshafen kann man Technik nicht nur sehen, sondern anfassen, ausprobieren und vergleichen. Die persönliche Beratung, das Fachsimpeln am Stand, das gemeinsame Staunen über technische Raffinessen – all das ist online nicht zu ersetzen.

Ein weiterer Eckpfeiler der Ham Radio sind die Vereine und Organisationen, die unsere Gemeinschaft tragen und voranbringen. Der DARC e. V., zahlreiche internationale Verbände und viele Spezialgruppen nutzen die Messe, um ihre Arbeit vorzustellen, Projekte zu diskutieren und neue Mitglieder zu gewinnen. Besonders erfreulich ist das zunehmende Engagement im Bereich Nachwuchsarbeit, denn nur wenn wir junge Menschen für Funktechnik begeistern, bleibt unser Hobby auch in Zukunft lebendig. Die Kooperationen des DARC e. V. mit dem AATIS e. V., dem VDE und Jugend forscht spiegeln dies auf der Ham Radio wider und weisen neue Wege im Bereich MINT.

Die Ham Radio zeigt eindrucksvoll: Der Amateurfunk ist nicht nur ein Hobby aus der Vergangenheit, sondern eine Brücke in die Zukunft – zwischen Generationen, Nationen und Technologien. Ob analog oder digital, ob lokal oder remote: Was uns verbindet, ist die Leidenschaft für Funk.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen dieser Ausgabe und, falls Sie in Friedrichshafen sind, spannende Begegnungen auf der Ham Radio.

Mit herzlichen Grüßen und 73



Christian Entfellner, DL3MBG
Vorsitzender des DARC e. V.

Amateurfunk

Online-Logdienste im Vergleich (1) 431

VK9CV – DXpedition zu den Kokos-Keeling-Inseln 434

Abspannhilfe für einen Steckmast aus Tarnnetzstangen 439

Expert 1.5K Taurus von SPE – ein technischer Meilenstein



Bereits auf der Hamvention 2024 in Xenia präsentierte das italienische Unternehmen Società Per l'Elettronica S.r.l. seine neue Endstufe Expert 1.5K Taurus. Nun wurde sie einem eingehenden Test unterzogen. Neben den Messergebnissen werden auch die wichtigsten Neuerungen und Verbesserungen gegenüber dem Vorgängermodell vorgestellt.

Werkfoto

442

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (1)



Der Selbstbau einer Endstufe für den VHF- und UHF-Bereich ist eine interessante und anspruchsvolle Aufgabe. Der Beitrag beschreibt die Entwicklung, den Aufbau und die Inbetriebnahme eines solchen Eigenbauprojekts. Die Besonderheit besteht in diesem Fall darin, dass die Ansteuerung durch einen SDR-Transceiver Pluto Plus und entsprechende Software erfolgt.

Foto: DJ1MR

449

Odin SDR Console zur Steuerung des Programms openHPSDR 452

Breitband-Vertikalantenne GPM-1500 im Praxistest 471

Teleskop-Portabeldipol für die Kurzwelle



Die seit einiger Zeit günstig angebotenen Teleskopantennen mit 5,6 m Länge eignen sich gut für diverse Antennenexperimente. So lassen sich z. B. zwei dieser Strahler in einer Dipolanordnung als Kurzwellenantenne für den Portabeinsatz nutzen.

Foto: DK7ZB

472

Funk

31. EMV-Tagung des DARC e.V. 438

MeshCom 4.0 – Daten- und Textübertragung mit LoRa-Modulen



Aus der Idee, Funkamateure eine kostengünstige Möglichkeit zu geben, Textnachrichten sowie Positions- und Sensordaten über eine leistungsfähige und schnell aufzubauende Netzwerkstruktur übertragen zu können, entstand das hier beschriebene Projekt.

Foto: OE3MZC

446

CB- und Jedermannfunk 489

Aktuell

Editorial 423

Postbox 426

Markt 428

Ausbreitung Juni 2025 492

Inserentenverzeichnis 502

Vorschau FA 7/25 502

QTCs

AATiS e.V. 488

SWL-QTC 493

Bergfunk-QTC 493



DX-QTC 494

QSL-Splitter 495

Sat-QTC 495

CW-QTC 495

Digital-QTC 496

QRP-QTC 497

UKW-QTC 498

DL-QTC; Afu-Welt 500

OE-QTC 501

HB-QTC 501

Termine Juni 2025 502

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden.

Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Typenblatt

DJ-X100E 463

Unser Titelbild



Ein slowakisch-tschechisches DXpeditions-team reiste im vergangenen November zu den im Indischen Ozean gelegenen Kokos-Keeling-Inseln und ermöglichte DXern weltweit neue Bandpunkte oder sogar eine Erstverbindung mit diesem entlegenen DXCC-Gebiet. Politisch gehören die Inseln zu Australien und von dort schloss sich Grant, VK5GR, der Gruppe an. Trotz oft schwieriger Ausbreitungsbedingungen standen am Ende über 100 000 Funkverbindungen im Log.

Foto: Team VK9CV

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 490

BC-DX-Informationen 491



Radio Vatikan strahlt eigene Programme auf Kurzweile aus und vermietet Sendezeit an andere Stationen. QSL: DL1AX

Bauelemente

LM4875: 1-W-NF-Verstärker mit Lautstärkesteuerung 461

Ausstellungen

Neues von der Intermodellbau 2025



Vom 10. bis zum 13. April 2025 fand in Dortmund die 47. Intermodellbau statt und vermittelte auch in diesem Jahr wohl nicht nur Modellbauern, sondern auch Freunden anderer technischer Hobbys interessante Eindrücke.

Foto: DL1DBL

440

Wissenswertes

Reparatur eines Rotor-Steuergeräts Stolle 303

457

Elektronik

Prüfgerät für Infrarot-Fernbedienungen

454

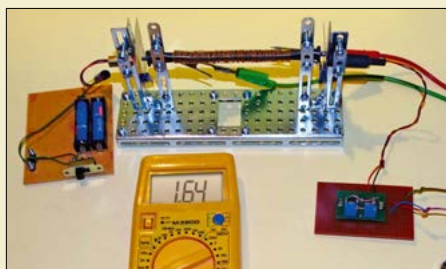
Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern (1)

458

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz (2)

465

Experimente mit Lichtwellenleitern als Sensoren

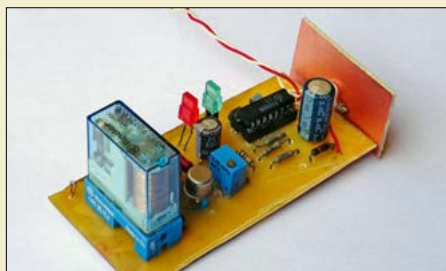


Zur Signalübertragung kommen heutzutage oft Lichtwellenleiter zum Einsatz, zumal sie sich in vielerlei Hinsicht als störfest erwiesen haben. Doch die Lichtleitung lässt sich von außen beeinflussen, was den hier beschriebenen Einsatz zur Strommessung und als Füllstandsensor ermöglicht. Auch die Verwendung in Lichtschranken eröffnet neue Anwendungsbereiche.

Foto: Sander

468

Kombinierter Netzausfallmelder und Leitungssucher



Lokale Ausfälle des 230-V-Versorgungsnetzes sind nicht immer auszuschließen. Dann kann es von Vorteil sein, einen sofort reagierenden Ausfallmelder neben einer Stromleitung postiert zu haben. In diesem Beitrag wird ein solches Gerät beschrieben, das ein fehlendes Netz per LED signalisiert und einen Schaltvorgang auslöst. Außerdem ist es als Leitungssucher einsetzbar.

Foto: DM3SPE

474

Einfacher HF-Pegelmesser mit Nextion-Grafikdisplay



Die programmierbaren HMI-Displays des Herstellers ITEAD erlauben nicht nur optisch ansprechende Grafikdarstellungen, sondern auch die interaktive Bedienung. Eine für Funkamateure interessante Anwendung ist das in diesem Beitrag vorgestellte Eigenbaugerät.

Foto: DL2IAO

476

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateure.de



Sendeturm mit DAB-Antenne
Foto: DK8VR

Umstellung jederzeit

Zum Wechsel vom „normalen“ Abonnement auf ein digitales genügt eine kurze E-Mail an: abo@funkamateure.de. Bitte teilen Sie auch mit, ob der Umstieg sofort, zum Jahresende oder ab der nächsten Rechnung gewünscht wird.
FA-Aboverwaltung

Rechtzeitig handeln

Ergänzend zum Editorial im FA 5/25 empfehle ich den Besuch der Website <https://endof10.org>, auf der man Hilfe beim Umstieg auf Linux bekommt. Zu Unterstützungsangeboten wie diesem werden in den nächsten Wochen sicher viele weitere hinzukommen.
Wolfgang Gebert

Geheimnis gelüftet

Ergänzend zum Beitrag von Jürgen Urbig, DL4JWU, „Geheimnis gelüftet – Empfangstechnik von SAQ Grimeton“ im FA 3/25 ab S. 186 und der Literaturliste [19] auf S. 189 möchte ich auf die „US Patent and Trademark Organisation“ verweisen.

Dort findet man auf der Website <https://ppubs.uspto.gov/pubwebapp/static/pages/ppubsbasic.html> unter Angabe der Patentnummer 1564807 mit dem Dokument US-1564807-A das Original von Ernst F. W. Alexanderson – allerdings mit dem Veröffentlichungsdatum 8. 12. 1925.

Nebenbei: Toller Beitrag!
Thomas Klein

Führungen durch die Sendehalle von Europe 1

Zu dem im FA 1/25, S. 18 ff., von Harald Lutz veröffentlichten Beitrag „Europe 1 – ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze“ teile ich mit, dass die Gemeinde Überherrn Ende Juli 2025 wieder öffentliche Führungen durch die Sendehalle des ehemaligen Langwellensenders Europe 1 in Überherrn-Berus anbietet.

In den zurückliegenden Monaten war wegen umfangreicher Dachsanierungsarbeiten keine Besichtigung möglich. Wer die Sendeanlage mit fachkundiger Führung gern besichtigen möchte, wendet sich wegen geplanter Termine bitte per Telefon (06836) 909122 oder über die E-Mail-Adresse kultur@ueberherrn.de an das Kulturamt der Gemeinde Überherrn.

Die Führung dauert etwa 90 min. Der Preis beträgt 10 € pro Person. Die Führung ist auf maximal 25 Teilnehmer begrenzt.

Kurz noch etwas zum Sender: Der ehemalige Langwellensender in der Gemeinde Überherrn-Berus ist ein Monument der Rundfunkgeschichte. Er war ehemals der stärkste Langwellensender der Welt. Die Anlage steht seit 1999 unter Denkmalschutz und ist noch so erhalten wie am letzten Tag des Sendebetriebs. Die Sendehalle wurde 2021 wegen ihrer außergewöhnlichen Konstruktion in die Reihe der historischen Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland aufgenommen.
Eugen Düpre, DK8VR

K-Faktor und Kondensatorauswahl

Nach der Veröffentlichung des Beitrags „Der K-Faktor bei Monoflops“ im FA 5/2025, S. 363, wurde eine Frage zu der am Ende kurz genannten Kondensatorauswahl an mich herangetragen. Diese betrifft die Verwendung von Folienkondensatoren zur Pulsdauereinstellung anstelle von Keramik Kondensatoren mit hoher Dielektrizitätskonstante (HDK). Da sich der Kapazitätswert von Kondensatoren mit HDK-Keramik beim Anlegen einer Spannung verringert und somit auch die Pulsdauer sinkt, sind diese für zeitkritische Anwendungen in Monoflops ungeeignet. Bei Folienkondensatoren mit ihrer relativ kleinen Dielektrizitätszahl tritt dieser Effekt hingegen nicht auf. Ein weiterer Vorteil von Folienkondensatoren liegt in ihrem kleineren Leckstrom. So

mit eignen sie sich beispielsweise für Anwendungen, in denen Kondensatoren ihre Spannung möglichst unverfälscht aufrechterhalten sollen. Hierzu zählen u. a. Abtast-Halte-Schaltungen, Spitzenwertdetektoren sowie Integratorschaltungen mit Operationsverstärkern.

Jan Ückerseifer, DJ1UC

Der Sommer ist da!



Remote-Betrieb

Der Beitrag „Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi“ im FA 5/25, S. 367, gefällt mir sehr gut.

Aktuell verwende ich ein ähnliches, aber vereinfachtes Konzept. Auf einem Raspberry Pi ist schon das Programm WSJT-X installiert. Dieses arbeitet direkt mit einer externen USB-Soundkarte am Transceiver, die ich für 5 € bekommen habe. Eine CAT-Steuerung ist bei meinem alten Gerät nicht möglich. Als Festfrequenzgerät und VOX geht es auch.

An einem zweiten Raspberry Pi mit installiertem OpenWebRX ist nur ein USB-RTL-Stick angeschlossen, da dieser nur als Kontrollempfänger dient.

Ein dritter Raspberry Pi steuert einen modernen Transceiver über CAT inclusive Audio über USB. Dort sind WSJT-X und wegen der Kompatibilität FLRig installiert. Das Audiosignal geht direkt vom Transceiver über die USB-Verbindung zu WSJT-X. Die CAT-Steuerung muss ich über FLRig umleiten. Mein Gerät wird zwar in WSJT-X angezeigt, aber die Übertragung bricht nach wenigen Sekunden ab. Von WSJT-X zu FLRig über USB zum Transceiver



Ab dieser Ausgabe gibt es den FUNKAMATEUR wieder an Bahnhofsbuchhandlungen.

© DC2HB



und zurück geht es über Stunden stabil. Aktuell suche ich noch die Einstellungen, um Sendeleistung und SWV ordentlich zu übertragen. Die Anlage steht im Garten in einem Zelt als Test für spätere Portaleinsätze.

Alle Geräte haben nur einen WLAN-Zugang und so sind Brummschleifen kein Problem. Die drei Raspberry Pi hängen am gleichen 230-V-Netz wie die Transceiver. Zum Empfang der Daten dienen mein heimischer PC und parallel dazu mein Smartphone, beide über RealVNC oder die Weboberfläche von OpenWebRX. Aufgrund der Signalverarbeitung auf dem Raspberry Pi habe ich auch keine Zeitprobleme durch das WLAN, denn es werden nur noch wenige Daten übertragen.

Ich habe bisher nur FT8 gemacht, aber durch diesen Beitrag gelernt, dass Remote-Betrieb auch einfach mit Audiosignalen geht. Vielen Dank!

Stefan Vandrey, DK1VAN

SDR-Empfänger mit Raspberry Pi

Nach der Veröffentlichung des Beitrags „Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico“ im FA 5/25, S. 374 f., gab es einige Software-Erweiterungen, siehe: https://101-things.readthedocs.io/en/latest/breadboard_radio_part3.html

Nun ist der Anschluss eines farbigen TFT-Displays ILI9341 am SPI-Bus möglich, das die Darstellung eines Wasserfalls gestattet, siehe Bild. Zusätzlich werden das CAT-System und der Audioeingang über den USB-Anschluss verwaltet. WSJT-X decodiert direkt und steuert die Platine an – es ist kein externes Signal mehr zuzuführen.

Ich habe den Test vor Kurzem durchgeführt. Diese preiswerte und trotzdem leistungsstarke Baugruppe begeistert mich.

Anthony Le Cren, F4GOH



Display mit Wasserfallanzeige

Foto: F4GOH

Kleine T-Antenne

Für mich stellt sich am Schluss des Beitrags „Speisung eines 160-m-Kurzdiptols als kleine T-Antenne“ im FA 3/25, S. 220 f., noch eine Frage. Es ist von einem Vergleich zwischen koaxialem Gegengewicht und aperiodischen Drähten die Rede. Wie viele Drähte wurden verwendet und wie lang waren diese?

Zum Hintergrund: Ich teste gerade eine Breitbandantenne für 10 m bis 80 m, da ist das Problem von besonderer Bedeutung. Ich könnte mir einen Teil der Versuche sparen, wenn es schon Erfahrungen gibt.

Christoph Kunze, DK6ED

Ich habe immer nur einen einzigen Draht benutzt, der am besten funktionierte, wenn er nicht wie ein Elevated Radial über dem Erdboden ausgepannt

sondern auf dem Erdboden ausgelegt war. Die Längen variierten zwischen 40 m im „Zickzack“ bis zu 27 m und 20 m. Das ebenfalls auf dem Erdboden ausgelegte Gegengewicht aus Koaxialkabel hatte in Sachen HF-freie Masse die größte Wirkung. Damit war auf der Stationsmasse keine HF mehr nachzuweisen. Mit niedrig über der Erde abgespannten Gegengewichten war auch nach erneuter Abstimmung der Antenne mit dem Hochpass-L-Glied keine völlige HF-Freiheit der Stationsmasse zu erreichen.

Alfred Klüß, DF2BC

Temperatur-Preisfrage

Gefragt war, welche Temperaturerhöhung sich im unteren Becken der Niagarafälle ergibt, wenn die Energie der aus 48 m Höhe herabstürzenden Wassermassen vollständig in Wärme umgewandelt wird. Die sich aus der Masse m des Wassers und der Fallhöhe h ergebende potenzielle Energie $E_p = m \cdot g \cdot h$ wird im unteren Wasserbecken vollständig in Wärmeenergie $E_Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$ umgewandelt.

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta \quad (1)$$

Die spezifische Wärmekapazität von Wasser bei 20 °C ist

$$c = 4,182 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = 4182 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{K}}$$

Durch Auflösung der Gleichung (1) nach der Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ ergibt sich:

$$\Delta\vartheta = \frac{h \cdot g}{c} = \frac{48 \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{4182 \text{ m}^2/(\text{s}^2 \cdot \text{K})} \approx 0,1 \text{ K}$$

Die Wassermassen erwärmt sich trotz der großen Fallhöhe somit um lediglich etwa 0,1 K. Dieser Wert ist unabhängig von der Masse des herabstürzenden Wassers.

Genaugenommen müsste zur potenziellen Energie noch die durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers vor dem Sturz in die Tiefe vorhandene kinetische Energie gerechnet werden. Die sich dadurch ergebende Temperaturerhöhung ist jedoch so gering, dass dieser Anteil nicht berücksichtigt wurde.

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

**Nina Eifler
Volker Block, DJ8JA
Hans-Gerd Bruns, DL9HG**

Herzlichen Glückwunsch!

Kraft-Preisfrage

Mit welcher Kraft werden die kreisförmigen Metallplatten eines mit 5 kV geladenen Kondensators angezogen, wenn diese einen Durchmesser von 300 mm haben und ihr Abstand 2 mm beträgt?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 30.6.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateure.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der ERP-Preisfrage vom FA 5/25 können Sie sich noch bis zum 31.5.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Klopfeschalter

Ich als Imker finde die im Beitrag „Universeller Klopfeschalter“ (FA 5/25, S. 381) vorgestellte Schaltung super. In den vergangenen Jahren hatte ich durch Grünspechte verursachte enorme Schäden an meinen Bienenkästen. Der Verlust bei den Bienenvölkern ging teilweise bis zum Totalschaden. Nur durch spezielle Drahtgitter konnte ich weitere Schäden verhindern. Mit der dargestellten Schaltung könnte man schon beim ersten Versuch die Spechte durch geeignete Signale verscheuchen und damit das Revier unattraktiv machen.

Da ich beabsichtige, die Baugruppe aus einem Akkumulator oder Batterien für vier bis fünf Monate zu betreiben, ergibt sich die Frage nach dem Ruhestrom.

Ullrich Hänert, DC1UH

Das ist eine interessante Anwendung, an die ich überhaupt nicht gedacht habe. Die Schaltung läuft derzeit im Dauerbetrieb. Ich könnte Ihnen die Firmware jedoch so anpassen, dass sich der Mikrocontroller nach einer gewissen Zeit ohne Eingangssignal in den Schlafmodus versetzt und erst mit dem ersten Specht Klopfen wieder aktiv wird und dann ein akustisches Signal ausgibt.

Dr.-Ing. Klaus Sander

Funkspruch

Zu dem in der Postbox im FA 5/2025 auf S. 342 gezeigten „Funkspruch der besonderen Art“ erfährt man auf www.nwzonline.de/kultur/herzpfand-liegt-in-kleinen-holzkisten_a_11,5,1185307644.html etwas mehr.

Jürgen Bartels



Der **FTX-1 Field** bietet im Akkumulatorbetrieb mit dem **SBR-52LI** maximal 6 W Sendeleistung bzw. 10 W bei Speisung aus einer 13,8-V-Spannungsversorgung.

QRP-Transceiver, wahlweise auch mit Endstufe

Der neue SDR-Transceiver **FTX-1** von **Yaesu** wird ab Juni in zwei Varianten erhältlich sein. Beide lassen sich auf allen Amateurfunkbändern zwischen 160 m und 6 m sowie auf 2 m und 70 cm einsetzen. Der Empfänger überstreicht 30 kHz bis 174 MHz sowie 400 MHz bis 470 MHz.

Der für den portablen Betrieb vorgesehene **FTX-1 Field** wird mit dem Lithium-Ionen-Akkumulator **SBR-52LI** geliefert, der eine Kapazität von 6400 mAh aufweist. Er ermöglicht 6 W Sendeleistung auf allen Bändern in den Sendarten SSB, CW, AM, FM und C4FM Fusion sowie in den Digimodes. Die maximale Betriebsdauer mit einer Akkumulatorladung ist für die KW-Bänder in SSB mit bis zu 9 h und auf 2 m/70 cm in FM bis zu 8 h angegeben. Der **SBR-52LI** kann über ein USB-C-Kabel aus einer beliebigen Spannungsquelle (15 V/2 A, ab 45 W) geladen werden. Beim Anschluss an eine externe 13,8-V-Versorgung liefert der **FTX-1 Field** eine Sendeleistung von maximal 10 W und lädt gleichzeitig den Akkumulator.

Der Lieferumfang des als Basisstation konzipierten Modells **FTX-1 Optima** umfasst zusätzlich den externen Leistungsverstärker **SPA-1** mit integriertem Antennentuner. Die Endstufe liefert 100 W auf KW bzw. 50 W auf 2 m und 70 cm. Ein bereits vorhandener **FTX-1 Field** lässt sich mit dieser separat erhältlichen PA komplettieren.

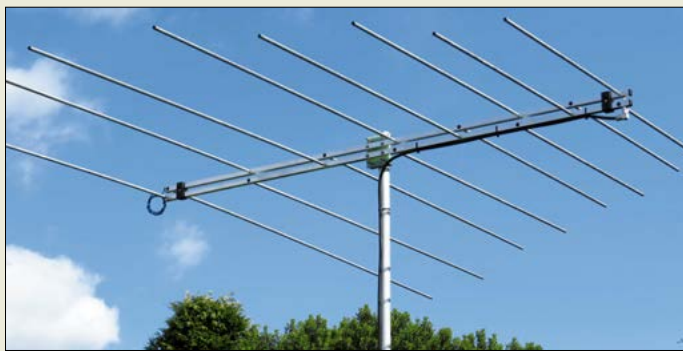
Als Zubehör gibt es den am **FTX-1 Field** ansteckbaren QRP-Antennenkoppler **FC-80** (1,8 MHz bis 54 MHz) und den Lüfter **SCF-1**. Beide werden an der Rückseite des **FTX-1 Field** befestigt. Weitere Optionen sind das GPS-Modul **FGPS-5** und das Bluetooth-Modul **BU-6**.

Der Transceiver verfügt über ein 4,3-Zoll-Farbdisplay und arbeitet wahlweise im Single- oder Dualband-Modus. Das zuschaltbare 3D-Spektrum kann gleichzeitig Signale auf einem KW-Band und auf 2 m bzw. 70 cm darstellen. Info: **Yaesu Musen Co., Ltd.**; www.yaesu.co.uk Bezug: autorisierter Fachhandel



Der **FTX-1 Optima** ist mit der abtrennbaren 100/50-W-Endstufe **SPA-1** ausgestattet, die sich auch an einen **FTX-1 Field** anstecken lässt.

Markt



Dreiband-E₅-Antenne

Noch rechtzeitig zur diesjährigen E₅-Saison hat **ANjo-Antennen** mit der **LP039073** eine logarithmisch-periodische Dipolantenne im Portfolio, die für die Amateurfunkbänder 40 MHz, 50 MHz und 70 MHz geeignet ist und sich somit auch für das in einigen europäischen Ländern freigegebene 8-m-Band nutzen lässt.

Wie durch das Funktionsprinzip vorgegeben, ist nur ein einziges Speisekabel für alle drei Bänder erforderlich. Der Doppelboom als Wellenleiter hat eine isolierte Mastbefestigung und einen Abschluss in Form eines Drahtstubs. Letzterer erzeugt einen Gleichstromkurzschluss, wodurch Prasselstörungen durch elektrostatische Ladungen wirksam unterdrückt werden.

Die Masthalterung besteht komplett aus dem Werkstoff 1.4301 (V2A).

ANjo-Antennen, **Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH**, **Lindenstr. 192**, **52525 Heinsberg**, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

Rostfreie Montagewinkel

Neu bei **UKW-Berichte** gibt es zwei Ausführungen rostfreier Montagewinkel als universelle Halterungen für Antennen. Sie sind aus Edelstahl gefertigt und eignen sich somit auch für den Einsatz im Außenbereich.

Die kleine Halterung **AWM 01** (Artikelnummer 02624) besitzt 64 mm und 98 mm lange Schenkel, die 35 mm breit und 2 mm dick sind und jeweils eine 16,3-mm-Bohrung sowie mehrere kleine Befestigungslöcher von 6,5 mm Durchmesser aufweisen. Der 72 g wiegende Winkel kostet 10,85 €.

Die große Halterung **AWM 02** (Artikelnummer 02623) hat 100 mm und 180 mm lange Schenkel, die 45 mm breit und 2,5 mm dick sind. Die Bohrungsdurchmesser gleichen denen der AWM 01. Die Masse beträgt 220 g, der Preis 14,70 €.

Beide Antennenhalter erweitern das vielfältige Angebot an mechanischen Lösungen für den Antennenbau.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de

Die **LP039073** lässt sich an einem Mast mit bis zu 60 mm Durchmesser befestigen.

LP039073

VHF-Breitbandantenne

- Prinzip: logarithmisch-periodisch
- Frequenzbereiche: 40... 41 MHz, 50... 52 MHz, 70... 71 MHz
- Elemente: 8
- Gewinn: 8,3 dBi
- Vor-Rück-Verhältnis: 14 dB; 14,7 dB; 15,8 dB
- Belastbarkeit: 400 W CW, 750 W PEP; gesetzliche Leistungsbeschränkungen beachten!
- Anschluss: N-Buchse
- Boomlänge: 2 m
- Drehradius: 2,75 m
- Masse: 4 kg
- Mastmontage: Mastdurchmesser ≤ 60 mm
- Preis: 339 €



Montagewinkel AWM 01



Montagewinkel AWM 02

Schaltereinheit (oben) und Bedienteil des Antennenumschalters Trio Switch; die Verbindung erfolgt über ein Ethernet-Kabel mit RJ45-Steckern.



Antennenumschalter Trio

MicroHAM aus der Slowakei ist ein seit vielen Jahren bekannter und renommierter Anbieter von Amateurfunkprodukten mit dem Schwerpunkt auf der Fernsteuerung von Sendeanlagen.

Neu im Sortiment ist der Antennenumschalter **Trio**. Er besteht aus zwei Baugruppen: dem z.B. an der Wand in der Nähe der Antennenkabel montierbaren Schalter und dem Bediengerät für den Stationstisch. Verbunden werden beide durch ein handelsübliches Ethernet-Kabel mit RJ45-Steckern.

Die Umschaltung von bis zu sechs Antennen auf einen der drei möglichen Transceiver kann manuell oder automatisiert erfolgen. In letzterem Fall wird das Bandsignal des Transceivers ausgewertet. Dabei ist immer einer der drei Transceiver führend. Welcher dies ist, kann manuell oder automatisiert festgelegt werden.

Neben den sechs Anschlüssen für Sendantennen (bandabhängig bis 3 kW belastbar) gibt es noch drei Buchsen für Empfangsantennen. Die Schaltlogik erlaubt es, in Abhängigkeit vom gewählten Band eine Antenne zum Senden und eine andere für den Empfang zu verwenden. Die Verriegelung des PTT-Signals verhindert das ungewollte Senden in eine Empfangsantenne. Eine Endstufe lässt sich ebenfalls einbinden, die dann automatisiert an jeden Transceiver bzw. jede Antenne geschaltet werden kann.

Darüber hinaus sind vier Schaltsignale nutzbar, um z.B. Vorverstärker ein- und eine 4-Square-Antenne umzuschalten, wobei die von der **Arco**-Rotorsteuerung bekannten Relais-Erweiterungen zum Einsatz kommen können.

Der Antennenschalter besitzt einen Webserver, der eine komfortable Bedienung über eine Website und somit den Remote-Betrieb ermöglicht.

Für eine Vielzahl gängiger Transceiver und Endstufen stehen fertig konfektionierte **Kabelsätze** zur Verfügung, wodurch sich der Installationsaufwand reduziert.

Der Trio ist bei **WiMo** für 589 € erhältlich, konfektionierte Steuerkabel werden zu einem Preis ab 49 € angeboten.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com



Webbasierte Bedienoberfläche des Antennenumschalters Trio

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d.h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Trio

Antennenumschalter

- Frequenzbereich: 0,1 ... 70 MHz
- Belastbarkeit: 3 kW @ 10 MHz, 1,5 kW @ 55 MHz, 1 kW @ 70 MHz
- Einfügedämpfung: < 0,1 dB @ 28 MHz, < 0,16 dB @ 70 MHz
- Schaltanschlüsse (Norm): 3 für Transceiver (SO239), 6 für Sendantennen (SO239), 2 für Endstufe (SO239), 3 für Empfangsantennen (F)
- Steuerung: Frontpanel mit LC-Display und Tasten; webbasierte Bedienoberfläche; Unterstützung für CI-V, BCD, UDP, PTT, ALC und TX-Inhibit
- Spannungsversorgung: 10 ... 14 V, ≤ 1,8 A
- Masse: 2,3 kg
- Abmessungen (B × H × T): Bedienteil 280 mm × 65 mm × 120 mm Schalter 275 mm × 65 mm × 190 mm
- Preis: 589 €

Spiderbeam begeht 25-jähriges Jubiläum

Auf eine mittlerweile 25 Jahre andauernde Erfolgsgeschichte kann **Spiderbeam** zurückblicken. Das im Jahr 2000 von Cornelius Paul, DF4SA, gegründete Unternehmen hat sich besonders Antennen für Portabeleinsätze und DXpeditionen verschrieben. Das Portfolio meist leichter und trotzdem robuster GFK-Maste in Längen bis 26 m wurde in der Zwischenzeit um Mehrband-Richtantennen und Lowband-Drahtantennen sowie Aluminium-Schiebemaste bis 18 m erweitert.

Spiderbeam GmbH, Otto-von-Guericke-Str. 3, 03130 Spremberg, Tel./Fax (035 63) 98 98 12; www.spiderbeam.com



Preselektor für VHF-SDR-Empfänger

Der bei **Burkhard Reuter** erhältliche VHF-Preselektor **RAP2** wurde vorrangig für den Einsatz vor breitbandig arbeitenden SDR-Empfängern entwickelt, die mit einem Oversampling im Bereich von 60 MHz bis 200 MHz arbeiten. Als Bandpassfilter kommen hochselektive, steilflankige SAW-Filter zur Auswahl des gewünschten Nyquist-Bereichs zum Einsatz. Alternativ sind ein Hochpassfilter oder ein Bypass in den Empfangsweg schaltbar. Ein rauscharmer Verstärker (LNA) gleicht die Filterverluste aus. Der Preselektor lässt sich vom SDR-Empfänger **RSR200** desselben Herstellers fernsteuern und erhält auf diesem Weg auch seine Versorgungsspannung.

Das Gerät ist auch an beliebigen anderen Empfängern einsetzbar, wobei dann die Umschaltung der Filter per Dreh-Encoder am Gerät oder eine App via WLAN erfolgen kann. Die Spannungsversorgung ist separat zuzuführen. **Burkhard Reuter, Konstruktion & Musterbau**, Ziegelstr. 54, 06862 Dessau-Roßlau, Tel. (03 49 01) 6 72 75; www.reuter-elektronik.de, E-Mail: b.reuter@reuter-elektronik

Fensterklemme fürs Auto

Die bei **Difona** für 49 € erhältliche Fensterklemmhalterung **EMW-325** ermöglicht die Befestigung einer $\lambda/2$ langen VHF/UHF-Antenne am Seitenfenster. Das Außenteil mit dem SO239-Antennenfuß ist in zwei Achsen neigbar. Die Federhalterung mit BNC-Buchse auf der Innenseite lässt die Halterung auch bei geöffnetem Fenster nicht kippen.

Difona Communication GmbH, Ottostr. 24, 63150 Heusenstamm, Tel. (061 04) 689 62 10, difona@difona.de; www.difona.de

Der Preselektor **RAP2** ist vorrangig als Zusatz für den **RSR200** vorgesehen, lässt sich aber auch per Dreh-Encoder oder WLAN-App steuern.

RAP2

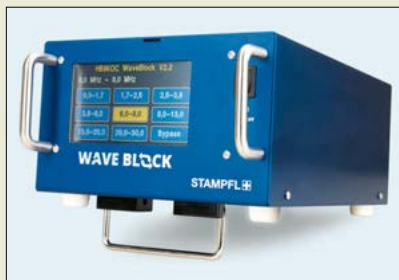
VHF-Preselektor

- Verfügbare Filterzweige: Bandpassfilter 70 ... 83 MHz Bandpassfilter 83 ... 109 MHz Bandpassfilter 109 ... 169 MHz Hochpassfilter 169 MHz Bypass 50 ... 300 MHz
- Anschlüsse: SMA, WLAN-Antenne
- Fernspeisung des Preselektors über Empfängeranschluss möglich
- Fernspeisung für Verstärker am Antenneneingang zuschaltbar
- Masse: 350 g
- Abmessungen (B × H × T): 140 mm × 38 mm × 113 mm
- Stromaufnahme: 120 mA @ 12 V
- Preis: 390 €



Ein Inbus-Schlüssel zum Einstellen der Neigung des Antennenfußes der **EMW-25** ist im Lieferumfang enthalten. BNC-Adapterkabel sind optional erhältlich.

Die Umschaltung der Teilbereiche erfolgt über das Touchdisplay des Preselektors **Wave Block**.



BZ-040

Preselektorbauersatz

- Frequenzbereich: 0...30 MHz
- Teilbereiche (umschaltbar): 0...1,7 MHz, 1,7...2,5 MHz, 2,5...3,8 MHz, 3,8...6 MHz, 6...9 MHz, 9...13 MHz, 13...20 MHz, 20...30 MHz
- Einfügedämpfung: < 0,5 dB
- Welligkeit: < 0,5 dB
- IP3: 50 dBm
- Display: TFT, 480 x 272 Pixel, Touch-Funktionalität
- PTT-Eingang: Low-aktiv
- Betriebsspannung: 9...16 V
- Stromaufnahme: 200 mA
- Abmessungen (B x H x T): 310 mm x 190 mm x 120 mm
- Masse: 1,4 kg
- Preis: 590 €

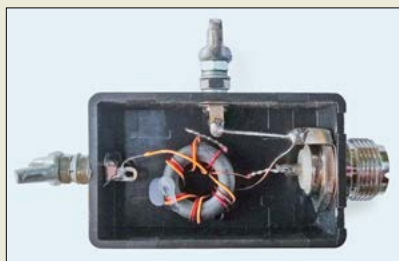
BZ-091

Anpassungsübertrager

- Impedanzverhältnis: 1:9
- Frequenzbereich: 3...30 MHz
- Belastbarkeit: 10 W
- Abmessungen (B x H x T): 60 mm x 35 mm x 25 mm
- Preis: 12,90 €

Neues aus dem Leserservice

Der unter der Bestellnummer **BZ-040** beim **FA-Leserservice** erhältliche **Wave Block** von Heinz Stampfl, **HB9KOC**, und Ernst Kirschbaum, **DL2EBV**, ist ein Komplettbausatz für einen Preselektor im Frequenzbereich von 0 bis 30 MHz. Er besitzt acht Teilbereiche und eine manuell oder über den PTT-Eingang schaltbare Bypass-Funktion. Der Bausatz ist weitgehend vorgefertigt und umfasst neben den elektronischen Baugruppen auch ein bearbeitetes und bedrucktes Gehäuse, die erforderlichen Steckverbinder und Kabel sowie das benötigte Montagematerial. Kunden aus der Schweiz können diesen Bausatz direkt bei www.heinzstampfl.ch bestellen.



Der kompakte und leichte 1:9-Anpassungsübertrager (Unun) **BZ-091** für KW-Portabelantennen und eine Sendeleistung von maximal 10 W (QRP-Betrieb) bzw. zur Verwendung an Empfangsantennen (Weltempfänger) ist zum Preis von 12,90 € erhältlich. Das Speisekabel wird an eine SO239-Buchse angeschlossen, für Antenne und Gegengewicht sind Schrauben mit Flügelmuttern vorgesehen.

Miniatur-Kippschalter für 3 A/125 V mit 10 mm langem Hebel sind unter der Bestellnummer **MKS-EE-6-10** erhältlich. Die zweipoligen Umschalter besitzen sechs Lötstifte für die Montage auf einer Leiterplatte und einen Verdrehschutz unterhalb der Befestigungsmutter. Das Rastermaß beträgt 2,5 mm. Shunt-Widerstände werden zur Messung von Strömen eingesetzt. Der aus einer Mangan-Kupfer-Legierung gefertigte **Shunt-1,875m** mit einem Widerstandswert von 1,875 mΩ ist bis 40 A belastbar. Die breiteren Abschnitte des Shunts müssen nach dem Bestücken auf der Platinenoberfläche aufliegen, ansonsten weicht der angegebene Widerstand vom wirklichen Wert ab.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateur.de, shop@funkamateur.de

MKS-EE-6-10

Miniatur-Kippschalter

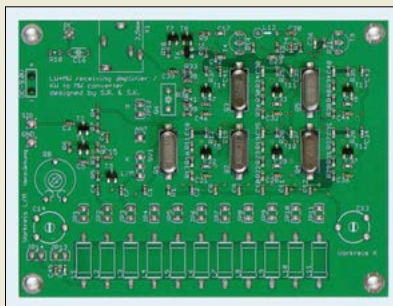
- Ausführung: Ein-Ein
- Polzahl: 2
- Anschluss: Printmontage mit 6 Lötstiften
- Rastermaß: 2,5 mm
- Belastbarkeit: 3 A/125 V
- Kipphebellänge: 10 mm
- Abmessungen (B x H x T): 10 mm x 9,3 mm x 8,2 mm
- Preis: 0,50 €



Shunt-1,875m

Nebenwiderstand

- Widerstand: 1,875 mΩ
- Material: Mangan-Kupfer
- Belastbarkeit: 40 A
- Preis: 3,20 €



LW/MW-Radios aktivieren

Rundfunktechnik ist ein faszinierendes Gebiet der Elektronik. Auch wenn leistungsstarke MW-Sender vielerorts abgeschaltet wurden, gibt es weiterhin viele Radioliebhaber und Bastler, die betagte Geräte restaurieren oder Empfänger selbst bauen.

Aus diesem Grund entwickelte Stefan Klaus für **AK Modul-Bus** diese **Radio-Zusatzplatine**. Auf ihr befinden sich Schaltungen, die dafür sorgen, dass man selbst mit einer 1,5 m langen Zimmerantenne einige der noch sendenden KW-Stationen aufnehmen kann. Realisieren lassen sich ein Empfangsverstärker für LW und MW und somit eine Aktivantenne, ein quartzestablierter Konverter für die Umsetzung eines KW-Signals in den MW-Bereich oder des 25-m-Bands in den LW-Bereich sowie ein AM-Modulator. Um die Trennschärfe der Schaltung zu steigern, ist im Konverterbetrieb die Vorselektion des LW/MW-Verstärkers nutzbar.

AK Modul-Bus Computer GmbH, Hans-Böckler-Allee 87, 52074 Aachen, Tel. (02 41) 51 88 28 41, Fax -42; www.ak-modul-bus.de, E-Mail: info@ak-modul-bus.de



Batterieröhren

Die Batterieröhren der **Serie D11** in Stahlausführung sind hauptsächlich in Geräten zu finden, die in den 1940er-Jahren gebaut wurden. Aufgrund notorisch schwacher Heiz-Akkumulatoren war die Lebensdauer dieser Röhren oft relativ kurz. Exemplare in gutem Zustand sind entsprechend schwierig zu bekommen. **Frag Jan Zuerst** kann jedoch nahezu alle Typen liefern. Es handelt sich hierbei um Neuware, bei der die Daten in stets neu aufgenommenen Messprotokollen festgehalten werden. Die komplette Röhrenliste ist auf www.die-wuestens.de/ralles.htm zu finden. Die Preise beginnen ab 22,61 €. **Frag Jan Zuerst** – Ask Jan First GmbH & Co. KG, Preiler Ring 10, 25774 Lehe, Tel. (0 48 82) 605 45-51, Fax -52; www.askjanfirst.com, E-Mail: fjz@die-wuestens.de

Auf der **Radio-Zusatzplatine** sind bereits alle SMD-Bauelemente aufgelötet.

Radio-Zusatzplatine

Bausatz

- LW/MW-Verstärker
- Mischer: 49/41/31/25/19 m → MW 25 m → LW
- AM-Modulator 612 kHz
- Lieferumfang: Platine mit aufgelöteten SMD-Bauelementen, bedrahtete Bauelemente
- Spannungsversorgung: 6...12 V
- Preis: ab 39,90 €

Die bei **Frag Jan Zuerst** erhältlichen Röhren der **Serie D11** werden vor dem Versand stets durchgemessen, selbst wenn sie noch eine Originalverpackung besitzen.

Online-Logdienste im Vergleich (1)

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Online-Lösungen zum Verarbeiten von Logdaten haben sich zu einem unverzichtbaren Bestandteil des Amateurfunkalltags entwickelt. Sie helfen beim Ermitteln von Adressen und erlauben den Abgleich von QSO-Daten. Somit stellen sie eine kostensparende Ergänzung oder gar Alternative zum postalischen Versand von QSL-Karten dar. Der Funktionsumfang der verschiedenen Dienste unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht. Der Beitrag beleuchtet die wichtigsten Merkmale und benennt die sich daraus ergebenden Anwendungszwecke.

Log-Software, lokal auf dem Rechner oder in einer Cloud, erfasst die eigenen Angaben zu getätigten Funkkontakten. Zu diesen Daten hat ausschließlich der Funkamateurl Zugriff, der diese Daten erstellt. Die Daten der Funkpartner, auch wenn diese identische Software einsetzen

Übereinstimmung als bestätigt vermerken. Die Vorgehensweisen unterscheiden sich hierbei ebenso wie der Umfang darüber hinausgehender Funktionen. Meine Erfahrungen mit den genannten Online-Diensten beziehen sich sämtlich auf die jeweiligen Basisleistungen, die



Bild 1:
Menü von eQSL
im Überblick

Screenshots:
DJ6JZ

sollten, bedürfen einer Schnittstelle, damit eine Verbindung als bestätigt gelten kann.

Im einfachsten Fall ist diese Schnittstelle wiederum der Funkamateurl, der eine per Briefpost oder über das QSL-Büro eingegangene Bestätigung manuell vermerkt. Üblich hingegen sind Online-Dienste, welche die Daten von jeweils zwei Funkpartnern zusammenführen und diese bei

kostenfrei bereitgestellt werden. Eine Anmeldung und die Hinterlegung der amateurfunkspezifischen Daten ist freilich durchgängig Voraussetzung für eine Nutzung.

eQSL

Bei eQSL unter der Adresse www.eqsl.cc handelt es sich nach eigener Angabe um den „ersten globalen elektronischen QSL-

Karten-Austausch für Funkamateure und Kurzwellenhörer (SWLs)“. Die Betreiberorganisation Air Wave Productions, LLC, gehört David L. Morris, N5UP. Dieser verweist auf 459 212 Nutzer und 442 741 herausgegebene Diplome (Stand Dezember 2024), sogenannte eAwards.

Die kostenfreien Grundfunktionen der regulären Mitgliedschaft umfassen:

- Upload von Logdateien im ADIF-Format über geeignete Log-Software oder durch manuelle Eingabe auf der Website. Dies erzeugt eine sogenannte eQSL-Karte. Dabei handelt es sich um eine durch den Funkpartner herunterladbare Bilddatei, welche alle eingegebenen Daten des Funkkontaktes enthält. Die Wahl des Kartenlayouts ist begrenzt und erlaubt keine eigenen Hintergrundgrafiken.
- Empfang von eQSL-Karten im Eingangsordner, wahlweise mit E-Mail-Benachrichtigung. Diese Dateien lassen sich herunterladen und ausdrucken. Auch ein Download der gesamten Datenbank im ADIF-Format ist möglich; das Online-Archiv lässt sich nach verschiedenen Kriterien sortieren, Bild 2.

Zusätzliche Funktionen in den Mitgliedschaftskategorien Bronze, Silber und Silber+ kosten aktuell 12 US-\$, 36 US-\$ bzw. 60 US-\$ im Jahr und beinhalten im Wesentlichen die Möglichkeit, elektronische Diplome zu beantragen und aufwendigere Layouts der QSL-Karten nutzen zu können. Hierzu zählen dann auch selbstentworfenen Hintergrundgrafiken. Eine bis Ende 2022 angebotene lebenslang gültige Platin-Mitgliedschaft ist unter Verweis auf die Inflationsentwicklung nicht mehr verfügbar.

Für eQSL spricht ein hoher Verbreitungsgrad. Auch die Option, auf elektronischem Wege an die schöne Tradition von QSL-Karten anzuknüpfen, habe ich bereits zu SWL-Zeiten schätzen gelernt, als mich eine äußerst geringe Rücklaufquote herkömmlicher Karten über das QSL-Büro anfang zu demotivieren. Andere Dienste bieten zwar statistische Daten zum individuellen Länderstand oder über den Fortschritt zum Erreichen von Diplomen, aber eben keine individuellen QSL-



Bild 2: Sortierkriterien des eQSL-Archivs

Einschränkungen ==>		01Sep86 - 30Sep86							
View/Mail Card	Rufzeichen	QSO Datum/Zeit	Frequenz/Band	Modulationsart (SubMode)	Land	AG	Signal Report und Kommentare	Received Datum/Zeit	
	DK9OY	1986-09-08 23:08	80M SSB		GERMANY	Y	59	2020-12-13 ADIF	
	OZ1DYI	1986-09-02 20:42	80M SSB		DENMARK	Y	59	2018-12-04 ADIF	
	DL4HCE	1986-09-04 10:13	40M SSB		GERMANY	Y	44	2013-02-09 ADIF	

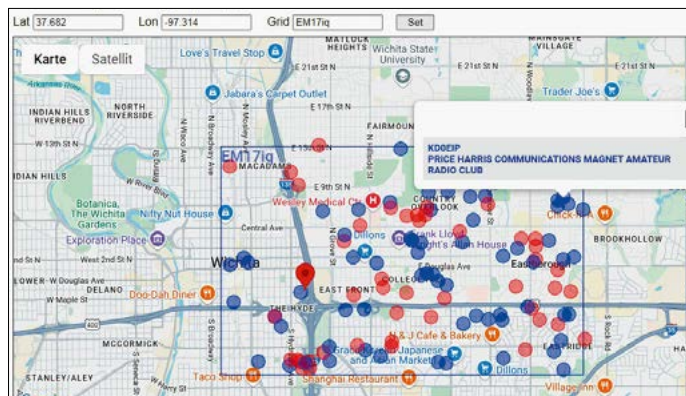
Bild 3: Darstellung von bestätigten Funkkontakten im eQSL-Archiv; die QSL-Karten lassen sich per Mausklick vergrößern.



Bestätigungen, Bild 3. Das Format der Abbildungen lässt sich auf der eigenen Profilsseite wählen, es stehen die Formate JPG oder PNG zur Verfügung. Ob die Option von *eAwards* eine kostenpflichtige Mitgliedschaft rechtfertigt, liegt im Ermessen des Funkamateurs. Erwähnt werden sollte jedoch, dass es Alternativen gibt, die entweder kostenfrei verfügbar sind (*QRZ.com*), oder eine deutlich höhere Reputation unter Diplomjägern haben (*LoTW*). Denn bei eQSL werden zwar QSL-Anfragen, deren Daten nicht mit eigenen Angaben übereinstimmen, durch ein rotes Ausrufezeichen hervorgehoben. Jedoch lassen sich diese Anfragen nicht nur löschen, sondern auch bestäti-

Bild 6:
Zu jedem QTH-Locator lassen sich detaillierte Informationen abrufen, hier zu sehen ein Kartenausschnitt von Wichita in Kansas, USA.

Bild 4:
Bei *QRZ.com* verfügbare Menüpunkte (oben), Untermenüs des eigenen Profils (unten); die mittig dargestellten Diplome lassen sich kostenfrei in die Profilsseite einbinden.



teil an fehlerhaften QSL-Anfragen. Fehler bei der Eingabe können vorkommen, doch wenn alle Daten eines Kontaktes übereinstimmen, das Rufzeichen jedoch einer anderen Person zugeordnet ist, liegt es nahe, von einem vorsätzlichen „QSO-Hijacking“ auszugehen. Wer verantwor-

teure. Hier sind die postalische Adresse und die QSL-Optionen verfügbar, auch ein Foto lässt sich ablegen. Unter *Biography* lassen sich der persönliche Werdegang und ggf. spezielle Interessensgebiete darstellen und weitere Fotos platzieren. Unter *Detail* finden sich Angaben wie QTH-Locator, geografische Koordinaten, ITU- und CQ-Zone. *Logbook* zeigt die letzten 15 Einträge und *Awards* die

erreichten QRZ-spezifischen Diplome, mittig in Bild 4. Diese sind kostenfrei in die Webseite integrierbar und können kostenpflichtig in gedruckter Form erworben werden.

Live-Spots von *DXWatch.com* lassen sich über das Menü *Database* → *DX Spotting Network* anzeigen. Dies entspricht der Seite www.qrz.com/dxcluster. Filterkriterien sind jedoch nur auf der Originalseite www.dxwatch.com verfügbar, siehe Bild 5.

Unter dem Menüpunkt *News* finden sich eine Vielzahl von Ankündigungen und Nachrichten, unter *Forums* erfolgen Diskussionen über amateurfunkspezifische Themen. Wer der englischen Sprache mächtig ist, dem bieten sich vielfältige Optionen, mit Hobbyfreunden in Kontakt zu treten.

Ein hilfreiches Tool unter *Resources* ist der *Gridmapper*: Zu einem gegebenen sechsstelligen Locator ist der dazugehörige Kartenausschnitt zu sehen, dessen Vergrößerung sich per Maus-Scrollrad verändern lässt. Der Clou hierbei: Es gibt nicht nur eine Angabe zur Anzahl der in diesem Locator gemeldeten Funkama-



Bild 5: Filteroptionen bei *DXWatch*

gen. Für aufmerksame Nutzer ist das kein Problem, es gilt das Prinzip der Eigenverantwortung.

■ QRZ.com

Um gleich beim Thema Fälschungssicherheit zu bleiben: *QRZ.com* setzt die Ansprüche etwas höher, denn wenn eine QSO-Meldung nicht auf einen passenden Eintrag trifft, fehlen sowohl die Zeit als auch das Band der Funkverbindung. Nur wenn diese Daten übereinstimmen und von beiden Funkpartnern entsprechend übermittelt bzw. nachgetragen wurden, gilt der Kontakt als bestätigt.

Aus meiner eigenen Erfahrung gibt es bei *QRZ.com* gleichwohl einen gewissen An-

tungsvoll vorgeht und solche Fälschungsversuche nicht belohnt, macht mit keinem der verfügbaren Onlinedienste etwas falsch.

Im Zentrum bei *QRZ.com*, Bild 4, steht die Profilsseite des angemeldeten Funkama-



Bild 7: In das *QRZ.com*-Logbuch lassen sich LoTW-Bestätigungen importieren, die durch einen Kreis um das Sternsymbol markiert sind.

QRZ.COM Latest Logbook Leaderboard @ QRZ.com

Most Confirmed QSOs	Most Countries Worked	Most Band-Countries Worked
#1 AA3B 951,140	#1 YB5QZ 351	#1,220 F8TRI 1,786
#2 IK4LZH 604,338	#2 G0DBE 349	#1,221 HK3W 1,786
#3 N2BJ 414,448	#3 ON7GB 349	#1,222 IK1UGX 1,784
#4 Y04NE 387,287	#4 RA3ZH 349	#1,223 DM2GM 1,784
#5 MM0HVJ 369,176	#5 I8DVJ 349	#1,224 RX3AEX 1,784
#6 DL1NKS 343,998	#6 G4CUS 349	#1,225 VA2LM 1,783
#7 EC3A 341,105	#7 JA1LXY 348	#1,226 Y7RA 1,783
#8 V31MA 301,148	#8 DL5MEV 348	#1,227 DJ6JZ 1,783
#9 KB1EFS 300,447	#9 F6DAY 347	#1,228 SV2BXZ 1,783
#10 Y0GHP 293,512	#10 UA4LCH 347	#1,229 JH2LMH 1,783
#11 RK4FE 291,903	#11 JL1SAM 347	#1,230 NE4S 1,783
#12 K5TR 268,442	#12 JA1GRM 347	#1,231 IK4ZIE 1,781
#13 GJ0KYZ 261,147	#13 DL4MCE 347	#1,232 R3QX 1,781
#14 K2ZHN 259,459	#14 JB3QEH 346	#1,233 I28DUD 1,781
#15 EB3JT 259,229	#15 SV1LK 346	#1,234 PB7Z 1,781

Show My Standing Show My Standing Back To Top

teure, bei Berühren des Mauszeigers sind zu jedem dieser Einträge dessen Details zu sehen, Bild 6. Zudem lässt sich für jedes Stationsprofil die dazugehörige Kartenanzeige aufrufen.

Die bislang beschriebenen Funktionen stehen jedem angemeldeten Nutzer kostenfrei zur Verfügung. Die Anzahl manueller Abfragen zu Profildaten ist auf 100 pro Tag beschränkt. Wer mehr Daten benötigt oder diese automatisch über eine XML-Schnittstelle in sein Logbuch übernehmen möchte, kann für 35,95 US-\$ jährlich ein Abonnement abschließen. Eine bezahlte Mitgliedschaft ist auch Voraussetzung, um unter dem Menüpunkt *Swapmeet* Amateurfunkprodukte anzubieten oder zu erwerben.

Während die öffentlich sichtbaren Logs auf 15 Einträge begrenzt sind, gibt es keine solche Beschränkung für das eigene Logbuch. Ein grüner Hintergrund bedeutet, dass der betreffende Eintrag auch bei LoTW vorhanden ist, Bild 7. Ein Download der gesamten Logs bietet nur das kostenpflichtige Abonnement. Teilansichten zu vergleichenden Statistiken finden sich unter *Leaderboard*, Bild 8.

■ HamQTH

Petr Hložek, OK2CQR, bietet unter www.hamqth.com übersichtliche Stationsprofile mit frei wählbarem Stationsfoto, Kartenanzeige und unbeschränktem Text. Die Darstellung der Webseiten kann in 18 Sprachen erfolgen, Deutsch eingeschlossen. Der Dienst verzichtet auf animierte Werbeanzeigen. OK2CQR ist auch Programmautor von *CQRLog*, einer Log-Software für das Betriebssystem Linux.

Im Zentrum des Dienstes stehen Suchfunktionen. Diese betreffen DX-Cluster mit Filterfunktionen, Bild 9, RBN-Spots, Bild 10, sowie Logsuchen. Hier lässt sich gezielt ermitteln, ob ein Funkpartner eine Verbindung geloggt und hochgeladen hat. Auch kann man sich anzeigen lassen, welche Spots einer bestimmten Station gemeldet wurden, Bild 11. Diese Funk-

tion eignet sich auch, um die Reichweite des eigenen Signals abzuschätzen.

Das manuelle Hochladen neuer Logs erfolgt bei *HamQTH* nicht sequenziell, sondern grundsätzlich als Komplett-Upload. Auch Downloads erfolgen nach diesem Muster, sodass diese als Backup dienen können, wenn auf dem heimischen PC ein Datenverlust aufgetreten sein sollte. Hingegen existieren weder eine webbasierte Anzeige kompletter Logbücher noch eine

Bild 9: DX-Cluster von *HamQTH*, hier begrenzt auf Meldungen europäischer Stationen über Empfänge außereuropäischer Signale im 4-m-Band und im 6-m-Band

Bild 10: CW-Spots des *Reverse Beacon Networks (RBN)* in der Anzeige von *HamQTH*. Das Filter begrenzt hier die Meldungen europäischer Stationen zu außereuropäischen Stationen auf den KW-Bändern, eine Sortierung kann nach Frequenz, Rufzeichen oder nach dem Alter der Meldung erfolgen.

Bild 11: Anzeige aktueller Spots unterhalb der Adressangaben am Beispiel der Seite von Joe Taylor, K1JT,

Bild 8: Die Schaltfläche *Leaderboard* zeigt wahlweise die 15 führenden Einträge der QSL-Statistik oder 15 Einträge rund um den eigenen Stand.

Anzeige, welche eine Übereinstimmung von Funkverbindungen verarbeitet [1]. Insofern unterscheidet sich *HamQTH* von den anderen hier vorgestellten Websites.

Der Umfang der sichtbaren Daten orientiert sich daran, ob ein Nutzer bei diesem Dienst angemeldet ist. Dies stellt eine Neuerung dar, welche Petr hinsichtlich verschärfter Richtlinien zum Datenschutz einführt. Ursprünglich gab es eine solche Unterscheidung nicht, vielmehr appellierte man an den Ham-Spirit.

Die Leistungsübersicht [2] führt keine kostenpflichtigen Zusatzleistungen auf.

Petr gab auf Nachfrage an, bald einen neuen Server nutzen zu wollen. Im Verlauf dieses Transfers sollen alle Werbeanzeigen von der Website entfernt werden. (wird fortgesetzt)

Literatur

- [1] Hložek, P., OK2CQR: API zur Verarbeitung übereinstimmender QSO-Daten in Logprogrammen. www.hamqth.com/developers.php#savp
- [2] Hložek, P., OK2CQR: Leistungsübersicht. www.hamqth.com/about.php

Bands: ☐ < 160M ☒ 160M ☐ 80 ☐ 60M ☐ 40M ☐ 30M ☐ 20M ☐ 17M ☐ 15M ☐ 12M ☐ 10M

Spot from: ☐ AF ☐ AN ☐ AS ☒ EU ☐ NA ☐ SA ☐ OC

Mode: ☒ CW ☒ SSB ☒ DIGI

WAZ: * All or use delimiter to enter more zones e.g. 1,3,5

ITU: * All or use delimiter to enter more zones e.g. 1,3,5

Continent: ☒ AF ☒ AN ☒ AS ☐ EU ☒ NA ☒ SA ☒ OC

QSL: ☐ LoTW only ☐ eQSL only

Reload

Spotter	Freq	DX call	Comment	Spot date	LoTW	eQSL	Country
IS0GQX	50313.0	SL5A	U38 cq	05.12			Sierra Leone
DL7VEE	50313.0	YJMA	3 slots +01	11.42			Andaman & Nicobar
				05.12			
				11.41			

Bands: ☒ 160M ☒ 80 ☒ 60M ☒ 40M ☒ 30M ☒ 20M ☒ 17M ☒ 15M ☒ 12M ☒ 10M ☐ 6M ☐ 2M

RBN from: ☐ AF ☐ AN ☐ AS ☒ EU ☐ NA ☐ SA ☐ OC

Mode: ☒ CW ☐ RTTY ☐ PSK31 ☐ PSK63

WAZ: * All or use delimiter to enter more zones e.g. 1,3,5

ITU: * All or use delimiter to enter more zones e.g. 1,3,5

Continent: ☒ AF ☒ AN ☒ AS ☐ EU ☒ NA ☒ SA ☒ OC

Max age: ☐ 30s ☐ 60s ☐ 2min ☐ 3min ☐ 5min ☐ 8min ☒ 10min ☐ 15min ☐ 20min ☐ 30min ☐ 45min ☐ 60min

Sort by: ☐ Freq ☐ Callsign ☒ Age

Reload

Freq	Mode	Callsign	Age	Source
14	CW	NM5M	2	G4IRN DCEYZ DR4W DL8LAS Y02MAX DK9IP G4ZFE UD4FD PE5TT DL1HWS OK1FCJ F6KGL MM
016.7				
28	CW	LU2DT	2	EA2RCF CT1EYQ
193.1				
28	CW	W7HDS/B	28	DL9GTB Y02MAX HA6PX EA5RQ OH5BG DK0TE SM7UN CT1EYQ EA2RCF
221.4				

K1JT Aufrufe: 13709 | Bureau | Direct | LoTW | eQSL

Name: Joseph Joseph H Taylor ITU: 8

QTH: Princeton QTH: 5

Land: United States Land: United States State: NJ

Grid: FN20 Grid: United States County: Mercer

QSL via: Über mich Karte Letzte Aktivität

Source	Activity	Date time
RBN	DX de ND7K-#: 1829.8 K1JT CW 15 dB 28 WPM CQ 1154Z	2024-12-08 11:54:31
RBN	DX de DM6EE-#: 18088.0 K1JT CW 10 dB 30 WPM CQ 1449Z	2024-11-30 14:49:22
RBN	DX de K6FOD-#: 21016.3 K1JT CW 5 dB 24 WPM CQ 2256Z	2024-11-24 22:56:48

VK9CV – DXpedition zu den Kokos-Keeling-Inseln

L'UBOMÍR MARTIŠKA – OM5ZW

Vom 1. bis 14. 11. 2024 aktivierte eine slowakisch-tschechische Gruppe die nordwestlich von Australien gelegenen Kokos-Keeling-Inseln. Dem neunköpfigen Team, überwiegend erfahrene Contester und DXpeditionäre, gelangen unter dem Rufzeichen VK9CV über 100 000 Funkkontakte. Dabei lag der Anteil europäischer Stationen mit 57,5 % erfreulich hoch. Teamleiter Lubo schickte uns seinen Erlebnisbericht.

Die Kokos-Keeling-Inseln, Präfix VK9C, sind eines der interessantesten Reiseziele Australiens mit schönen Stränden und einer faszinierenden Unterwasserwelt. Dorthin wollten wir eine Amateurfunk-DXpedition unternehmen. Die Entscheidung fiel bereits im Frühjahr 2024. Zu diesem Zeitpunkt beschlossen wir, eine Funkaktivität in derselben Besetzung zu

und unterstützte uns bei der Organisation der DXpedition.

■ Kokos-Inseln

Die Kokos-Inseln, die zu Ehren ihres angeblichen Entdeckers William Keeling auch Kokos-Keeling-Inseln genannt werden, sind ein sogenanntes Außengebiet Australiens, das etwa 2900 km nordwest-



Team VK9CV (v.l.n.r.):
Martin, OM4MM,
Miro, OM5RW,
Rudy, OM3PC,
Lubo, OM5ZW,
Joe, OM4MW,
Sylvia, OM4AYL,
Ruda, OK2ZA,
David, OK6DJ,
Grant, VK5GR

Fotos: OM5ZW

unternehmen, die bereits 2023 die DXpedition 3B7M nach St. Brandon erfolgreich durchgeführt hatte (s. FA 11/2023, S. 856 ff.).

Wir beantragten eine Amateurfunklizenz, erfuhren jedoch, dass die zuständige australische Telekommunikationsbehörde in diesem Zeitraum die Lizenzbedingungen gerade änderte. Daher wandten wir uns an Grant, VK5GR, und baten um Hilfe bei der Beantragung der Gastlizenz. Er sagte seine Unterstützung zu, bot sogar an, uns als Operator auf die Insel zu begleiten



Palmen und Strand: typische Ansicht einer Kokos-Keeling-Insel

lich der australischen Metropole Perth im Indischen Ozean liegt. Die sich nur wenige Meter über den Meeresspiegel erhebenden Inseln haben den Status eines eigenen DXCC-Gebiets.

Die Inselgruppe, IOTA OC-003, besteht aus zwei kreisförmig angeordneten Korallenatollen mit einer Landfläche von knapp über 14 km². Von den 27 Inseln sind nur zwei ständig bewohnt: Während sich auf West Island ein Flugplatz befindet, leben die meisten der rund 550 Einwohner auf Home Island. Das vorherrschende Klima ist tropisch und die jährliche Tagesdurchschnittstemperatur liegt zwischen 25 °C und 29 °C.

■ Vorbereitungen

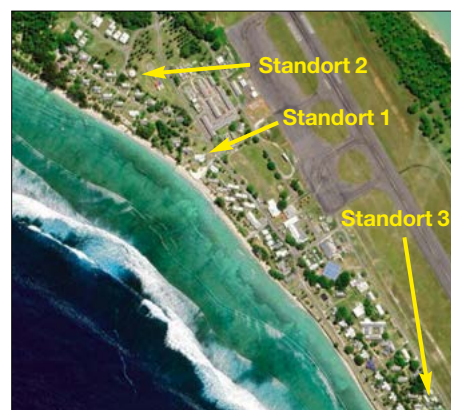
Im Sommer 2024 kauften wir die Flugtickets und suchten einen geeigneten Standort. Die Kokos-Keeling-Inseln bieten zwar apartmentähnliche Unterkünfte, aber einen für unsere Zwecke geeigneten Platz für eine Gruppe von neun Personen zu finden, stellte sich als schwierig heraus.

Daher mussten wir uns aufteilen und buchten schließlich drei verschiedene Häuser, die 200 m und 700 m voneinander entfernt lagen.

Die Aufteilung der Gruppe brachte einige Vorteile, aber auch Nachteile mit sich. Ein Vorteil war, dass wir auf demselben Band in allen Sendarten ohne gegenseitige Störungen funken konnten. Zu den Nachteilen zählten die erforderliche Zusammenführung der Computerlogs sowie die Herausforderung, jederzeit den Überblick zu behalten, wer gerade auf welchem Band und in welcher Sendart aktiv war. Grant, VK5GR, hatte bereits im Vorfeld der DXpedition rund 100 kg Ausrüstung, darunter Antennen, Koaxialkabel und Sendemasten, auf die Insel geschickt, da die Masse unseres Fluggepäckes bereits am erlaubten Maximum lag.

■ Abreise aus Europa

Das slowakische Team der DXpedition bestand aus Rudy, OM3PC, Sylvia, OM4AYL, Martin, OM4MM, Joe, OM4MW, Miro, OM5RW, und mir, Lubo, OM5ZW. Wir starteten am 29. 10. 2024 vom internationalen Flughafen Wien, während der tschechische Teil der Gruppe mit unseren Funkkameraden Ruda, OK2ZA, und David, OK6DJ, die Reise von Prag aus antrat. Wir alle trafen uns



Verteilung unserer drei Standorte auf West Island

auf dem Flughafen der türkischen Hauptstadt Istanbul und reisten anschließend gemeinsam weiter nach Kuala Lumpur, der Hauptstadt Malaysias. Nach einem anstrengenden zehnstündigen Flug warteten wir dort auf die Anschlussverbindung in den australischen Westen nach Perth.

Da wir dort am frühen Morgen landeten, stand uns genügend Zeit bis zum Weiterflug zur Verfügung, um unsere Koffer umzupacken. Dies war erforderlich, da *Virgin Airlines* nur die Mitnahme von 23 kg Gepäck pro Person erlaubte, während *Turkish Airlines*, die Fluggesellschaft, mit der wir nach Australien geflogen waren, großzügiger war und 30 kg Gepäck pro Person zuließ. Also waren wir gezwungen, die Koffer umzupacken, sodass aus den bisher 30 kg pro Gepäckstück nun 23 kg plus 7 kg wurden. Um 5 Uhr morgens Ortszeit trafen wir unseren Teamkameraden Grant, VK5GR. Auf dem internationalen Flughafen von Perth versuchten wir, uns nach den langen Flügen noch ein wenig auszuruhen, bevor wir in Richtung der Kokos-Keeling-Inseln weiterflogen. Bei einer geplanten Zwischenlandung in Exmouth, Westaustralien, fand ein tech-



nischer Zwischenstopp statt und die Maschine wurde vor dem Weiterflug betankt.

■ Ankunft auf VK9C

Nach einem fünfstündigen Flug erreichten wir wohlbehalten unser Ziel im Indischen Ozean, wo uns eine Lufttemperatur von angenehmen 29 °C begrüßte. Leider forderten jedoch bald die in den Flugzeugen betriebenen Klimaanlage ihren Tribut in Bezug auf meine Gesundheit und ich musste Antibiotika einnehmen. Zwei Tage später litt Silvia an denselben gesundheitlichen Problemen und wir stellten fest, dass der Wechsel von unserem kalten europäischen Wetter in ein warmes Klima unserer Gesundheit offensichtlich nicht zuträglich war.



Bewährte Teamarbeit: Aufbau eines Spiderbeams

Wir mieteten ein Fahrzeug, damit wir uns zwischen den drei Standorten bewegen konnten. Bedauerlicherweise durfte damit nur Grant fahren, da allein er über die erforderliche australische Fahrerlaubnis verfügte. Da die Unterkünfte recht nahe am Flugplatz lagen, war der Transport des Teams und der Ausrüstung problemlos und schnell erledigt. Wir teilten uns in drei Gruppen auf und begannen mit dem Aufbau einfacher Antennen. Die Vertikal-

Blick von Standort 2 auf die Vertikalantennen für 160 m und 40 m

Einer unserer drei Spiderbeams vor tropischer Kulisse

strahler und die Dipol-Antennen waren innerhalb weniger Minuten aufgestellt, sodass wir bereits während der Nacht den ersten Funkbetrieb aufnehmen konnten. Silvia, OM4AYL, begann mit SSB-Betrieb. Da die Ausbreitungsbedingungen jedoch eher schlecht waren, wechselten wir schnell auf das 30-m-Band in Telegrafie.

■ Ausrüstung

Am folgenden Morgen stellten wir die Hauptantennen wie folgt auf:

Standort 1: Spiderbeam 20 m bis 10 m, Dipole für 12 m und 17 m, Vertikalantennen für 30 m und 40 m. Transceiver:

Expert Electronics SunSDR, Icom IC-705, Kenwood TS-480, zwei Endstufen.

Standort 2: Spiderbeam 20 m bis 10 m, Vertikalantenne DX-Commander für 40 m bis 10 m, Vertikalstrahler für 160 m, Empfangsantenne DHDL (*Double Half-Delta Loop*). Transceiver: zwei Yaesu FTdx10, zwei Endstufen.

Standort 3: Spiderbeam 20 m bis 10 m, Hexbeam 20 m bis 10 m, Vertikalstrahler



Aufbau der 160-m-Vertikalantenne auf sandigem Boden

für 80 m, 3-Element-Yagi für 6 m, Vertikalstrahler für 40 m. Transceiver: zwei Yaesu FTdx10, ein Elecraft K3, drei Endstufen.

Die Antennenarbeiten waren nur während der Morgen- und Abendstunden möglich. Tagsüber war es derart unerträglich heiß, dass wir gelegentlich im nahen Meer Abkühlung suchen mussten. Parallel zu den Antennenarbeiten lief selbstredend der Funkbetrieb. Für SSB waren Martin, OM4MM, Sylvia, OM4AYL, Ruda,



OK2ZA, und Grant, VK5GR, zuständig, während Rudy, OM3PC, Joe, OM4MW, David, OK6DJ, Miro, OM5RW, und ich, Lubo, OM5ZW, in Telegrafie funkten.

■ Ausbreitungsbedingungen

Während der beiden ersten Tage der DXpedition erlebten wir sehr gute Ausbreitungsbedingungen und konnten über 13000 Funkkontakte in unser Computerlog aufnehmen. Dies war ein recht erfreuliches Ergebnis, wenn man bedenkt, dass die Entfernung von VK9C nach Europa etwa 10000 km beträgt, nach Japan 7000 km und nach Nordamerika sogar 17000 km.



Martin, OM4MM, beim SSB-Betrieb

Leider hielten die guten Bedingungen jedoch nicht an. Wir versuchten, jeden Tag auf den unteren Bändern 80 m und 160 m aktiv zu sein, aber die Empfangsbedingungen waren schlecht und wir hatten mit



Zwei Arbeitsplätze mit jeweils einem Yaesu FTdx10 und einer Expert 1.3-kW-Endstufe

einem hohen Geräuschpegel zu kämpfen. Da aus diesem Grund auf dem Topband nur die stärksten Signale durchkamen, bevorzugten wir in Zeiten schlechter Ausbreitungsbedingungen den Betrieb im Digimode FT8. Dasselbe galt für Aktivitäten auf 80 m.

Als Grant, VK5GR, der regelmäßig das 6-m-Band beobachtete, eine mögliche Bandöffnung bemerkte, wechselten wir dorthin und versuchten, die ersten Funkkontakte herzustellen. Die auf 6 m erzielten 419 Verbindungen waren ein guter Erfolg und wir schafften es sogar, Stationen aus der Karibik über eine Entfernung von 18000 km ins Log zu bekommen.



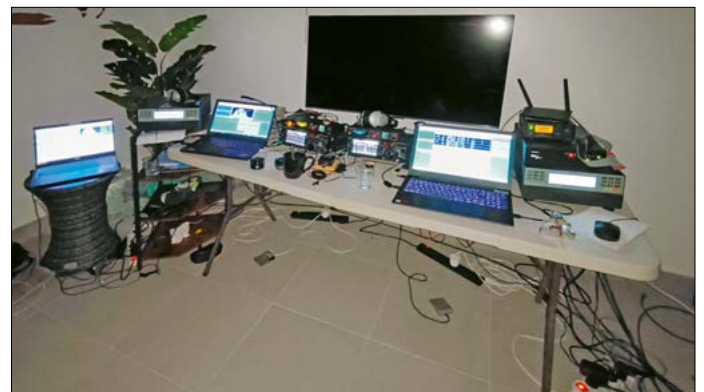
Als die Ausbreitungsbedingungen besonders schlecht waren, unternahm das Team einen Ausflug auf Home Island.

Dies sind Funkkontakte, die auf dem 6-m-Band nicht täglich vorkommen.

■ Home Island

Am sechsten Tag der DXpedition waren die Ausbreitungsbedingungen völlig zusammengebrochen und so beschlossen wir, einen Ausflug zur Nachbarinsel Home zu unternehmen. Dieser Bootsausflug kostete uns lediglich 2,5 Australische Dollar (AU-\$), also nur etwa 1,50 €. Dies war ein unglaublich geringer Betrag, bedenkt man die sonst üblichen Preise auf Kokos-Keeling, wo 30 AU-\$ (18 €) für eine Pizza oder 50 AU-\$ (30 €) für ein Fischgericht verlangt werden. Alles in allem ist nach unserer Meinung Kokos-Keeling als Urlaubsort nicht besonders geeignet, da die Preise dort extrem hoch sind.

Miro, OM5RW, Grant, VK5GR, und Rudy, OM3PC, am VK9CV-Standort 3



und insbesondere die oberen Funkbänder schlossen recht schnell. Das Ausbreitungsfenster in Richtung Nordamerika hielt ebenfalls nur kurz an und wir entschieden, während dieser Zeit gezielt nach Stationen von dort Ausschau zu halten. Leider bekam nicht jeder nordamerikanische Anrufer eine Chance und nur die gut ausgestatteten Stationen schafften es in unser Log.

Wir versuchten, auf den oberen Funkbändern so viel Betrieb wie möglich durchzuführen, obwohl dort Bandöffnungen nur kurz anhielten. Diese Zeiträume lagen größtenteils am frühen Morgen auf Kokos-Keeling, wo es über den langen Weg in Richtung Südamerika und die USA ging. Danach schlossen sich die Bänder den ganzen Tag und erst gegen 16 Uhr Lokalzeit öffneten sie sich wieder; zuerst in Richtung Europa und anschließend nach Nordamerika.

Dieses Szenario wiederholte sich nahezu jeden Tag, sodass sich die Gesamtzahl

unserer Funkkontakte weniger schnell erhöhte, als wir es uns erhofft hatten. Dennoch standen am achten Tag der Aktivität 80000 Verbindungen in unseren Computerlogs. Leider hatten wir auf 160 m erhebliche Probleme mit Störungen, sodass Anrufer uns darüber informierten, dass wir „taub“ seien.

■ Ein Problem löst sich

Am zehnten Tag der DXpedition VK9CV besuchten uns Bauarbeiter und Polizisten und informierten uns darüber, dass Schutzdeiche ausgehoben und verstärkt wurden. Daher mussten wir die Antennen am Standort 2 abbauen, da dieser nahe an einem nach Perth verlaufenden Unterwasser-Glasfaserkabel lag. Aber Schlechtes birgt gelegentlich auch etwas Gutes in sich: Nach Ausführung der Arbeiten hörten wir nämlich auch schwache Signale auf dem 160-m-Band. Wir konnten uns den Grund nicht erklären, doch die auf 160 m vorher vorhandenen Störungen waren plötzlich verschwunden.



David, OK6DJ, war einer unserer CW-Funker auf Kokos-Keeling.



Ruda, OK2ZA, beim routinierten Abarbeiten eines VK9CV-Pile-ups

Selbstverständlich waren wir auf dem Topband nun viel aktiver und versuchten sogar, Kontakte mit Stationen aus unserer Heimat herzustellen. Ebenfalls bemühten wir uns während des lokalen Sonnenuntergangs um Funkverbindungen mit den USA auf 80 m und 160 m. Dabei gelang uns einige bemerkenswerte Kontakte auf 160 m. Leider verschlechterten sich die Ausbreitungsbedingungen von Tag zu Tag, sodass unsere tägliche Verbindungszahl sank. Dennoch erreichten wir am 13.11.2024, also kurz vor dem Ende der DXpedition, die 100000-QSO-Grenze, deren Überschreiten ein heimliches Ziel unserer Aktivität war. Zu Beginn der DXpedition wussten wir nicht, was uns erwarten würde, da mit Ausnahme von mir bisher kein Teilnehmer von einem derart weit von Europa entfernten DXCC-Gebiet gefunkt hatte.

Fazit

Über das Erreichen der „magischen Grenze“ von 100000 Funkkontakten kurz vor Aktivitätseende waren wir sehr glücklich und wir begannen nun langsam mit dem Abbau eines Teils der Antennen. In der letzten Nacht der DXpedition stand nur noch eine Antenne pro Unterkunft, aber dennoch gelangen uns auf 160 m noch einige schöne Kontakte mit Stationen aus Westeuropa. Als am Morgen des 14.11. VK9CV den Funkbetrieb endgültig einstellte, standen 105794 Kontakte mit 26188 Individualstationen im Log. Mit diesem Gesamtergebnis waren wir unter

Berücksichtigung aller Umstände zufrieden und packten daher in guter Stimmung unsere Ausrüstung zusammen. Aufgrund der Gepäckbeschränkungen mussten wir zunächst erneut auf die Ein-

Besuch der Klubstation der Northern Corridor Radio Group, VK6ANC, in Perth



haltung der 23-kg-Grenze achten. Später, auf dem australischen Festland, konnten wir unser Gepäck wieder in 30-kg-Einheiten umpacken. Die aufgrund des tagelangen DXpeditionsbetriebs eintretende Erschöpfung war nicht mehr zu leugnen und wir waren kräftemäßig am Ende. Nach der Ankunft in Australien fuhren wir gleich in ein Hotel; jeder Teilnehmer freute sich auf das Abendessen und anschließend auf sein Bett.

Treffen in Perth

Am Morgen vor dem Weiterflug nach Europa trafen wir uns in Perth mit örtlichen Funkfreunden, nämlich Steve, VK6SJ, Zeljko, VK6VY und Alan, VK6CQ, VK0LD, zu einem gemeinsamen Früh-

stück und es entwickelte sich ein angenehmes Zusammentreffen. Danach verließ uns Grant und begann seinen Rückweg in Richtung Adelaide, während wir in Perth noch die Klubstation der Northern Corridor Radio Group, VK6ANC, besuchten. Dort hießen uns weitere Funkamateure willkommen und man zeigte uns die Station. Den Nachmittag verbrachten wir mit einem Bummel durch die Innenstadt von Perth und dem Kauf von Andenken.

Abends startete unser Flug in Richtung Heimat. In Istanbul verabschiedeten wir uns von unseren Freunden aus Tschechien, die nun noch eine Stunde bis Prag vor sich hatten. Um 22 Uhr abends landeten wir auf dem Wiener Flughafen und war-

teten auf den Transfer in die Slowakei. Unsere Heimat erreichten wir am Montag, dem 18.11.24, und waren sehr froh darüber, dass wir es wohlbehalten zurückgeschafft hatten.

Am Ende meines Berichts bedanke ich mich bei allen Personen, Stiftungen und Klubs, die diese DXpedition unterstützt haben, sei es finanziell, moralisch, mit einem Funkkontakt oder einfach dadurch, dass sie uns während unserer Aktivität auf den Bändern oder per Internet begleitet haben. Wer weitere Einzelheiten über unsere VK9CV-Aktivität erfahren will, findet diese unter www.vk9cv.com oder auf Facebook unter: www.facebook.com/vk9cv

Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach



VK9CV-Team beim gemeinsamen Mittagessen in Perth.

QSO-Statistik für VK9CV nach Bändern und Sendeararten

Band	CW	FT8	SSB	RTTY	FT4	total	%
160 m	82	615	0	0	0	697	0,7
80 m	369	1686	3	0	0	2058	1,9
40 m	1545	4445	237	37	0	6264	5,9
30 m	1891	5932	27	81	4	7935	7,5
20 m	2941	7215	2379	337	0	12872	12,2
17 m	3469	9317	2888	431	0	16105	15,2
15 m	5822	10238	3905	629	0	20594	19,5
12 m	5113	9259	3111	167	0	17650	16,7
10 m	6105	10031	3339	534	0	20009	18,9
6 m	18	389	12	1	0	420	0,4
13 cm	191	605	166	0	228	1190	1,1
gesamt	27546	59732	16067	2217	232	105794	

31. EMV-Tagung des DARC e.V.

MARTIN STEYER – DK7ZB

Die diesjährige EMV-Tagung fand Ende März wieder im Hotel Stadt Baunatal statt. Unter Leitung des Referatsleiters Klaus Eichel, DL6SES, trafen sich die Distriktsreferenten, um sich mit den leider weiter zunehmenden EMV-Problematiken zu beschäftigen. Bei dem zweitägigen Treffen war auch der DARC-Vorsitzende Christian Entfellner, DL3MBG, anwesend, was die Bedeutung des Referats unterstreicht.

Der Fokus lag am ersten Tag auf den Berichten zu EMV-Störungen aus den Distrikten. Hier kristallisierte sich heraus, dass mit den inzwischen weit verbreiteten Balkon-Solaranlagen neue massive Störquellen auftauchten. Leider sind die Maßnahmen der Bundesnetzagentur für uns Funkamateure unbefriedigend. Es wur-

gibt es ebenfalls wenig Erfreuliches zu berichten. Diese sollen ja ein Auslesen und Steuern durch Fernwartung ermöglichen. Sofern dies über WLAN erfolgt, ist es aus EMV-Sicht unproblematisch. In Bayern setzt der Energieversorger Bayernwerke aber inzwischen versuchsweise PLC (Powerline Communication) für die Verbin-



Bild 1:
Teilnehmer der
31. EMV-Tagung
des DARC e.V.
in Baunatal

Fotos: DK7ZB

den zwar grenzwertüberschreitende Anlagen vom Markt genommen, aber bereits verbaute dürfen trotz ihres hohen Störpotenzials weiter betrieben werden.

Bei Dachsolaranlagen gibt es einen neuen Wechselrichter-„Trick“, um die Vorgaben für die Störfeldstärken nach DIN 55011 zu umgehen: Es kommt Frequenz-Hopping zum Einsatz, welches das Störspektrum über einen größeren Frequenzbereich verteilt. Hierdurch verringert sich der Pegel im 9-kHz-Messfenster und die Vorgaben werden formal eingehalten. Leider treten durch neue Dach-PV-Anlagen nicht nur tagsüber Störungen auf. Auch durch Lade- und Entladevorgänge von Speichern sind rund um die Uhr Beeinträchtigungen des Funkbetriebs zu beobachten.

Über die inzwischen in den Haushalten als Stromzähler verbauten Smartmeter

gibt es ebenfalls wenig Erfreuliches zu berichten. Diese sollen ja ein Auslesen und Steuern durch Fernwartung ermöglichen. Sofern dies über WLAN erfolgt, ist es aus EMV-Sicht unproblematisch. In Bayern setzt der Energieversorger Bayernwerke aber inzwischen versuchsweise PLC (Powerline Communication) für die Verbin-

den zwischen den Transformator-Verteilerstationen und den Endkunden ein. Da hier zunächst kein Ausblenden der Amateurfunkbänder eingestellt wird, tritt ein kräftiges Störspektrum auf, weil die notwendigen Leistungen überproportional hoch sind. Das EMV-Referat ist mit dem Betreiber und der BNetzA im Gespräch.

■ Störungsmeldungen

Das EMV-Referat appelliert an alle Funkamateure, die Störungsmeldungen abgeben

wollen, sich auf den Internetseiten des Referats zum richtigen Vorgehen zu informieren. Auf jeden Fall sollte der zuständige EMV-Referent des jeweiligen Distriktes mit eingebunden werden. Angaben wie z.B. S-Meter-Rapporte für Störaussendungen sind sinnlos, weil es dafür keine Norm gibt und je nach Empfänger Unterschiede auftreten. Empfehlenswert sind die inzwischen relativ preiswerten SDR-Empfänger, die Angaben z.B. in der Einheit dBµV ermöglichen. Zusätzlich erlauben sie das Erstellen breitbandiger Screenshots, die als nützliche Ergänzung der Meldung dienen können.

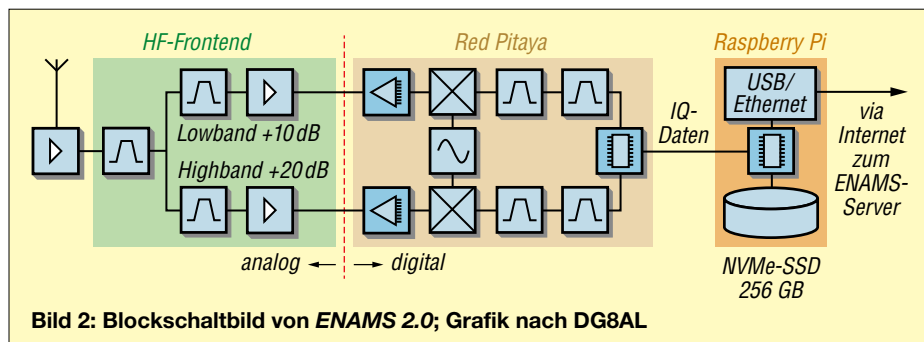
■ ENAMS

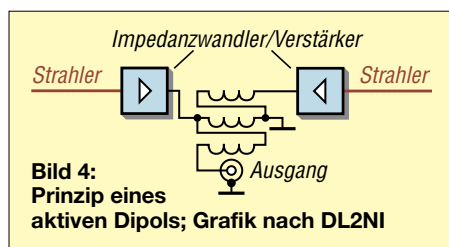
Ein Schwerpunkt der Tagung war das ENAMS-System (Electrical Noise Area Measurement System) [1], [2], [3], [4], über das Klaus Eichel, DL6SES, berichtete. Das vom DARC e.V. gestartete Projekt erfasst den allgemeinen Störpegel im gesamten KW-Spektrum. Dieser hat in den letzten Jahren durch die starke Verbreitung störender Elektronik in Wohn- und Gewerbegebieten zugenommen und wird von der BNetzA nicht mehr wie früher erfasst. Mehr als 50 Messstationen dokumentieren in Deutschland und darüber hinaus die Situation der Störungen. Zu ENAMS gibt es einen empfehlenswerten Vortrag von DL6SES, der auf der Amateurfunktagung München 2020 gehalten wurde [5].



Bild 3: Neue Messstation ENAMS 2.0

Inzwischen liegen mehr als 3 TB Daten zur Auswertung vor. Einige Ergebnisse seien kurz genannt: Es waren Röntgenausbrüche der Sonne und deren Auswertungen wie Mögel-Dellinger-Effekte nachweisbar. Im Spektrum über 10 MHz sind VDSL-Signale eine unangenehme Störquelle, bei Frequenzen unter 10 MHz überwiegen Schaltnetzteile, Mikroprozessoren und weitere Inhouse-Störquellen. Mithilfe der Auswertungen können die Störer eindeutig identifiziert werden. Inzwischen ist mit ENAMS 2.0 eine neue, erweiterte Generation von Empfängern





verfügbar, Bild 3. Die Geräte werden nicht mehr wie früher im Eigenbau erstellt, sondern kommerziell gefertigt. Dadurch kann auch das Netz feinmaschiger realisiert werden. Das Blockschaltbild ist in Bild 2 dargestellt.

Jörg Logemann, DL2NI, der schon verschiedene aktive Empfangsantennen, u. a. für ENAMS, entwickelt hat, stellte einen aktiven symmetrischen Empfangsdipol mit Verstärker vor. Dabei werden die Zweige eines kurzen Dipols ($2 \times \leq 1,5 \text{ m}$) wahlweise mit einem Ruthroff-Balun oder einem elektronischen Balun gekoppelt und die Signale breitbandig verstärkt. Dieses Konzept kann als zusätzliche Empfangsantenne an einem störungsarmen Standort dienen, um dem *electrical noise* an der Stationsantenne zu entgehen. Eine Übersicht für dieses Konzept zeigt Bild 4. Ein Bericht darüber findet sich auch in [6]. In einem zweiten Vortrag zeigte DL2NI, wie man den durchschnittlichen Gewinn einer KW-Antenne mit Simulationen und Messungen bestimmen kann.

EMV-Messungen

Über juristische Grundlagen des EMVG referierte Bertram Heßler, DG2FDE. Er stellte klar, dass für die BNetzA Photovoltaikanlagen leider Vorrang vor Amateurfunkbetrieb haben. Der Unterschied zwischen öffentlich-rechtlichen und zivilrechtlichen Ansprüchen ist für den Laien nicht einfach zu verstehen. Interessant ist, dass die ITU-Richtlinien zur Auslegung von Funkstrecken immer noch gelten.

Michael Hartje, DK5HH, war mit zwei Vorträgen vertreten. Zunächst ging es um leitungsgebundene EMV- und Strommessungen mit VNA und Spektumanalysator im Bereich von 100 kHz bis 50 MHz. Anhand des Beispiels einer PV-Anlage zeigte er, wie die Messung von Strömen vorgenommen wird. Er benutzte dafür selbstgebaute Messwandler aus Klappkernen und erläuterte, wie eine elektrische oder magnetische Kopplung aussieht.

In einem weiteren Vortrag berichtete er über seinen dreiwöchigen Aufenthalt auf der Station Neumayer III in der Antarktis, der dazu diente, vor Ort EMV-Probleme zu erkennen und zu beseitigen. Die besondere Situation dort besteht darin, dass sich der Erdboden unter einer 250 m dicken Eisschicht befindet. Die Leitungen zu den verschiedenen Außenanlagen sind

demzufolge nicht geerdet und verlaufen HF-mäßig quasi „in der Luft“, was zu erheblichen Störungen bei der Messwert-erfassung führen kann. Nebenbei kümmerte sich DK5HH auch um die dort installierte ENAMS-Station. Diese konnte interessanterweise Informationen zur Störungssituation vor Ort liefern.

Mit dem Simulationsprogramm 4NEC2 kann man Nahfeldberechnungen zur Unterstützung der BEMFV durchführen. Damit und mit der Bestimmung von EM-Feldern in der Nähe von Drahtantennen beschäftigten sich Referate von Günter Lanz, DD4WU.

Zum Abschluss der Tagung stellten sich die Teilnehmer zum Gruppenfoto, Bild 1.
dk7zb@darc.de

Literatur

- [1] Passmann, W., DJ6JZ: ENAMS – Empfänger-Netzwerk zur Störpegelerfassung. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 864–867
- [2] ENAMS-Projekt-Website: <https://www.enams.de>
- [3] Hartje, M., DK5HH: Grundlagen der Messung von Störungen mit ENAMS. CQDL 92 (2021) H. 1, S. 47–49.
- [4] Hartje, M., DK5HH: ENAMS – Messsystem für die elektromagnetische Umwelt (2), Messverfahren und Software des Messsystems. CQDL 92 (2021) H. 8, S. 38–45.
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=tXSYr2ObBZQ&feature=youtu.be>
- [6] Logemann, J., DL2NI: Aktiver breitbandiger Dipol. CQDL 96 (2025) H. 1, S. 30–35

Abspannhilfe für einen Steckmast aus Tarnnetzstangen

Masten für den Aufbau von Antennen sind aus industrieller Produktion in einer Vielzahl von Ausführungen erhältlich. Sie lassen sich allerdings auch aus Gegenständen realisieren, die ursprünglich einem völlig anderen Verwendungszweck

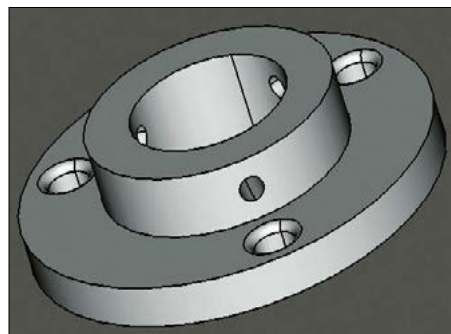


Bild 1: 3D-Modell der Abspannhilfe in FreeCAD
Foto und Screenshot: DC8FG

dienen, so beispielsweise aus den sogenannten *Tarnnetzstangen*, wie sie im militärischen Bereich u. a. bei der Bundeswehr eingesetzt werden. Diese gibt es in verschiedenen Längen. Überwiegend sind

sie aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) oder Aluminium gefertigt. Ausgemasterte Elemente sind u. a. bei Outdoor-Ausrüstern sowie den bekannten Online-Handelsplattformen zu günstigen Konditionen erhältlich.

Für den Aufbau von KW-Drahtantennen eignen sich die GFK-Ausführungen besonders, da sie nicht leitend sind. Damit stellen sie keinen parasitären Strahler und vermutlich auch keine Blitzfangstange dar. Mit diesen Elementen habe ich bereits einen 10 m hohen Mast für eine stationäre VHF-Vertikal- sowie eine KW-Drahtantenne realisiert. Bei derartigen Längen sind selbstverständlich entsprechende Abspannungen in drei Ebenen vorzusehen, um den Mast sowohl gegen Beschädigung als auch ein Umstürzen zu sichern.

Um mir die Arbeit bei meinen Antennenexperimenten etwas zu erleichtern und nicht für jede Änderung hinunter in den Garten laufen zu müssen, habe ich vor kurzem noch einen 6 m hohen Mast auf



Bild 2: Am Mast montierte Abspannhilfe

dem Balkon unseres Hauses errichtet. Die etwas unansehnlich gewordenen Segmente versah ich zuvor mit einem dunkelolivgrünen Schutzlack, was den Mast wie neu aussehen ließ. Zur Sicherung erstellte ich hierfür im 3D-Druck zwei Abspannhilfen für eine Dreipunkt-Befestigung. Diese werden mittels je drei M4-Edelstahlschrauben auf den Mastsegmenten befestigt. Um eine Beschädigung durch die Schrauben zu verhindern, ist an dieser Stelle eine rutschfeste Ummanntelung, z. B. mit einer dünnen Gummimanschette, zu empfehlen. Die FreeCAD- und die STL-Datei des Abspanntellers stehen im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zur Verfügung.

Frank G. Sommer
dc8fg@funkamateurl.de

Neues von der Intermodellbau 2025

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Vom 10. bis zum 13. April 2025 fand in Dortmund die 47. Intermodellbau statt. Auch in diesem Jahr wurden bewährte und neue Modelle aus der Eisenbahn-, Schifffahrts- und Flugtechnik, aber auch aus anderen Themenbereichen vorgestellt. So boten sich wohl nicht nur den Modellbauern, sondern auch Freunden anderer technischer Hobbys interessante Eindrücke.

Die Intermodellbau ist für so manchen Besucher wohl immer auch eine Erlebnisreise in die Welt eines anderen Hobbys. Und selbst wir Funkamateure können hier einiges an Ideen und Inspiration und nicht selten auch Materialien für eine Verwendung mitnehmen. Einige ausgewählte Höhepunkte der Messe werden nachfolgend vorgestellt.

■ 3D-Druck neu gedacht

Der neue *Bambu Lab H2D* [1] konnte im praktischen Einsatz ausführlich beobachtet werden. Er vereint in seiner höchsten Ausbaustufe zwei Fertigungsverfahren in



Bild 1: *Bambu Lab H2D* (links) neben dem kleineren Vorgänger *Bambu Lab X1C*

einem Gerät: zum einen das *Fused Deposition Modeling* (FDM) für den 3D-Druck und zum anderen Lasertechnologie für Gravur- und Schneideprozesse. Das optionale Lasermodul ist wahlweise als 10-W- oder 40-W-Version erhältlich. Für den 3D-Druck besitzt dieses Modell ein *Dual-Hotend-System*, das verschiedene Filamente bzw. Farben in einem Druckvorgang miteinander kombinieren kann. Durch die daraus resultierende geringere Anzahl von Filamentwechseln lässt sich Material einsparen.

Der Bauraum von 350 mm × 320 mm × 325 mm erlaubt den Druck von größeren Objekten. Das vollautomatische Kalibrierungssystem macht manuelle Einstellungen überflüssig, denn vor jedem Druck-

auftrag führt das Gerät selbsttätig eine Druckbettnivellierung durch und passt dabei die Parameter für die z-Achse an. Dies sorgt für die Einhaltung des richtigen Abstandes zwischen Düse (*Nozzle*) und Druckbett. Eine hochauflösende Kamera, *Nozzle Cam* genannt, ermöglicht die Echtzeitüberwachung des Druckprozesses, wodurch sich Druckfehler frühzeitig erkennen lassen.

Zur Erhöhung der Sicherheit im Betrieb ist das Gerät mit einem Notausschalter sowie einem Filamentende-Sensor, einem Filamentknoten-Sensor und einer Filamentmessung zur frühzeitigen Erkennung von Materialfehlern ausgestattet. Für den Einsatz als Laser-Cutter sind darüber hinaus eine Flammen- und Temperaturerkennung sowie eine Türüberwachung vorhanden.

Die Zuführung der Filamente erfolgt durch das *Automatic Material System 2* (AMS), das bis zu vier Rollen unterstützt und über eine integrierte Heizung sowie eine automatische Belüftung verfügt. Dies dient einer optimalen Trocknung und Lagerung der Filamente.

Durch die Kombination mehrerer AMS-Einheiten ist der Druck mit bis zu 24 unterschiedlichen Materialien möglich. Die höchste Ausstattungsvariante *H2D Laser Full Combo* bringt eine Masse von stolzen 46,2 kg auf die Waage.

■ 3D-Druck-Filamente

Als Hersteller von 3D-Druck-Filamenten präsentierte *Spectrum Group Sp. z o.o.* [2] ein umfangreiches Produktportfolio. Die angebotenen Materialien haben individuelle Eigenschaften, wodurch für jeden Anwendungszweck ein bestmögliches Druckergebnis erwartet werden kann. So sind beispielsweise Verbundfilamente auf der Basis von Polycarbonat mit einem Zusatz von PTFE, auch als *Teflon* bekannt, verfügbar. Je nach Leistungsumfang des 3D-Druckers lassen sich sogar Filamente mit Anteilen von Zirkonoxid, Aluminiumoxid oder Siliziumkarbid verarbeiten, die allerdings nach dem Druck noch speziell weiterbehandelt werden müssen. Damit steht ein breites Spektrum von Mate-

rialien zur Verfügung, die neue Möglichkeiten im Selbstbau bieten. Ein Händlerverzeichnis ist bei [2] einsehbar.

■ Werkzeuge

Ebenso wurden klassische Werkzeuge, die ohne elektronische Steuerung auskommen, in zahlreichen Varianten und Fertigungsqualitäten präsentiert. Pinzetten und Klemmen zum Halten und Fixieren von Objekten werden in der Elektronik z.B. beim Weich- und Hartlöten im konstruktiv-statischen Bereich verwendet.

Das Angebot reichte von sehr großen Pinzetten und Klemmen des Ausstellers Heiko Wild GmbH [3], Bild 2, über eine



Bild 2: Große Pinzetten und Klemmen von [3]

breite Auswahl an Drehmeißeln für vielfältige Anwendungszwecke, Bild 3, am Stand von Lemato BV [4], bis hin zu Handinstrumenten von John Dee Zimmermann [5], mit denen sich beispielsweise Leiterbahnen für Reparaturzwecke freilegen lassen, Bild 4.

Für Lötvorgänge mit höheren Temperaturen sind selbsthaltende Pinzetten ein gängiges Hilfsmittel. Standardmäßig bestehen deren Enden aus Metall. Lemato BV zeigte eine selbsthaltende Pinzette mit keramischen Enden und einer beworbenen Hitzebeständigkeit von bis zu 1500 °C, Bild 5. Pinzetten mit keramischen Enden haben den Vorteil, dass durch



Bild 3: Drehmeißel in zahlreichen Ausführungen bei [4]



Bild 4: Haken und andere Instrumente für viele unterschiedliche Anwendungen von [5]

die im Vergleich zu Metall geringere Wärmeleitung der Keramik weniger Wärme von der Lötstelle abgezogen wird. Varianten mit geraden und gebogenen Enden sowie 45°-Abwinklung sind verfügbar.

Auch andere Modelle, wie zum Beispiel antistatische ESD-Ausführungen zur Verarbeitung elektrostatisch empfindlicher Bauteile, wurden relativ günstig angeboten. Ob angesichts eines solchen Preises die Qualität für eigene Vorhaben ausreichend ist, lässt sich leicht überschlägig überprüfen: Zum einen sollten keine scharfen Kanten vorhanden sein, zum anderen sollten beim Zusammendrücken der Pinzette deren Enden flächig schließen. Dieser Test lässt sich beispielsweise vor einer Gegenlichtquelle durch die Beurteilung des entstehenden Lichtspaltes durchführen.

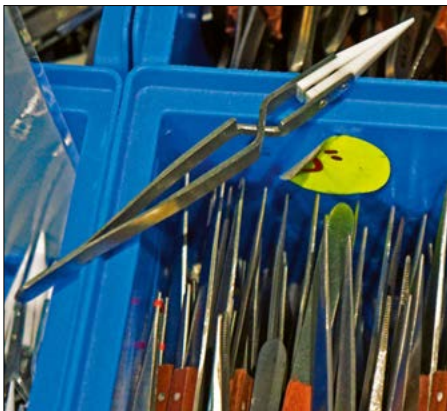


Bild 5: Selbsthaltende Pinzette mit keramischen Enden von [4]

■ Schrumpfschläuche

Für die verschiedenen Ausführungen von Schrumpfschläuchen, Bild 6, gibt es in der Elektronik zahlreiche Anwendungsfälle. Sie dienen beispielsweise der elektrischen Isolation, zum Schutz vor mechanischen Einflüssen oder eindringender Feuchtigkeit. Gebräuchlich ist der Werkstoff Polyolefin. Je nach Einsatz-

zweck stehen Varianten mit und ohne Klebstoff-Innenbeschichtung zur Verfügung, welche für eine zusätzliche Abdichtung sorgt. Daims Kabelshop [6] zeigte neben den gebräuchlichen Schrumpfschläuchen aus Polyolefin auch solche aus Hart-PVC, mit denen sich zum Beispiel Akkumulatoren zu einem Paket verbinden lassen.

■ CNC, CAD und CAM

Am Stand von Stepcraft [7] war eine breite Palette von CNC-Maschinen mit Zubehör zu sehen. Im Angebot befanden sich Maschinen für Hobby und Modellbau der D-Serie, für den professionellen Werkstatteinsatz aus der M-Serie sowie Modelle aus der Q-Serie für die Einzel- und Serienfertigung. Durch entsprechendes Zubehör lassen sich die CNC-Fräsmaschinen in 3D-Drucker, Laserschneider bzw. -gravierer oder Plotter verwandeln.

Ergänzend dazu konnte man sich am Stand der Filou Software GmbH [8] über verschiedene CAD/CAM-Software-Varianten und ihren Leistungsumfang informieren. Das Programm *Filou-NC* ermöglicht beispielsweise die Erstellung von Steuerbefehlen direkt aus einem Zeichnungsprojekt heraus, ohne dass die Daten den Computer, etwa über eine Cloud-Lösung, verlassen. Da es sich um eine lokal auf dem Computer laufende Software handelt, ist auch keine ständige Internetverbindung notwendig, um die Software nutzen zu können.

■ Schrauben und Halbzeuge

Insbesondere bei Projekten, bei denen es auf Miniaturisierung ankommt, ist es nicht immer leicht, Schrauben in besonders kleiner Ausführung zu erwerben. Zylinderkopfschrauben mit einem Innen-Sechskant-Antrieb nach DIN 912 sind bei *Modellschrauben Vertrieb Dreieich* [9] und bei *Minischrauben.com* [10] ab einer Größe von M1,4 aus rostfreiem Edelstahl erhältlich. Auch Befestigungselemente aus anderem Material, nach anderen Normen und in vielen weiteren Größen können dort bezogen werden.

■ Schnellhärtende Klebstoffe

Klebstoffe mit sehr schneller Aushärtung (ugs. Sekundenkleber) sind auch in der Elektronik ein beliebter Helfer. Verklebungen sollten präzise ausgeführt werden, ohne die Umgebung der Klebestelle durch den Klebstoff selbst oder durch Hilfsstoffe zu verschmutzen. Gelegentlich dauert es jedoch auch bei diesen Klebstoffen zu lange, bis eine Festigkeit



Bild 6: Schrumpfschläuche in verschiedenen Farben und Materialien

erreicht wird, bei der die Fixierung der Bauteile aufgehoben werden kann. Um den Aushärtvorgang, der klassisch durch Luftfeuchtigkeit initiiert wird, zu beschleunigen, lässt sich ein sogenannter *Aktivator* verwenden. Dieser ist als Sprühdosenvariante oder zum Aufpinseln erhältlich, kann jedoch die Umgebung der Klebestelle verschmutzen.

Der Klebstoff *Ber-Fix Duo-Star* [11] verkürzt die Fixierzeit der Bauelemente durch Aushärtung mittels UV-Licht. Damit wird die Anwendung eines Aktivators oft überflüssig. Dieses Produkt eignet sich für die Verbindung von Metall, Gummi, PMMA, Keramik sowie den meisten Kunststoffen mit- und untereinander. Zudem ist es auch als Vergussmasse einsetzbar. Durch die Anwendung von UV-Licht wird eine sehr schnelle Fixierung der Bauteile erreicht. Die endgültige Aushärtung erfolgt weiterhin durch den Einfluss von Luftfeuchtigkeit aus der Umgebungsluft. Somit ist auch eine Aushärtung an den Stellen möglich, an die kein UV-Licht gelangen kann.

Die nächste Intermodellbau ist vom 16. bis 19. April 2026 geplant.

worldofhamradio@gmx.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] BambuLab: Bambu Lab H2D, <https://bambulab.com/de-de/h2d>
- [2] Spectrum Group Sp. z o.o., Parkowa 85, 05-806 Pęcice, www.spectrumfilaments.com
- [3] Heiko Wild GmbH, Ehrenbergstr. 18, 78532 Tuttlingen, www.heikowild.de
- [4] Lemato BV, Marconistraat 64, 2809PE Gouda, Niederlande, www.lemato.nl
- [5] John Dee Zimmermann, Steingewann 1b, 67551 Worms, www.johndee.de
- [6] Daims Kabelshop, Colditzer Landstraße 7, 04668 Grimma, www.daims-kabelshop.de
- [7] Stepcraft GmbH & Co. KG, An der Beile 2, 58708 Menden, www.stepcraft-systems.com
- [8] Filou Software GmbH, Ostbredenstr. 55, 59229 Ahlen, www.filou.de
- [9] MVD – Modellbauschrauben Vertrieb Dreieich, Inh: Brigitte Laudert, Auf der Schulwiese 25, 63303 Dreieich, www.modellbauschrauben.de
- [10] Minischrauben.com, Inh. Thomas Heider, Gmein 128a, 94544 Hofkirchen, www.minischrauben.com
- [11] Ber-Fix Klebstoffprodukte, Scheveningerstr. 16, 12359 Berlin, www.ber-fix.de

Die Expert 1.5K Taurus von SPE – ein technischer Meilenstein

CHRISTIAN REIMESCH – DL2KCK

Bereits auf der Hamvention 2024 in Xenia präsentierte das italienische Unternehmen SPE S.r.l. seine neue Endstufe Expert 1.5K Taurus als innovatives Upgrade der Expert 1.5K. Auf der letztjährigen Ham Radio in Friedrichshafen hatte ich Gelegenheit, mit Gianfranco, IOZY, dem Chef von SPE, zu sprechen, der mir die wichtigsten Neuerungen erläuterte.

Das Taurus-Konzept zielt auf höchste Robustheit, insbesondere beim Einsatz in Contesten, auf DXpeditionen und in Digi-modes wie FT8, PSK und RTTY. Diese digitalen Sendearten sind laut Hersteller mit der vollen Ausgangsleistung in der Stellung MAX nutzbar. Um dies zu gewährleisten, verwendet SPE zwei 1,8-kW-Doppel-LDMOS-Blöcke vom Typ MRFX1K80N. Diese Konfiguration sorgt dafür, dass jeder

gleich zum Vorgänger erheblich verbessern können, wie der Belastungstest zeigte. In der MAX-Leistungsstufe ermöglicht die Taurus-Schutzschaltung mit 100 % Duty Cycle, dass bei voller Leistung (1,5 kW) 1 min lang gesendet werden kann. In der mittleren Leistungsstufe (MID) entfällt diese zeitliche Begrenzung. Zudem erkennt die optimierte Schutzschaltung auch schleichende SWV-Anstiege – etwa wegen



Bild 1: Frontansicht der Endstufe Expert 1.5K Taurus von SPE; das große Display bietet einen schnellen Überblick über alle relevanten Betriebsdaten.

Fotos: DL2KCK (4), Werkfotos (2)

LDMOSFET nur mit dem halben Strom arbeitet und somit nur die halbe Verlustleistung in Wärme umwandeln muss. Die thermische „Parallelschaltung“ der Transistoren reduziert den effektiven Wär-

überhitzer Ringkerne in Baluns oder Ununs sowie durch Defekte an Antennen oder deren Zuleitungen. Der Benutzer wird frühzeitig gewarnt und die interne Schutzschaltung greift ein, bevor es zu Schäden an der Endstufe kommt.

■ Thermisches Verhalten

Zur Bewertung des thermischen Verhaltens wurde die Expert 1.5K Taurus (im Wei-

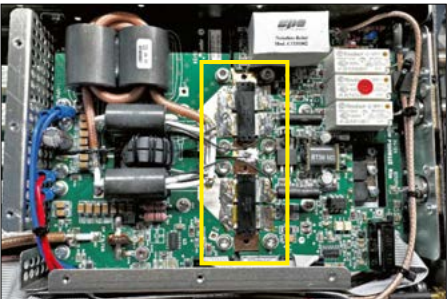


Bild 2: Endstufenmodul mit zwei LDMOS-FET-Blöcken

mewiderstand zwischen Halbleiterübergang und Gehäuse von 0,06 K/W auf 0,03 K/W. Gleichzeitig verbessert sich die Effizienz des Heat Spreader (Kupferplatte als Wärmespreizer), auf dem beide LDMOS-FETs aufgelötet sind. Das ermöglicht den Betrieb des Kühlkörpers mit deutlich höheren Temperaturen, ohne die Sicherheit der Bauelemente zu gefährden. Zudem hat SPE die Effizienz der Kühlung im Ver-



Bild 3: Äußerlich sehen sich die Expert 1.5K Taurus (unten) und ihr Vorgängermodell sehr ähnlich, hinsichtlich der technischen Parameter und Eigenschaften gibt es jedoch deutliche Unterschiede.

Tabelle 1: Ausgewählte technische Daten der Expert 1.5K Taurus nach Herstellerangaben

Frequenzbereich	1,8 ... 54 MHz
Ausgangsleistung	MAX: 1500 W MID: 1000 W LOW: 500 W
Leistungsverstärker	zwei mit je 1,8 kW belastbare LDMOSFETs
Aufwärmzeit	keine
Antennentuner	integriert
Weitbereichnetzteil	100 ... 255 V, 47 ... 63 Hz
Abmessungen (B x H x T)	380 mm x 120 mm x 280 mm
Masse	9,5 kg

teren nur Taurus genannt) einem umfassenden Belastungstest unterzogen. Dieser erfolgte auf dem 20-m-Band in der MAX-Leistungsstufe bei Vollaussteuerung und etwa 23 °C Umgebungstemperatur. Zu Beginn der Messung ($t = 0$ min) lieferte die Taurus stabile 1,3 kW, wobei die Temperatur der Kupferplatte der LDMOSFETs bei 30 °C lag. Ein Temperatursensor LM 35DT mit einem Messbereich bis 150 °C liefert die Daten für die Temperaturanzeige auf dem Display. Die Erwärmung im Normal- und Contestmodus wurde nach jeder Minute gemessen. Die Werte sind in Tabelle 2 und in Bild 7 dargestellt. Da auch eine Expert 1.5K zur Verfügung stand, habe ich mit dieser zur besseren Vergleichbarkeit eine weitere Messreihe unter identischen Bedingungen aufgenommen. Nach der ersten Minute wurden beide Verstärker in der Leistungsstufe MID (etwa

Tabelle 2: Belastungstests an der Taurus

t [min]	Normalmodus		Contestmodus	
	ϑ [°C]	P_A [W]	ϑ [°C]	
0	30	1331	30	
1	46	1300	44	
2	52	856	48	
3	55	850	52	
4	58	846	55	
5	60	841	57	
6	61	838	59	
7	62	835	61	
8	63	834	62	
9	63	832	63	
10	64	831	64	
11	64	830	64	
12	64	829	64	
13	53	0	54	
14	47	0	47	
15	45	0	45	
16	43	0	43	
17	41	0	41	

Tabelle 3: Vorgängermodell Expert 1.5K

t [min]	Contestmodus	
	ϑ [°C]	P_A [W]
0	30	1360
1	51	989
2	55	984
3	61	972
4	64	959
5	68	950
6	53	0
7	45	0
8	41	0
9	37	0
10	34	0

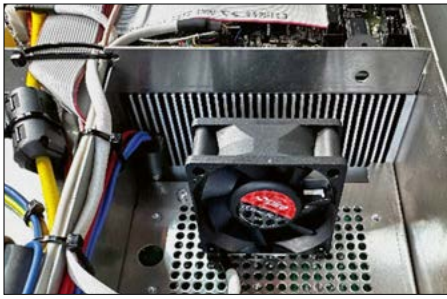


Bild 4: Die Taurus besitzt einen zusätzlichen Lüfter ...



Bild 5: ... und an der Gehäuseunterseite die dazugehörigen Lüftungsschlitze zur Gewährleistung der Zirkulation.

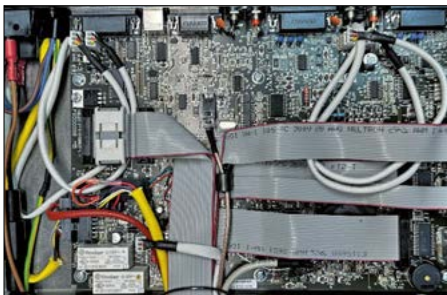


Bild 6: CPU-Board und Lüfterphalanx (oben)

1 kW) betrieben. Dabei war bei beiden die ALC aktiviert, welche die Steuerleistung des Transceivers IC-7610 auf den vom Hersteller vorgegebenen Wert abregelt. Bei der Expert 1.5K wurde die Steuerleistung des Transceivers im *MAX*-Modus manuell reduziert, um eine vergleichbare Ausgangsleistung wie bei der Taurus zu erreichen. Im *MID*-Modus lieferte die Expert 1.5K etwa 100 W mehr als die Taurus. Diese Abweichung ist auf die werkseitig etwas konservativere ALC-Einstellung der Taurus zurückzuführen. Ohne ALC hätte auch die Taurus volle 1,5 kW erreicht. Beim Temperaturverhalten der Endstufen zeigten sich deutliche Unterschiede: Nach

5 min erreichte die Kühlkörpertemperatur der Expert 1.5K bereits 68 °C, während die Taurus mit 60 °C deutlich kühler blieb. Wegen der stärkeren Erwärmung wurde der Test mit der Expert 1.5K nach 5 min abgebrochen.

Die Taurus hingegen erwies sich als thermisch stabiler und erreichte nach 10 min eine maximale Kühlkörpertemperatur von 64 °C, siehe Tabellen 2 und 3 sowie Bild 7.

■ Worst-Case-Szenario

In einem von SPE gerechneten Worst-Case-Szenario mit einer Fehlanpassung $s = 1,5$ und einer Ausgangsleistung von 1,5 kW müssen die beiden LDMOSFETs insgesamt 1304 W Verlustleistung in Wärme umwandeln. Bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C und einer Höchsttemperatur der Kupferplatte von 129,3 °C würde eine Sperrschichttemperatur von 168,6 °C erreicht werden – ein Wert, der aber noch völlig unkritisch ist, Tabelle 4.

NXP spezifiziert für den MRFX1K80N eine maximale Sperrschichttemperatur von 225 °C. Die interne Schutzschaltung greift allerdings deutlich früher ein und schaltet die Endstufe bei 105 °C am *Heat Spreader* mit der Fehlermeldung *Internal Overheating* ab, wobei die Lüfter weiterhin laufen. Die Ergebnisse des Belastungstests zeigen, dass SPE von Erfolg gekrönte Anstrengungen unternommen hat, eine Endstufe zu entwickeln, die selbst hohen Belastungen standhält. Im Vergleich zur Expert 1.5K wurde zudem die Kühlung durch einen zusätzlichen Lüfter auf der Unterseite der Endstufe sowie durch Lüftungsschlitze im unteren Gehäusedeckel verbessert, Bilder 4 bis 6. Bei der Expert 1.5K ist dieser Deckel ohne Schlitze ausgeführt.

■ Ausgangsleistung und Verstärkung

Die Expert 1.5K Taurus bietet drei Leistungsstufen zur Auswahl, deren Ausgangsleistung auf allen Bändern präzise ermittelt

wurde, wobei das Messverfahren eine sehr hohe Genauigkeit hatte. Die Messungen habe ich mit einem thermischen Sensor NRP-Z51 von Rohde & Schwarz in Kombination mit einem vorgeschalteten 50-dB-Dämpfungsglied durchgeführt (Tabellen 5 bis 7). Letzteres wurde zuvor mit einem VNA kalibriert, wobei die ermittelten Korrekturwerte in der Spalte *TDF* aufgeführt sind. Die Messwerte für P_{SE} und P_{SA} beziehen sich auf den verwendeten Sensor.

Die gemessenen Leistungen in den einzelnen Leistungsstufen weichen von den von SPE angegebenen Werten leicht nach unten ab. Laut Hersteller sollten mit angeschlossener ALC 500 W in der Stellung *LOW*, 1000 W bei *MID* und 1500 W in Stellung *MAX* erreicht werden. Offensichtlich regelt die ALC der Taurus den IC-7610 aber schon vor dem Erreichen der Sollleistung herunter. Je nach Band fehlen dadurch maximal 0,5 dB, was im praktischen Betrieb aber nicht auffällt.

Die Taurus zeigt auf ihrem Display bei Vollausssteuerung jeweils den Maximalwert der betreffenden Stufe an, was vermutlich auf die Messunsicherheit des externen Wattmeters beim Abgleich im Werk zurückzuführen ist. Da SPE die zulässige Abweichung der Ausgangsleistung mit $\pm 0,8$ dB spezifiziert, liegen sämtliche Messwerte innerhalb der Toleranz. Die Abweichung meines Messaufbaus liegt bei etwa $\pm 0,2$ dB.

■ Intermodulation

Für diese Tests wurde die Taurus durch einen IC-7610 mit aktivierter DPD (digitaler Vorverzerrung, engl. *predistortion*) angesteuert. Die schwarze Kurve in Bild 8 ist das unverstärkte Signal mit einem IM-Abstand von mehr als -50 dBc (PEP) zu sehen. Im 160-m-Band erreicht die Taurus bei Vollausssteuerung in der Stellung *MAX* einen Intermodulationsabstand 3. Ordnung (IM3) von -33 dBc (PEP).

Die orangefarbene Kurve in Bild 9 wurde in Stellung *MAX*, die violette in Stellung

Tabelle 4: Wärmetransfer-Berechnungen von SPE

2xMRFX1K80N	
Umgebungstemperatur	26 °C
thermischer Widerstand	
Sperrschicht	0,03 K/W
thermischer Widerstand	
Kupferplatte	0,009 K/W
thermischer Widerstand	
Kühlkörper/Umgebungsluft	0,07 K/W
Effizienz @ SWV $s = 1$	65 ... 73 %
Effizienz @ SWV $s = 1,52$	57 ... 73 %
Verlustleistung	250 ... 1308 W
Kühlkörpertemperatur	43,5 ... 117,6 °C
Kupferplattentemperatur	45,8 ... 129,3 °C
Sperrschichttemperatur	53,3 ... 168,6 °C

Bild 7: Gemessene Temperaturverläufe bei der Expert 1.5K Taurus in Abhängigkeit vom Betriebsmodus und im Vergleich zum Vorgängermodell

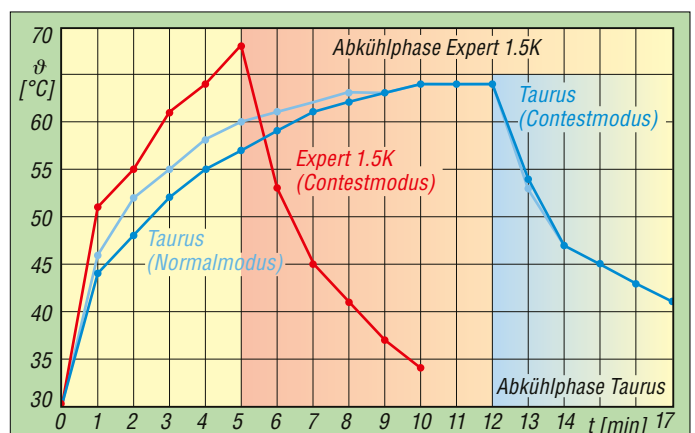


Tabelle 5: Leistung und Verstärkung in Stellung LOW

<i>f</i> [MHz]	<i>TDF</i> [dB]	<i>P</i> _{SE} [dBm]	<i>P</i> _{SA} [dBm]	<i>P</i> _E [dBm]	<i>P</i> _E [W]	<i>P</i> _A [dBm]	<i>P</i> _A [W]	<i>V</i> [dB]
1,8	49,9	-7,0	6,7	42,5	17,7	56,6	457	14,1
3,65	49,9	-7,3	6,7	42,6	18,1	56,6	454	14,0
7,1	50,3	-8,0	6,4	42,3	17,1	56,7	467	14,4
10,1	50,0	-8,7	6,4	41,3	13,6	56,4	433	15,0
14,2	50,0	-8,6	6,5	41,4	13,9	56,5	442	15,0
18,1	50,2	-8,5	6,6	41,7	14,9	56,8	477	15,0
21,2	50,2	-8,4	6,4	41,9	15,4	56,7	466	14,8
24,93	50,3	-8,6	6,5	41,7	14,8	56,8	475	15,1
28,5	50,4	-8,2	6,4	42,1	16,3	56,8	480	14,7
50,1	50,5	-7,3	6,6	43,2	20,8	57,1	512	13,9

Tabelle 6: Leistung und Verstärkung in Stellung MID

<i>f</i> [MHz]	<i>TDF</i> [dB]	<i>P</i> _{SE} [dBm]	<i>P</i> _{SA} [dBm]	<i>P</i> _E [dBm]	<i>P</i> _E [W]	<i>P</i> _A [dBm]	<i>P</i> _A [W]	<i>V</i> [dB]
1,8	49,9	-4,8	9,7	45,1	32,4	59,6	909	14,5
3,65	49,9	-5,3	9,6	44,6	29,1	59,5	890	14,8
7,1	50,3	-5,3	9,4	45,0	32,0	59,7	937	14,7
10,1	50,0	-5,9	9,4	44,1	26,0	59,4	878	15,3
14,2	50,0	-6,4	9,4	43,6	23,0	59,4	876	15,8
18,1	50,2	-6,5	9,4	43,7	23,5	59,6	922	15,9
21,2	50,2	-6,0	9,4	44,3	26,7	59,7	931	15,4
24,93	50,3	-6,4	9,3	43,9	24,5	59,7	924	15,8
28,5	50,4	-6,3	9,3	44,1	25,8	59,7	936	15,6
50,1	50,5	-6,1	9,1	44,4	27,5	59,7	929	15,3

Tabelle 7: Leistung und Verstärkung in Stellung MAX

<i>f</i> [MHz]	<i>TDF</i> [dB]	<i>P</i> _{SE} [dBm]	<i>P</i> _{SA} [dBm]	<i>P</i> _E [dBm]	<i>P</i> _E [W]	<i>P</i> _A [dBm]	<i>P</i> _A [W]	<i>V</i> [dB]
1,8	50,0	-2,2	11,4	47,7	59,1	61,3	1364	13,6
3,65	50,0	-3,3	11,4	46,6	46,1	61,3	1342	14,6
7,1	50,3	-2,9	11,1	47,4	55,3	61,5	1400	14,0
10,1	50,0	-3,0	11,2	47,0	49,6	61,2	1327	14,3
14,2	50,0	-4,4	11,2	45,6	36,2	61,2	1305	15,6
18,1	50,2	-4,3	11,1	45,9	39,1	61,3	1351	15,4
21,2	50,2	-3,9	11,1	46,3	43,0	61,4	1376	15,1
24,93	50,3	-4,0	11,2	46,3	42,7	61,5	1419	15,2
28,5	50,4	-4,2	11,0	46,2	41,3	61,4	1385	15,3
50,1	50,5	-3,7	11,1	46,8	47,8	61,6	1451	14,8

MID und die blaue in Stellung LOW gemessen. Es fällt auf, dass die Intermodulationsabstände für IM3 und IM5 bei Vollaussteuerung mit angeschlossener ALC relativ ähnlich sind. Bezogen auf IM3 wird bei einer Ausgangsleistung von 1,35 kW (PEP) ein IM-Abstand von etwa -33 dBc (PEP) erreicht. Bei Vollaussteuerung im 20-m-Band war ein IM3-Abstand von etwa -28 dBc (PEP)

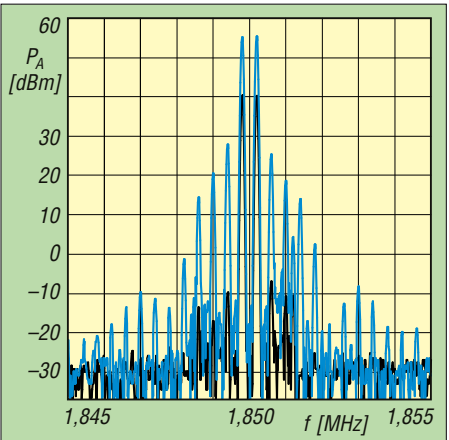


Bild 8: Intermodulation auf 160 m in Stellung MAX bei *P*_A = 1350 W (blau), unverstärktes Signal schwarz

bei Vollaussteuerung in der Stellung MAX mit angeschlossener ALC messbar. Ähnlich sieht es mit den IM3-Abständen bei MID und LOW aus.

■ Intermodulationsabstände

Nachdem im vorigen Abschnitt die Intermodulation lediglich punktuell und bei Vollaussteuerung in den jeweiligen Leistungsstufen betrachtet wurde, kam mir

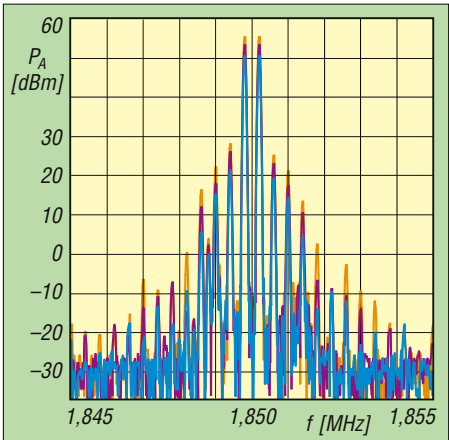


Bild 9: Intermodulation auf 160 m in den Stellungen LOW (blau), MID (violett) und MAX (orange)

die Idee, das IM-Verhalten der Taurus in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung genauer zu untersuchen und mit der 1.5K zu vergleichen. Für diesen Test wurde bei beiden Endstufen die ALC deaktiviert, um eine Aussteuerung bis zur maximalen Leistung von 1,5 kW zu ermöglichen. Im 80-m-Band erreicht die Taurus Intermodulationsabstände von über -36 dBc, bezogen auf PEP. Bei maximaler Aussteuerung mit der in Deutschland zulässigen Sendeleistung werden Werte um -37 dBc (PEP) erzielt. Die IM-Produkte 5. Ordnung liegen in diesem Leistungsbereich bei etwa -45 dBc (PEP), Bilder 10 bis 12. Noch besser fallen die Messergebnisse bei den IM7-Produkten aus: je nach Aussteuerung waren Werte zwischen etwa -60 dBc und -50 dBc (PEP) zu messen. Diesbezüglich können „normale“ Steuer-sender in der Regel nicht mithalten – es sei denn, es kommt ein Sender mit adaptiver bzw. digitaler Predistorsion, wie der des IC-7610 von Icom, zum Einsatz. Im 20-m-Band erreicht die Taurus bei 750 W einen IM3-Abstand von -33 dBc (PEP), also auf dem Niveau der Expert 1.5K. Bei höherer Aussteuerung verschlechtern sich die IM-Abstände der Taurus leicht, während sie sich bei der Expert 1.5K sowohl bei MID als auch bei MAX geringfügig verbessern. Dieses Verhalten entspricht der bei Endstufen mit LDMOS-FETs häufig beobachteten Besonderheit, dass sich IM3-Abstände bei steigender Aussteuerung verbessern können. Bei den IM-Produkten 5. Ordnung zeigt die Taurus Vorteile: Sie erreicht im MAX-Modus bei 800 W einen Wert von -50 dBc (PEP), die Expert 1.5K nur -42 dBc. Auch bei den IM7-Produkten ist die Taurus der Expert 1.5K deutlich überlegen – zumindest im MAX-Modus. Im 10-m-Band erreicht die Taurus in Bezug auf IM3 bei mittlerer Austeuerung in der Leistungsstellung MAX mit -37 dBc (PEP) ein leicht besseres Ergebnis als die Expert 1.5K, siehe Bilder 13 bis 15. Die IM5-Performance der Taurus liegt bei MAX und 800 W PEP bei etwa -43 dBc. Die IM7-Produkte sind bei der gleichen Leistung mit -55 dBc (PEP) in einem unkritischen Bereich.

■ Nebenaussendungen

Ich habe die Nebenaussendungen auf allen Bändern gemessen und exemplarisch die Bänder mit den geringsten Abständen herausgesucht. Im Frequenzbereich bis 30 MHz werden die geforderten -50 dBc auf allen Bändern eingehalten bzw. sogar unterschritten. Im 6-m-Band maß ich bei voller Leistung in Stellung MAX (1,45 kW)

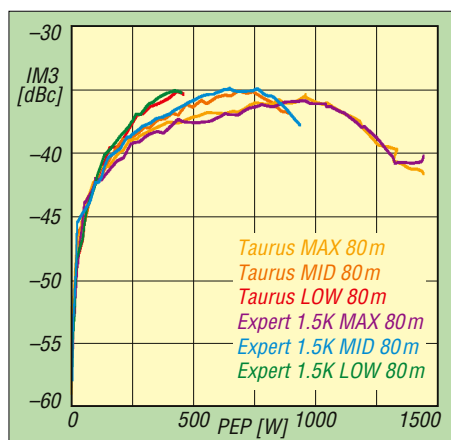


Bild 10: Abhängigkeit des IM3-Abstands von der Ausgangsleistung im 80-m-Band

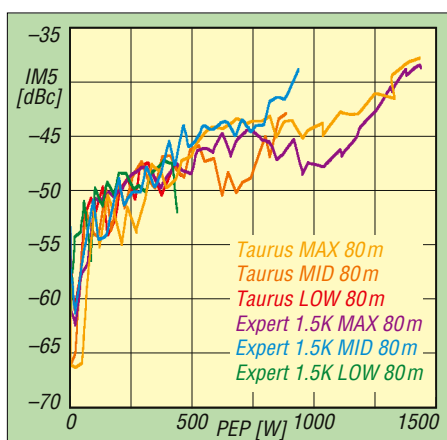


Bild 11: Abhängigkeit des IM5-Abstands von der Ausgangsleistung im 80-m-Band

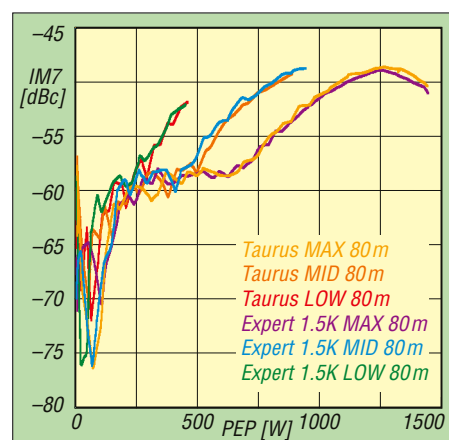


Bild 12: Abhängigkeit des IM7-Abstands von der Ausgangsleistung im 80-m-Band

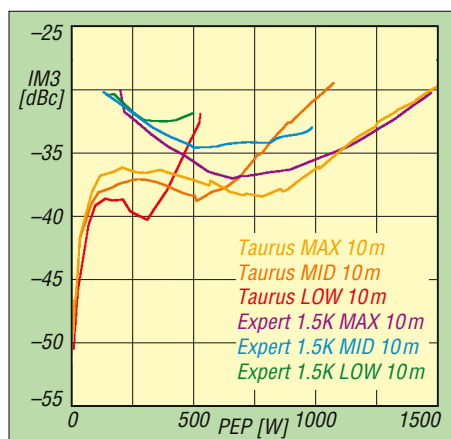


Bild 13: Abhängigkeit des IM3-Abstands von der Ausgangsleistung im 10-m-Band

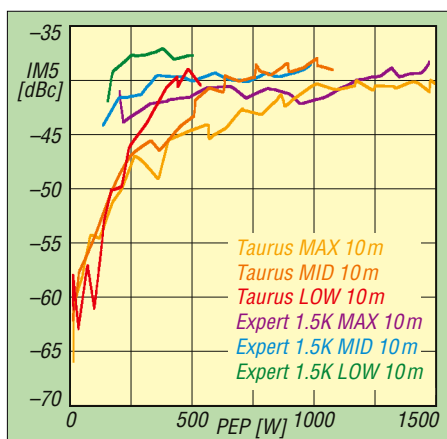


Bild 14: Abhängigkeit des IM5-Abstands von der Ausgangsleistung im 10-m-Band

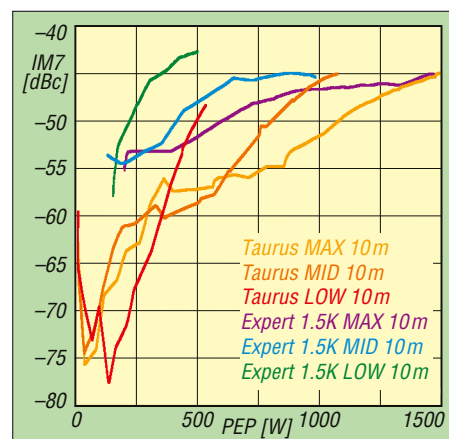


Bild 15: Abhängigkeit des IM7-Abstands von der Ausgangsleistung im 10-m-Band

–67 dBc bzw. –70 dBc bei 750 W. Die ETSI EN 301 783 V2.2.1 fordert bei Frequenzen oberhalb von 30 MHz –70 dBc.

Bedienung und Praxistest

Wer bereits mit einer Expert 1K, 1.3K, 1.5K oder 2K gearbeitet hat und das Bedienkonzept dieser Endstufen kennt, muss sich bei der Taurus kaum umstellen, vorhandene Anschlusskabel können in der Regel auch mit der Taurus verwendet werden. Nach der Konfiguration des angeschlossenen Transceivers und der CAT-Schnittstelle lassen sich die Antennenausgänge den gewünschten Bändern zuweisen. Bei elektrisch abgestimmten oder gut angepassten Antennen wird der integrierte Antennentuner eigentlich nicht gebraucht. So wurde beispielsweise mit einem OB9-5 von Optibeam getestet, der mit seinem sehr guten SWV von $s < 1,5$ keinen Tuner benötigt hätte.

Der integrierte Tuner der Taurus kann SWV-Werte bis $s = 5$ auf Kurzwellen und bis $s = 2,5$ auf 6 m anpassen. Obwohl der OB9-5 auf 6 m nicht resonant ist und dort ein SWV von $s = 2,7$ aufweist (knapp außerhalb der Spezifikation), konnte dennoch eine Anpassung auf $s = 1,4$ erreicht

werden. Eine Simulation des SWV-Verlaufs zeigt, dass die Antenne auf 6 m deutlich fehlangepasst ist. Offenbar wirkte die nicht auf $\lambda/2$ abgestimmte Speiseleitung als Transformationsglied.

Auffällig im Betrieb ist die deutlich geringere Geräuschentwicklung im Vergleich zur Expert 1.5K. Die Kühlung der Taurus ist nicht nur effizienter, sondern auch wesentlich leiser. Bei gelegentlichem FT8-Betrieb sind die temperaturgeregelten Lüfter praktisch unhörbar. Während eines FT8-Zyklus steigt die Temperatur am kupfernen Wärmespreizer nur um 3 °C bis 4 °C an und fällt während des Empfangs sowie bei einer Raumtemperatur von 22 °C wieder ab. Erst bei Dauernutzung steigt die Temperatur merklich, überschreitet jedoch nie die 60 °C-Marke – ein Wert, den die Expert 1.5K durchaus häufiger erreichte. Im Testbetrieb wurde unbeabsichtigt auch die SWV-Schutzschaltung mehrfach ausgelöst. Besonders im 40- und 80-m-Band kam es bei starkem Wind gelegentlich vor, dass die Hühnerleiter der über einen Christian-Koppler gespeisten Inverted-V-Dipolantenne dem Mast zu nahe kam, was zu einer massiven Verschlechterung des SWV führte.

Fazit

Nach umfangreichen Messungen und einem intensiven monatelangen Praxistest mit mehreren hundert Verbindungen – vor allem in den digitalen Sendarten – hat sich die Taurus als äußerst robuste und ausgereifte Endstufe der Spitzenklasse erwiesen. Besonders hervorzuheben ist die hohe Automatisierung, die den Bediener bei der Abstimmung und Antennenumschaltung unterstützt. Die zahlreichen, in Hard- und Software integrierten Schutzschaltungen reagieren schnell und zuverlässig und bieten umfassenden Schutz. Dank der beiden 1,8-kW-LDMOSFETs verfügt die Taurus über erhebliche Leistungsreserven, was sich in einem intermodulationsarmen Signal und hoher Betriebssicherheit widerspiegelt. Mit 5295 € (inkl. 19 % MwSt.) liegt sie nur etwa 10 % über der Expert 1.5K – ein Mehrpreis, der angesichts der gebotenen Leistung und Qualität besonders für ambitionierte Funkamateure eine lohnenswerte Investition darstellt.

Literatur und Bezugsquelle

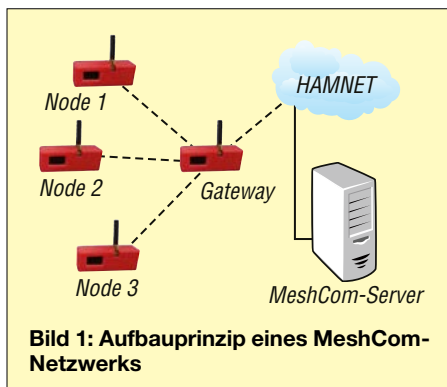
[1] SPE, Via di Monteverde 33, 00152 Rom, Italien, Tel. +39-06-58 20 94 29; info@linear-amplifier.com; www.linear-amplifier.com

MeshCom 4.0 – Daten- und Textübertragung mit LoRa-Modulen

KURT BAUMANN – OE1KBC; MIKE ZWINGL – OE3MZC

Aus der Idee, Funkamateuren eine kostengünstige Möglichkeit zu geben, Textnachrichten sowie Positions- und Sensordaten über eine leistungsfähige und schnell aufzubauende Netzwerkstruktur übertragen zu können, entstand das nachfolgend beschriebene MeshCom-Projekt.

MeshCom ist ein Amateurfunkprojekt zum Austausch von Daten und Textnachrichten über LoRa-Funkmodule. Sein Schwerpunkt liegt im vernetzten und energieeffizienten Off-Grid-Messaging unter der Verwendung von kostengünstiger Hardware. *Off-Grid-Messaging* bedeutet in diesem Zusammenhang den Aufbau drahtloser Kommunikationsnetze, die von öffentlichen Strukturen wie beispielsweise dem Internet unabhängig sind.



Durch die Verwendung von LoRa-Funkmodulen (im Weiteren *MeshCom-Module* genannt) lässt sich die Übertragung von Textnachrichten, Positionsangaben oder Messwerten sowie das Fernwirken u. v. m. mit geringer Sendeleistung durchführen. MeshCom-Module können automatisch zu einem *Mesh-Netzwerk* zusammenfinden, Bild 1. Mehrere dieser Netzwerke wiederum lassen sich bei Bedarf mittels *MeshCom-Gateways*, welche idealerweise über das HAMNET verbunden werden, zu einem größeren Netzwerk zusammenfassen.

■ Was ist LoRa?

LoRa (*Long-Range*) ist eine Übertragungstechnologie, mit der sich kleine Datenpakete über große Entfernungen mit wenig Sendeleistung und geringem Energieaufwand übertragen lassen. Die Basis zu dieser robusten Übertragungstechnik bildet die *LoRa-Spread-Spectrum Modulation*, bei der die Modulationsbandbreite wesentlich größer als die Basisbandbreite ist.

Durch den reduzierten Energiebedarf der auch als Knoten (*Nodes*) bezeichneten Geräte lässt sich im Portabelbetrieb mit Akkumulator- bzw. Batteriespeisung eine langfristige Autonomie erreichen. An festen Standorten stehen hingegen meist Netzwerke oder durch Photovoltaik gespeiste LiFePO₄-Akkumulatoren mit ausreichender Kapazität zur Verfügung. Die Reichweite der LoRa-Funkmodule kann je nach Frequenz, Antennentyp, Aufbauhöhe und Topografie mehr als 20 km in ländlichen Gebieten und bis zu 5 km in der Stadt betragen. Ein weiterer Vorteil liegt in den geringen Materialkosten, welche sich aus der großen Stückzahl der produzierten LoRa-Hardware und der Verwendung von Standardbauteilen ergeben. Nicht zuletzt deswegen eignet sich diese Technologie auch für Anwendungen im Not- und Katastrophenfall.

■ LoRa im Amateurfunk

MeshCom-Netze werden bereits seit längerer Zeit auch auf Amateurfunkfrequenzen betrieben, was sehr zum Verständnis dieser Übertragungstechnologie beigetragen hat. Hierbei kommen Module mit einem auf 433,175 MHz arbeitenden LoRa-Transceiver sowie ein extra für dieses Netzwerk definiertes Übertragungsprotokoll zum Einsatz. So wird heute – nicht nur in Europa – für die Übertragung von GPS-Paketen ein einheitliches LoRa-APRS-Format verwendet. Dieses eigenständige *HAM-IoT*-Projekt läuft auf den koordinierten Frequenzen 433,775 MHz für den Uplink zum LoRa-

Access-Point und teilweise auch auf 433,900 MHz für den Downlink.

■ MeshCom-Protokoll

MeshCom 4.0 verwendet für die sogenannten *Payload-Daten* ein von APRS-AX.25 abgewandeltes Protokoll, wie es für APRS definiert ist. Hierzu hat man sich entschlossen, weil es folgende Vorteile bietet:

- Das APRS-Protokoll ist standardisiert und sehr gut dokumentiert.
- Die zahlreichen Typen von Payload-Definitionen (Position, Telemetrie, Wetter, Textnachrichten usw.) ermöglichen es, einen flexibel erweiterbaren Meldungsinhalt zu generieren und diesen zu übertragen. Dies macht diesen Standard für eine breitbandige Verwendung geeignet.
- Projekteigene Payload-Definitionen lassen sich in der APRS-Protokollstruktur abbilden.
- Die Definitionen des Empfängers sowie des Absenders werden im APRS-Protokoll, dem Amateurfunk entsprechend, über das Rufzeichen gebildet. Weitere Tabellen zum Umschlüsseln von *<Source>* und *<Destination>* sind daher nicht erforderlich.

Außerdem steht für Meldungen in diesem Protokoll mit der Website *aprs.fi* eine leistungsfähige Server-Struktur zur Verfügung, welche man zur Erweiterung der MeshCom-Struktur mitnutzen kann – bis hin zur grafischen Darstellung von Telemetriedaten in Kurvenform sowie Positionsmeldungen auf einer Karte.

■ Meilensteine im Projekt MeshCom

Das Projekt wurde 2021 als Idee von Michael Zwingl, OE3MZC, und Kurt Baumann, OE1KBC, im ICSSW (*Institute of Citizen Science – for Space & Wireless Communication*) gestartet. Meilensteine in diesem Projekt waren bislang:

- 2022: Version MeshCom 2.0 als Abspaltung (*Fork*) von Meshtastic

Bild 2:
Verschiedene LoRa-Module für das MeshCom-Netzwerk, hier in 3D-Druck-Verfahren hergestellten Gehäusen
Fotos und Screenshots: OE3MZC



Tabelle 1: Hardware, auf der die MeshCom-Firmware läuft

Hersteller	Modell
EByte	DIY E22 mit ESP32-CPU Dev-Kit C
Lilygo	TTGO-lora-v21, T-Beam mit Semtech SX127x und AXP Chipsatz, T-Beam mit Semtech SX1268, T-Beam mit Semtech SX1262
Heltec	WiFi LoRa 32 (V2), WiFi LoRa 32 (V3), WiFi LoRa 32 (V3.2), Vision Master E290
RAK-wireless-Wisblock	bestehend aus RAK19007 oder RAK19003 und RAK4631
Lilygo, T-Deck, T-Deck Plus	ESP32-S3FN16R8 Dual-Core-LX7-Mikroprozessor

■ LoRa-Hardware

Es lassen sich bereits zahlreiche LoRa-Module für das Projekt verwenden. Im Projektziel ist allerdings nicht definiert, dass wir hierbei jede auf dem Markt verfügbare Hardware in der Firmware berücksichtigen, denn es sollen das gemeinsame Experimentieren und das Sammeln von Erfahrung im Vordergrund stehen. Welche LoRa-Module derzeit mit MeshCom verwendbar sind, zeigt Tabelle 1.

■ Externe Hardware

Die Firmware unterstützt zudem diverse Zusatzbaugruppen mit I²C-Schnittstelle, wie beispielsweise Ublox-kompatible GPS-Module. Eine aktuelle Übersicht zeigt Tabelle 2.

■ Konzept von MeshCom 4.0

Der englische Begriff *mesh* steht für Gitter, Geflecht, Netz. Im Kontext von Netzwerken bedeutet Mesh, dass die Geräte (*Nodes*), im Gegensatz zur Stern-topologie, sowohl direkt als auch über andere Geräte miteinander verbunden sind (*Maschentopologie*). Jeder dieser Nodes kann zudem als Repeater wirken und damit die Reichweite des Netzes vergrößern.

Die Mesh-Technik bringt jedoch auch besondere Herausforderungen mit sich, so beispielsweise dann, wenn sich Nodes mehrfach gegenseitig hören. Wir versuchen daher in MeshCom, das aus dem WLAN bekannte *Hybrid Wireless Mesh Protocol* (HWMP), ein Teil von IEEE 802.11s, umzusetzen. Dabei gehen wir schrittweise vor und lernen aus den Erfahrungen der bereits über 600 MeshCom-Teilnehmer.

HEY

Das Hauptprinzip ist das automatische Erkennen, zu welchen weiteren MeshCom-Netzknoten eine Verbindung besteht. Dazu ist der Nachrichtentyp HEY in der Firmware aktiviert. HEY ist auch von Bedeutung, um das Netzwerk für dynamisch hinzukommende bzw. wegfallende Nodes fit zu machen. Das ist in einem offenen Amateurfunkprojekt besonders zu beachten und zudem bei der Verwendung im Krisenfall vorteilhaft, weil keine Netzstrukturen aufwendig vorbereitet werden müssen.

ACK

Aufgrund der Vielzahl an Nachrichtentypen besteht die Notwendigkeit, dass man Übertragungen mittels einer Rückmeldung als zugestellt erkennen kann. Hierfür ist der Nachrichtentyp *Direct*

Tabelle 2: Unterstützte externe Hardware

GPS-Module	GPS6MV2 HW-248 – Ublox NEO-6M-0-001, L76K
User-Button	T-Beam, Heltec V2, 3, 3.2 RAKwireless (nur mit Zusatzplatine 13002); bei anderer Hardware ist ein Taster an einen GPIO-Pin anzulöten.
Sonstige	BMP/BME280, Basis DS18B20, INA226, RTC DS3231, MCP23017F

Message (DM) vorgesehen. Jede Nachricht wird vor dem Absenden mit einer Meldungs-ID (MSG-ID) versehen, die eindeutig im gesamten Netzwerk vergeben ist. Der Absender erhält vom Empfänger eine ACK-Meldung, welche im Mesh-Netzwerk übertragen wird und die ursprüngliche MSG-ID des Absenders als Payload trägt. Somit kann die Nachricht beim Absender als zugestellt gekennzeichnet werden.

GRC

Auch Gruppenmeldungen (GRC, *Group-Call*) sind zur Nachrichtenstrukturierung sehr hilfreich. Es werden damit regionale Sprach- bzw. thematische Benutzergruppen definiert und Meldungsarten abgebildet. So lassen sich zusätzlich zum vorhandenen Broadcast (Meldungen an alle) auch Meldungen an eine eingeschränkte Anzahl von Usern senden. Die Gruppeneinteilung lässt sich zudem durch Alarm-, Prioritäts- oder Wettermeldungs- und noch viele weitere Gruppenarten strukturieren. Die Gruppennummern sind an das DMR-Netz angelehnt, so z.B. 262 für Deutschland und 2323 für Niederösterreich.

MeshCom-Server

Das Konzept eines MeshCom-Servers besteht nicht nur aus der Verteilung von Nachrichten wie bei einem MQTT-Server (*Message Queueing Telemetry Transport*), sondern auch in der Durchführung diverser Service-Aufgaben für die Nodes. Hierzu gehören:

- Positionsdaten an *aprs.fi* übergeben,
- Meldungen an *aprs.fi* übergeben bzw. davon übernehmen, um den Austausch von Nachrichten mit Teilnehmern im *aprs.fi* Netz zu ermöglichen.

Sonderfälle der *aprs.fi*-Verknüpfung sind:

- SOTA-Spot-Meldungen,
- WLNK-E-Mail-Transfer,
- Übertragung von Telemetriedaten an *aprs.fi*,

- 2023: Version MeshCom 4.0 mit komplett neuem Quellcode und Umstieg auf das APRS-Protokoll (www.icssw.org); Dashboard 1.0 – ein zentrales Projekt-Tool zur Darstellung der angekoppelten Gateways und Nodes, Anzeige der Meldungen und zu Testzwecken der LOG-Informationen

- 2024: Version MeshCom 4.0 wird im Github unter MIT-Lizenz OpenSource gestellt.

Erweiterung der Meldungsstruktur mit Direkt-Messages (DM) und später mit Gruppen-Meldungen (GC);

Einfügen der Firmware für neue Hardwaremodule wie Heltec-E-Papermodul (E290) und MeshCom-4.0-Firmware sowie für Lilygo-T-Deck, ein hemdtaschengroßes Gerät mit einem 2,8-Zoll-IPS-LC-Display mit 320 × 240 Pixeln, einer Minitastatur und einem ESP32-Dual-Core-Prozessor;

Erstellung einer Multiplattform-Smartphone-App zur direkten Kommunikation mit einem MeshCom-Node über Bluetooth;

Erstellung eines Web-Flashers von Rainer Fritz, OE1KFR, zur einfachen Firmware-Übertragung

Erstellung der MeshCom-Karte von Rainer Fritz, OE1KFR, für die übersichtliche Darstellung der gemeldeten Positions- und Telemetrie-Daten;

- 2025: Erweiterung der Netzstruktur und Beginn der technischen Erforschung eines UKW-Mesh-Netzes sowie Meldungspfadstrukturen, Optimierung der Meldungsdurchläufe, Air-Time, Reichweite u. v. m.;

Erweiterung der Firmware, um ein Update auch via IP-Verbindung zu ermöglichen, (OTA, *Over The Air*)

Das gesamte Projekt ist ausführlich unter <https://icssw.org/meshcom> beschrieben.

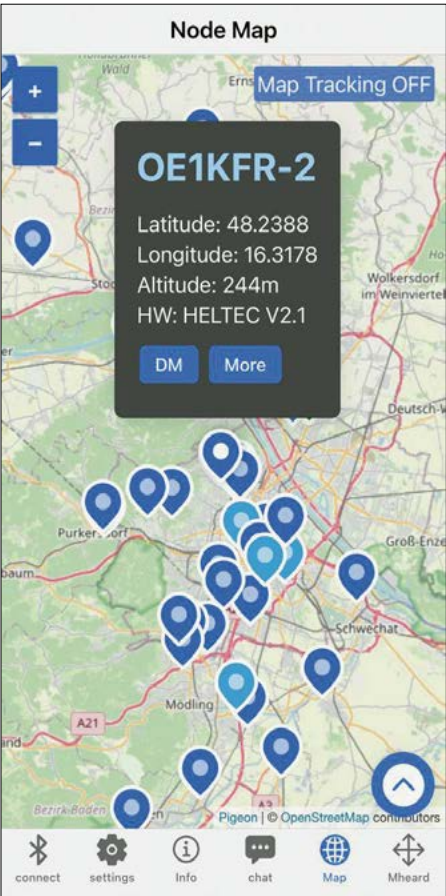


Bild 3: Karte in der MeshCom-App mit Darstellung der aktiven Nodes

- Austausch von Meldungen der Typen *Broadcast* (*), *Group-Calls* (GRC) und *Direct Message* (DM) zwischen den HF-Wolken. Dazu werden sogenannte Gateways (jeweils eines pro HF-Wolke) mit dem MeshCom-Server verbunden (UDP). Der MeshCom-Server gibt GRC- oder DM-Meldung nur an Gateways weiter, welche die Zielgruppe bzw. den Empfänger in der HF-Wolke erreichen können.
- Unified Messaging (Nachrichten an APRS, DAPNET, Winlink, Tetra-SDS, DMR, SOTA-Watch u. v. a.)

WEB-Installer

Mittels des unter <https://esptool.oevsv.at> aufrufbaren *Web-Installers* wird die Firmware auf die über eine USB-Verbindung an den Computer angeschlossene LoRa-Hardware übertragen. In diesem Tool gibt es auch eine Textkonsole zur Bedienung und Konfiguration des MeshCom-Moduls, über die sich u. a. folgende grundlegende Einstellungen durchführen lassen:

--setcall *OE1KBC-30* zum Setzen des Rufzeichens,
--setctry *EU8* zur Definition der Parameter für das LoRa-Protokoll in der Region D-A-CH (Frequenz 433,175 MHz; LoRa Bandbreite 250 kHz; Spreading-Faktor 11; Coderate 4/6).
Die geografische Position wird in DG (Dezimalgrad) mit --setlat *xx.xxxx* und --setlon *xxx.xxxx*, die Höhe mit --setalt *xx.x* gesetzt.

Eine vollständige Übersicht der aktuell verfügbaren Konsolenbefehle lässt sich unter <https://icssw.org/en/meshcom.com> mandos-cl-gw abrufen.

Smartphone-App

Insbesondere für die mobile Kommunikation über den eigenen Node gibt es die *MeshCom-App*, welche für iPhones im App-Store und für Android-Endgeräte bei Google Play erhältlich ist.

MAP

Eine ständig aktualisierte geografische Übersicht über die jeweils erreichbaren Nodes bietet <https://mcmmap.oevsv.at>. Zusätzlich lassen sich auch Details ausgewählter Nodes anzeigen sowie übermittelte Telemetriedaten grafisch darstellen, Bild 3.

Dashboard

Die erfolgreiche Installation und Inbetriebnahme eines Nodes oder Gateways lässt sich über das Dashboard kontrollie-



Bild 5: Anzeige von Sensordaten im Web-Client



Bild 6: Übersicht der zuletzt gehörten Nodes sowie weitere Menüpunkte im Web-Client

ren. Es ist unter <https://meshcom.oevsv.at> zu erreichen und bietet eine Vielzahl an Informationen zu den aktiven Nodes und Gateways, Bild 4.

Web-Client

Zur Unterstützung von abgesetzt betriebenen Nodes ist ein Webserver in die Firmware integriert. Dadurch lassen sich in einem Webbrowser sowohl Einstellungen für die meisten Parameter durchführen als auch ein- und ausgehende Meldungen anzeigen, Bilder 5 und 6. Der Aufruf erfolgt mittels <http://rufzeichen-<ssid>.local> (z. B.: <http://oe1kbc-12.local>)

oe1kbc@icssw.org
oe3mzc@icssw.org

MeshCom 4.0 Server																			
NOT REGISTERED (E.05.26) 2024-06-07 22:17:36																			
MeshCom NODES																			
GATEWAYS	NR.	LASTTIME	VIA GW	CALL	GRH	GRC	HOP	SNR	RSSI	HW	FW	LAT	LOX	ALT	TXT	BAT	LAST	PRESS	HUM
NODES	58	2024-06-07 21:59:00		OE1IAH-10			2	10	-42	TBEAM T22_V1.1	4.33b	48.1227	016.2720	288m	Trip Gateway	8%	0:19:13		
ACTIVITY	59	2024-06-07 22:17:58		OE1IAH-12	232					TLORA T3_V1.6.1	4.33b	48.1227	016.2720	288m	Home	100%	0:22:13		
TEST	60	2024-06-07 22:17:46	OE1IFM-1	OE1IFM-1	232					TLORA T3_V1.6.1	4.24	48.2130	016.2642	413m		100%	0:02:17		
INTERLINK	61	2024-06-07 22:18:06	OE1KBC-12	OE1KBC-12	232	2321				RAK4631	4.33b	48.2803	016.4128	180m	KBC/GW	100%	0:00:54		
UDP-GW	62	2024-06-07 21:53:31		OE1KBC-14			2	6	-78	E22	4.33a	48.2803	016.4150	161m	KBC/Garten		0:24:41	994.6	64.7
EXTERN	63	2024-06-07 22:10:31		OE1KBC-15			5	7	-36	TBEAM T22_V1.1	4.32f	48.2803	016.4148	207m	LoraAPRS Test	99%	0:07:42		
LOG	64	2024-06-07 21:26:23		OE1KBC-2	232	2321	2	6	-34	RAK4631	4.33b	48.2800	016.4143	124m	KBC/blue	29%	0:51:47		
MESHLOG	65	2024-06-07 22:10:21		OE1KBC-21			5	6	-37	TBEAM AXP2101	4.32f	48.2803	016.4128	180m	KBC/IO	100%	0:07:52		
DENY	66	2024-06-07 21:58:15		OE1KBC-24	232	2321	2	6	-36	E22	4.33b	48.2803	016.4148	149m	KBC/Aussen		0:19:57	997.9	45.3
SITE-INFO																		21.8	1015.0
																			930

Bild 4: Dashboard mit einer Vielzahl an Informationen zu den aktiven Nodes

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (1)

Dipl.-Ing. RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Der Selbstbau einer Endstufe für das 2-m- und 70-cm-Amateurfunkband ist auch heutzutage noch eine interessante und anspruchsvolle Aufgabe. Nachstehend werden Entwicklung, Aufbau und Inbetriebnahme einer solchen Endstufe beschrieben. Das Besondere an diesem Projekt stellt die Ansteuerung durch einen SDR-Transceiver Pluto Plus und die entsprechende Software dar.

In [1] hatte ich einen SDR-Transceiver für den Satellitenfunkbetrieb über QO-100 vorgestellt, der nach Umschaltung auch im 2-m- und im 70-cm-Band senden und empfangen konnte. Als Ergänzung zu diesem Transceiver wollte ich eine passende

len M57516 und M57727 auf 15 W im 70-cm-Band und 30 W im 2-m-Band verstärkt.

Das über eine BNC-Buchse an der Gehäuserückwand eingespeiste Sendesignal des SDR-Transceivers durchläuft zunächst



Bild 1: Frontansicht der 2-m-/70-cm-Endstufe; das Gehäuse wurde passend zu dem in [1] beschriebenen SDR-Transceiver gewählt.

Fotos und Screenshots: DJ1MR

VHF/UHF-Endstufe entwickeln und aufbauen. In Bild 1 ist das Ergebnis zu sehen.

Konzept

Die Ausgangsleistung des genannten SDR-Transceivers beträgt auf beiden Bändern etwa 100 mW (entspricht 20 dBm). Dieser Pegel wird in der neuen Endstufe mithilfe von zwei Mitsubishi-Power-Modu-

eine mit dem UHF-Transistor BFQ34 bestückte Treiberstufe, siehe Bild 2. Mit einer Verstärkung von 16 dB im 2-m-Band und von 11 dB im 70-cm-Band wird eine für die Power-Module ausreichende Eingangsleistung erzielt.

Im Signalweg folgt auf die Treiberstufe ein Diplexer für 2 m und 70 cm. Dieser sorgt dafür, dass das Sendesignal an das richtige Verstärkermodul gelangt. Die

beiden Bandmodule bestehen aus jeweils einer Steuerplatine, in die das betreffende Power-Modul eingesetzt ist. Diese Platinen besitzen eingangsseitig zur Verbesserung des SWV ein 3-dB-Dämpfungsglied, das gleichzeitig einen gewissen Schutz für die Power-Module bietet.

Die Modulsteuerplatinen stellen die Ruhestromversorgung der Module sicher (engl. *bias-current*). Die Einstellung erfolgt mithilfe eines Trimmers. Der dazugehörige Spannungswert am Power-Modul liegt zwischen 9 V und 10 V. Eine integrierte VOX-Schaltung dient zur Aktivierung der Endstufe bei anliegendem Sendesignal. Zwei 12-V-Relais gewährleisten die Umschaltung zwischen Empfangs- und Sendebetrieb. Ich habe auch die Möglichkeit einer vom Transceiver gesteuerten PTT-Funktion integriert.

Im Signalweg folgt auf die beiden HF-Module erneut ein Diplexer, der das jeweilige Ausgangssignal an den Antennenanschluss leitet. Zuvor passiert es noch einen Richtkoppler. Beim 70-cm-Modul ist am Senderausgang ein Tiefpassfilter zur Oberwellenunterdrückung zwischengeschaltet, da der Diplexerzweig für das 70-cm-Band eine Hochpass-Charakteristik besitzt. Beim 2-m-Modul ist ein solches Tiefpassfilter nicht erforderlich, da der Diplexer hier auch die Aufgabe der Oberwellenunterdrückung übernimmt.

Ein- und Ausgangs-Diplexer sind im vorliegenden Fall fertige, z. B. bei [2] erhältliche Module. Diese sind für eine kurzzeitige Übertragungsleistung von bis zu 10 W ausgelegt. Der Diplexer am Ausgang war deshalb zu modifizieren, um auch höhere Leistungen übertragen zu können. Dazu weiter hinten mehr.

Ein Richtkoppler stellt die Messwerte zur Erfassung von Vor- und Rücklaufspannung bereit. Diese werden dem Leistungs- und SWV-Messmodul zugeführt. Dessen Konzept ist angelehnt an eine Lösung von Steve Drury, G6ALU [3]. Das Modul erhielt jedoch eine vollständig überarbeitete

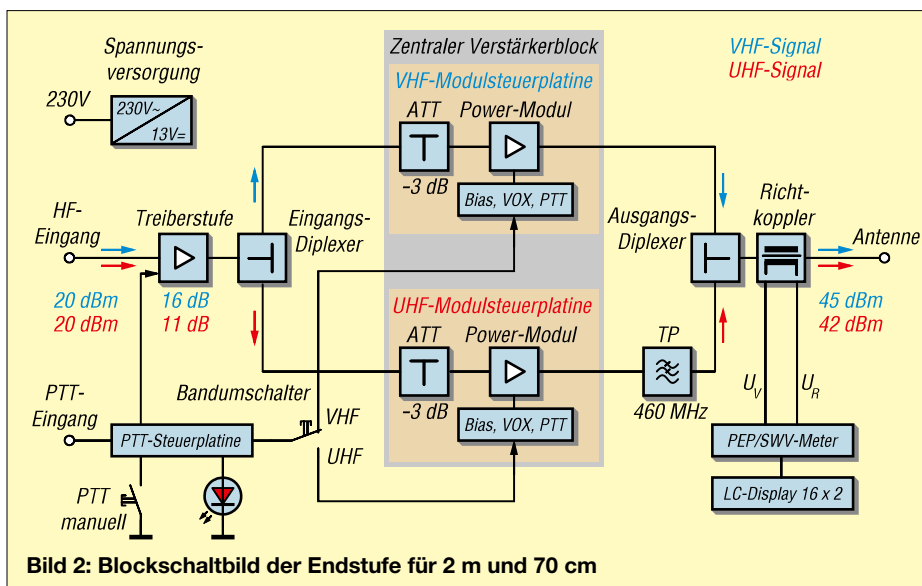
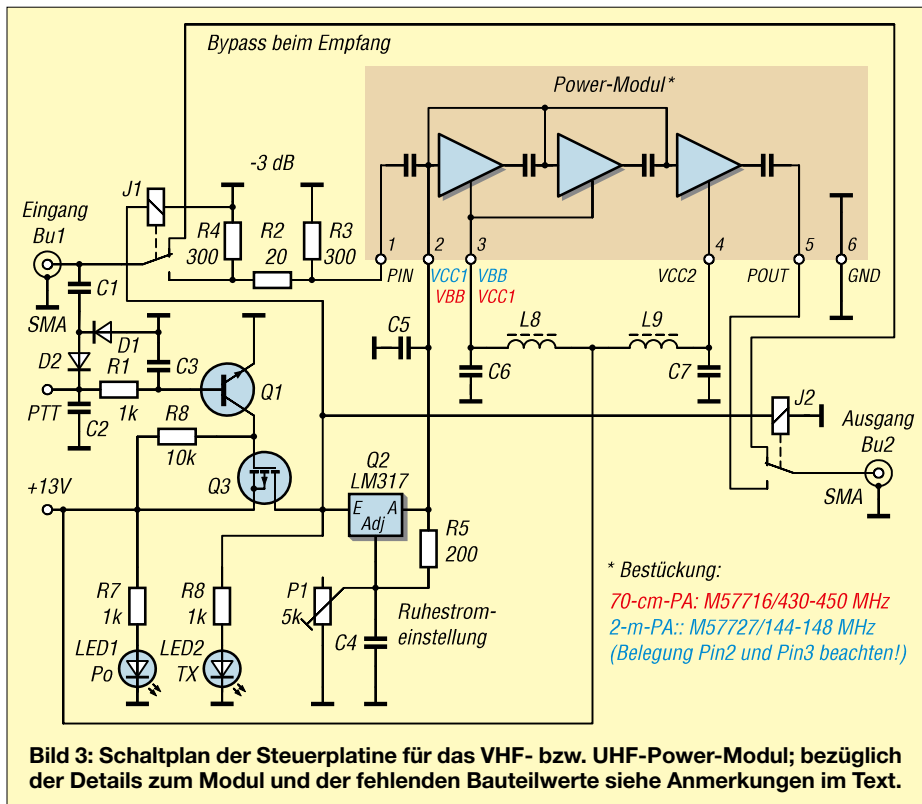


Bild 2: Blockschaltbild der Endstufe für 2 m und 70 cm



Basisplatine, einen anderen Richtkoppler und modifizierte Software. Die Messwertanzeige erfolgt auf einem zweizeiligen LC-Display.

Zur Stromversorgung dient ein mit 6 A belastbares 12-V-Schaltnetzteilmodul, das auf eine Ausgangsspannung von 13 V eingestellt wurde. Die Anzeige der Stromaufnahme der Endstufe erfolgt auf einem analogen Drehspulinstrument, Bild 1.

■ Zentraler Verstärkerblock

Wie schon erwähnt, bilden zwei Mitsubishi-Power-Module auf UHF/VHF-Modulsteuerplatinen das Herzstück der Endstufe. Der dazugehörige Schaltplan ist in Bild 3 zu sehen. Beide Verstärkerzweige sind praktisch identisch aufgebaut. Der farbig hinterlegte Schaltungsteil deutet die Innenschaltung des Power-Moduls an. Es beinhaltet drei in Reihe liegende bipolare Verstärkerstufen (beim M57727 sind es zwei Stufen). Der als Treibersufe arbeitende Teil lässt sich auch mit einer separaten Betriebsspannung speisen, was im vorliegenden Projekt jedoch nicht der Fall ist. Am Pin 2 bzw. Pin 3 erfolgt die Bias-Einstellung des Power-Moduls, die dessen Ruhestromaufnahme bestimmt. Sie entscheidet darüber, ob die Endstufe nicht nur FM-Sendesignale verstärken, sondern z. B. auch SSB-Signale im Linearbetrieb verarbeiten kann.

Über eine SMA-Eingangsbuchse und den Umschalter von Relais J1 gelangt das von der Treiberstufe verstärkte HF-Signal zu-

nächst auf ein 3-dB-Dämpfungsglied, bestehend aus R2, R3 und R4, und von dort an den Eingang (Pin 1) des Power-Moduls. An Pin 5 erfolgt die Auskopplung des Ausgangssignals, welches dann über den Umschalter von Relais J2 zum bereits erwähnten Ausgangstiefpassfilter im 70-cm-Signalweg gelangt oder im Fall des 2-m-Sendesignals direkt an den Ausgangsduplexer.

Das Massepotenzial des Moduls liegt am Kühlkörper. Dieser wird bei der Montage mit der UHF-Modulsteuerplatine verschraubt. Dabei ist auf sehr gute Kontaktgabe zu achten. L9 und L8 sind Ferritperlenfilter, über welche die Spannungszuführung an *VCC1* und *VCC2* erfolgt. Während des Empfangs sorgen die Umschaltkontakte der Relais J1 und J2 für die Überbrückung des betreffenden Sendemoduls (Bypass-Schaltung).

Modulsteuerplatine

Diese Platine erfüllt im Wesentlichen die Funktionen VOX-Schaltung, PTT-Steuerung sowie Stromversorgung einschließlich Arbeitspunkteinstellung des eingesetzten Power-Moduls.

Man kann solche Platinen (ohne Modul) mit dem Suchbegriff *UHF VHF Power Amplifier PCB Board* u. a. bei www.aliexpress.com relativ preisgünstig erwerben. Sie sind sowohl für die 2-m- als auch für die 70-cm-Power-Module von Mitsubishi geeignet und können neben den bipolaren Ausführungen der *M*-Reihe

auch solche der RA-Reihe aufnehmen. Zu Letzteren zählen z.B. die 30-W-MOSFET-Module *RA30H4047M* für das 70-cm-Band und *RA30H1317M1* für das 2-m-Band. Beide sind für den vorliegenden Einsatzzweck geeignet und besitzen ein Metallgehäuse. Sie benötigen am Anschluss *VBB* jedoch nur etwa 4 V bis 5,5 V.

Zu beachten ist, dass beim 2-m-Modul M57727 die Anschlüsse für *VBB* und *VCC1* anders belegt sind als beim 70-cm-Modul M57716 [4]. Deshalb ist die Steuerplatine für das 2-m-Modul geringfügig zu modifizieren. In Bild 4 sind die gekreuzten grauen Drähte, die diese Aufgabe übernehmen, gut zu erkennen. Die Anschlussflächen für *VBB* und *VCC1* sind zu diesem Zweck mit einem kleinen Trennwerkzeug (z. B. *Dremel*) in der Mitte aufzuteilen, um anschließend mittels zweier Drähte die gekreuzten Verbindungen herstellen zu können. Auf die Pin-Belegung der verwendeten Module ist immer zu achten, insbesondere dann, wenn man andere Typen als die genannten einsetzt! Leider waren keinerlei Schaltungsunterlagen für die fertig gekauften Platinen zugänglich, sodass ich diese von der Leiterplatte selbst aufnehmen musste. Lediglich einige Kapazitätswerte ließen sich auf diese Weise nicht ermitteln, was für das Verständnis der Schaltung jedoch unerheblich ist.

VOX-Schaltung und Bias-Spannung

An der Eingangsbuchse wird über C1 ein Teil des HF-Signals ausgekoppelt. Anschließend erfolgt die Gleichrichtung mithilfe von D1 und D2 sowie die Glättung mittels C2, R1 und C3, bevor die resultierende Gleichspannung an die Basis des Transistors Q1 gelangt. Dieser schaltet bei ausreichend hohem Eingangspegel durch und bewirkt, dass der P-Kanal-

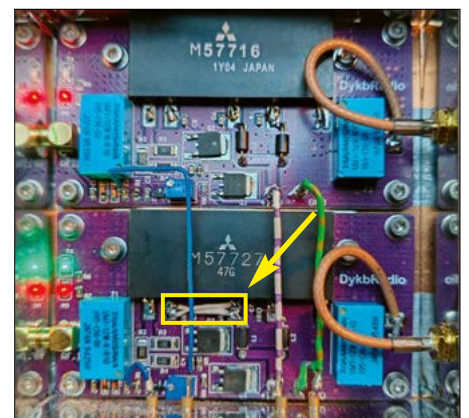


Bild 4: Fertig montierte UHF/VHF-Platinen; wegen der abweichenden Anschlussbelegung ist eine Modifikation der VHF-Platine erforderlich (Pfeil).

MOSFET Q3 an seinem Drain-Anschluss die Versorgungsspannung für den Bias-Spannungsregler Q2 (LM317) bereitstellt. Gleichzeitig schalten die Relais J1 und J2.

Mithilfe von P1 lässt sich die Bias-Spannung zwischen 9 V und 10 V einstellen. Hier ist jedoch Vorsicht geboten. Diese Einstellung sollte vor dem Einlöten des jeweiligen Power-Moduls erfolgen, damit nicht versehentlich eine zu hohe Spannung an den betreffenden Modulanschluss gelangen kann.

Die beiden LEDs auf der Leiterplatte sind mit *Po* (Power) und *TX* (Senden) beschriftet. Erstgenannte leuchtet rot, wenn die Versorgungsspannung angelegt wird. Die grüne TX-LED signalisiert das Ansprechen der VOX-Schaltung.

Bild 4 zeigt den zentralen Verstärkerblock der Endstufe während des Betriebs. Im aktuellen Fall ist das 2-m-Modul aktiv, was an der grün leuchtenden TX-LED links erkennbar ist.

Externes PTT-Signal

Zusätzlich zur VOX-Schaltung wollte ich auch eine vom Transceiver direkt gesteuerte PTT-Funktion zur Verfügung haben. Diesem Zweck dient eine kleine PTT-Steuerplatine, deren Schaltung in Bild 5 zu sehen ist.

Das vom Transceiver gelieferte PTT-Signal an der Buchse *PTTin* ist low-aktiv. An der Basis von Q1 auf der Modulsteuerplatine ist zur Aktivierung der PTT jedoch eine positive Spannung von mindestens 0,8 V erforderlich. Mithilfe von Q4, einem PNP-Transistor BC328 und dem Widerstand R10 wird diese Spannung am Verbindungspunkt von R1, D2 und C2 auf der angeschlossenen Modulsteuerplatine bereitgestellt.

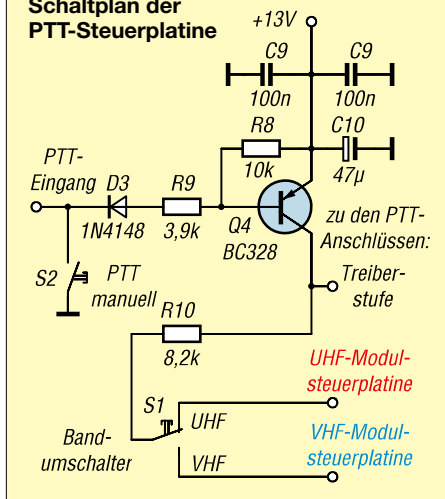
Die Stellung des VHF/UHF-Umschalters S1 an der Frontplatte der Endstufe entscheidet darüber, ob das 2-m- oder das 70-cm-Modul von Q4 angesteuert wird. Zu Testzwecken lässt sich die PTT-Funktion mittels S2 manuell schalten. Der Eingangsdiplexer leitet das HF-Sendesignal immer an den richtigen Verstärkerzweig. Bei Verwendung der VOX zur Generierung des PTT-Schaltsignals wird dieser auch automatisch aktiviert.

Am Nachbau Interessierte finden die Layoutdaten der PTT-Steuerplatine nach Abschluss des Beitrags im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de.

Montagehinweise

Beide Verstärkerzweige befinden sich auf einer 100 mm × 100 mm × 5 mm großen Kupferplatte, die ihrerseits mit einem Alu-

Bild 5:
Schaltplan der
PTT-Steuerplatine



minium-Rippenkühlkörper mit den Abmessungen 100 mm × 100 mm × 20 mm verschraubt ist. Bild 6 zeigt links die fertig montierte 70-cm-Modulsteuerplatine und rechts den verwendeten Aluminiumkühlkörper.

Zwischen Kupferplatte und Rippenkühlkörper ist Wärmeleitpaste aufzutragen, um Korrosion zu vermeiden und eine gute Wärmeabfuhr zu gewährleisten. Ich handhabe es immer so, dass ich die Gewinde für die Befestigungsschrauben in den Aluminiumkühlkörper schneide. Die Gefahr, dass die Gewindebohrer abbrechen, ist bei Aluminium wesentlich geringer als bei Kupfer. In die Kupferkühlplatte bohre ich 3,5-mm-Löcher, sodass eventuell auftretende Toleranzen kompensiert werden können. Bei den Bohrvorgängen ist Spiritus als Kühlmittel hilfreich.

Die aus Metall bestehenden Grundplatten der Power-Module liegen auf Massepotenzial (Pin 6) und haben eine Dicke von 2,3 mm. Da sie unmittelbar mit der Platine verschraubt werden, ist darauf zu achten, dass die Anschlussdrähte der Bau-

elemente, die auf der Platinenrückseite herausragen, keinen Kurzschluss mit der darunter liegenden Kupferplatte bilden. Ich habe deshalb beide Platinen mit einem *Dremel* nachbearbeitet und die Höhe der Lötunkte auf der Unterseite verringert. Zusätzlich erfolgte im Bauelementebereich noch eine Isolierung der Kupferplatte mittels Klebeband.

Für die vier Eckschrauben sind Distanzhülsen mit einer Höhe von 2,3 mm erforderlich, damit keine mechanischen Spannungen auf der Leiterplatte auftreten können. Die Hülsen lassen sich auch selbst herstellen, indem man M3-Muttern aus Messing verwendet und das Gewinde ausbohrt.

Eingebaut sind beide Module in ein Weißblechgehäuse 102 mm × 102 mm × 30 mm, welches z.B. bei www.schubert-gehaeu.se.de erhältlich ist. Auf dem Gehäusedeckel finden dann die beiden Diplexer und die Treiberstufe Platz.

Beide Modulsteuerplatinen besitzen am Eingang von Haus aus bereits eine SMA-Buchse. Am Ausgang ist jeweils ein kurzes Stück RG316-Kabel anzulöten, das auf eine einschraubbare SMA-Buchse führt. In Bild 4 sind die Anschlusskabel gut zu erkennen. Die Leitungen der PTT-Eingänge und der Betriebsspannungszuführung werden über 470-pF-Durchführungskondensatoren geführt.

(wird fortgesetzt)

Literatur

- [1] Möller, R., DJ1MR: Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 2, S. 128–131; H. 3, S. 216–219; H. 4, S. 300–303
- [2] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin. Tel (030) 44669472, Fax -69; www.box73.de → HFM-Diplexer
- [3] Drury, S., G6ALU: Digital SWR meter kit, Construction and user manual. www.radio-kits.co.uk/swr_meter/RK-SWR_Meter_V1.pdf
- [4] Datenblätter für M57616 und M57727: www.alldatasheet.com

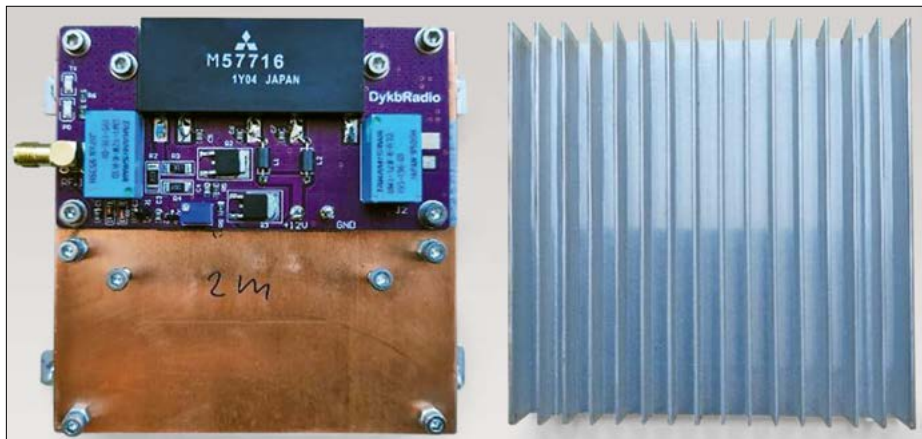


Bild 6: Die Steuerplatinen mit den Power-Modulen werden zur Wärmeabfuhrung auf eine Kupferplatte geschraubt und diese auf einen Aluminiumkühlkörper (rechts im Bild); hier ist nur die 70-cm-Modulplatine zu sehen, die für das 2-m-Band fehlt noch.

Odin SDR Console zur Steuerung des Programms openHPSDR

HEINZ HOLZBERGER – DC5WW

Die Steuerung mit der Computermouse ist bei Programmen mit grafischer Benutzeroberfläche seit Jahrzehnten Standard. Nicht immer ist dies jedoch problemlos und komfortabel möglich – so beispielsweise bei mancher SDR-Software. Das hier beschriebene Projekt ermöglicht eine Steuerung, die der eines klassischen Funkgeräts ähnelt.

Insbesondere bei Contest- und Fieldday-Aktivitäten empfinde ich die Bedienung von SDR-Software mit der Maus als eher hinderlich. Einige Anwendungen wie *openHPSDR* oder *Thetis* lassen sich zwar mittels Hardwarelösungen wie *Hercules MIDI-Interface MP-3 e2* steuern, sie kommunizieren jedoch über MIDI-Befehle

vier Doppel-Drehgebern mit je zwei Encoder- und einer Druckfunktion. Die Hauptbaugruppen sind ein Touchscreen-Display mit 4,3 Zoll Bild diagonal von Nextion sowie ein Arduino Due. Layout und Funktion der Bedienoberfläche werden mit dem *Nextion-Editor* [2] programmiert. Die Steuerdaten gelangen über



Bild 1:
Odin SDR Console
(Pfeil) mit der auf
dem Computer
laufenden Software
openHPSDR im
Betrieb

Fotos: DC5WW

(*Musical Instrument Digital Interface*), deren Konfiguration zumindest bei *openHPSDR* relativ aufwendig ist. Außerdem kann das Hercules-MIDI-Interface die Haptik eines VFO-Knopfes und der Funktionstasten leider nicht so recht vermitteln, und auch bei Arduino-Selbstbauprojekten gibt es häufig Probleme bei der Umsetzung der MIDI-Befehle.

Auf der Suche nach einer besseren Lösung stieß ich auf die *Odin SDR Console* von Laurence Barker, G8NJJ, [1] und Kjell Karlsen, LA2NI, [1]. Hierbei handelt es sich um eine Hardwarelösung, welche die Bedienung der SDR-Software in der Art eines konventionellen Transceivers ermöglicht. Nach einigen Gesprächen entschlossen sich mein Funkfreund Heinz-Ulrich Kirwald, DK2TO, und ich, das Projekt anzugehen. Die Einarbeitung in die Thematik wurde durch die netten Kontakte zu den beiden Entwicklern sehr erleichtert.

■ Überblick

Die Odin SDR Console ist ein komfortables Bedienteil mit 17 Drucktasten und

den seriellen Bus zum Arduino Due und von dort als CAT-Befehle mittels einer USB-Verbindung zum PC und damit zu *openHPSDR*. Die Schnittstelle der Odin SDR Console erscheint als virtueller COM-Port im Gerätemanager, welcher in der SDR-Software zuzuordnen ist. Die Übertragung der Firmware auf den Arduino Due erfolgt über die *Arduino IDE* [3].

■ Leiterplatten

Zwar waren fertige Leiterplatten nicht mehr erhältlich, die entsprechenden Gerber-Dateien ließen sich aber bei [4] noch

herunterladen. Leider waren diese offenbar beschädigt oder mit der von uns verwendeten Version von Sprint-Layout nicht kompatibel. Dank der Hilfe von Max Schilling, DF2MX, konnten sie jedoch so weit umgeformt werden, dass eine Bearbeitung auch mit unserer Version möglich war. Nach Erhalt der bei einem Dienstleister in Auftrag gegebenen Leiterplatten stellte sich dann heraus, dass noch Fehler vorhanden waren: Alle SMD-Pads waren mit Lötstopplack überzogen. So entschloss ich mich, das Leiterplattenlayout zu überarbeiten. Dabei wählte ich für die SMD-Bauteile das größere Format 1210, verbesserte die Beschriftung des Bestückungsaufdrucks und nahm einige Korrekturen an der Leitbahnführung vor.

■ Gehäuse

Das Gehäuse besteht aus vier Aluminiumprofilen von 230 mm Länge sowie 2,5 mm dicken Aluminiumblechen. Da eine saubere Beschriftung der Frontplatte sehr aufwendig ist, nahm ich das Angebot von Klaus Busch, DG8NGJ, an, für die Herstellung seinen 3D-Drucker zu verwenden. Auch ein komplettes Gehäuse lässt sich mit diesem Verfahren erstellen [5]. Die professionelle Fertigung einer Frontplatte nach eigener Vorlage kann beispielsweise bei [6] in Auftrag gegeben werden.

Möchte man die Frontplatte aus Aluminiumblech selbst herstellen, empfiehlt es sich, die Bohrungsmarkierungen für die Taster und Drehgeber anhand der unbestückten Leiterplatte auf die Frontplatte zu übertragen. Eine Möglichkeit, die sich gut bewährt hat, ist folgende: Auf der Oberseite der Leiterplatte befindet sich im Layout unter jedem Drehgeber und Taster ein Fadenkreuz. Dieses markiert man auf aufgelegtem Transparentpapier oder einer Folie und überträgt die Positionen dann auf das Aluminiumblech. Um eine Reibung oder ein Verkleben der Tasterköpfe zu vermeiden, müssen die Bohrungen präzise ausgeführt werden.

Bild 2:
Frontseite der
Odin SDR Console
im Stil eines
konventionellen
Transceivers;
diese wurde im 3D-
Druckverfahren mit
zwei farblich unter-
schiedlichen Filamen-
ten angefertigt.



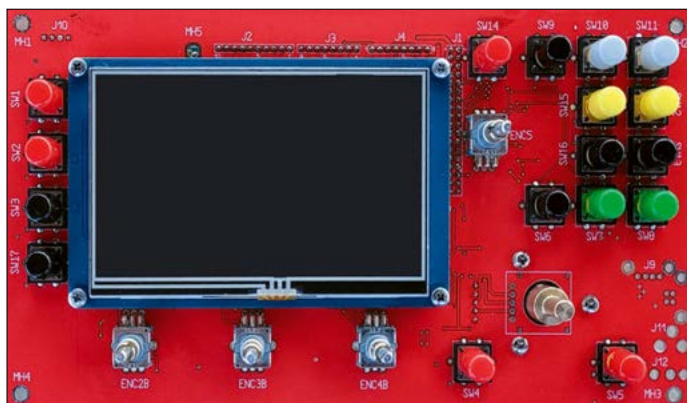


Bild 3:
Fertig bestückte
Oberseite ...

Blick etwas aufwendig, ist es aber nicht. Eine Anleitung, welche als Ergänzung zu diesem Beitrag nebst Leiterplatten-Lay-out, Bestückungsplan, Gerberdateien sowie einer Bauteileliste mit Bezugsquellen im Download-Bereich unter www.funk

■ Bestückung

Bei der Bestückung beginnt man zweckmäßigerweise mit den SMD-Bauteilen der Rückseite. Dabei sollte jeder Widerstand auf seinen korrekten Wert geprüft werden, da Falschbestückungen oft zu einer langwierigen Fehlersuche führen. Anschließend werden die Stiftleisten für den Arduino eingelötet. Das Display sollte zur Vermeidung von Berührungen zwischen dem Displaystecker und den Tastergehäusen der linken Seite mittels 6-mm-Abstandshaltern montiert und das vierpolige Kabel direkt auf der Rückseite des Displays angelötet werden.

Es folgt die Montage der Taster und Encoder. Der Encoder für den VFO ist ggf. mit entsprechenden Abstandsbolzen zu befestigen; eventuell ist auch ein 6-mm-Achsverbinder erforderlich.

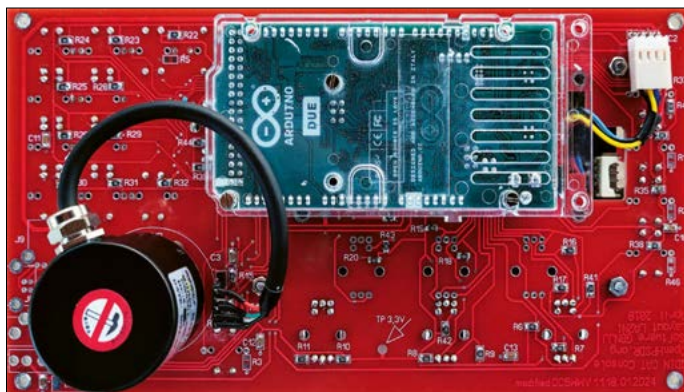
Die Komponenten für die externe Spannungsversorgung müssen nicht unbedingt bestückt werden, denn der Arduino kann auch über den USB-Anschluss mit Energie versorgt werden (siehe Abschnitt *Hinweise*).

Ist die Leiterplatte vollständig bestückt, empfiehlt es sich, die 3,3-V- und 5-V-Leiterbahnen auf mögliche Kurzschlüsse und die saubere Verlotung aller SMD-Bauteile zu überprüfen. Danach sind der Arduino und das Display mit der Leiterplatte zu verbinden. Nach dem Einschalten der Spannungsversorgung sollte das Display den Nextion-Startbildschirm anzeigen.

■ Hinweise

Der optische Dreh-Encoder *38S6G5-50B-G24N* für den VFO benötigt laut Datenblatt eine Mindestspannung von 5 V. Offenbar gibt es aber deutliche Toleranzen, denn manche Modelle des Typs funktionieren bereits bei 4,88 V, andere hingegen erst bei mehr als 5 V. Da die Spannung am USB-Anschluss des PC nicht immer exakt 5 V beträgt, kann es zu Funktionseinschränkungen in Zusammenhang mit dem im Dreh-Encoder integrierten

Bild 4:
... und Unterseite
mit Arduino Due
und Dreh-Encoder
(links) für den VFO



Spannungsregler 7805 kommen. Dies gilt auch für Modelle mit Hallgenerator. Abhilfe: Nach Entfernen der drei kleinen Schrauben und Öffnen des Gehäuses lötet man eine Schottky-Diode zum Ausgang des 7805 ein, Bild 5. Diese bietet auch einen Schutz gegen Verpolung. Notfalls hilft das Überbrücken des 7805, wobei dann allerdings kein Verpolungsschutz

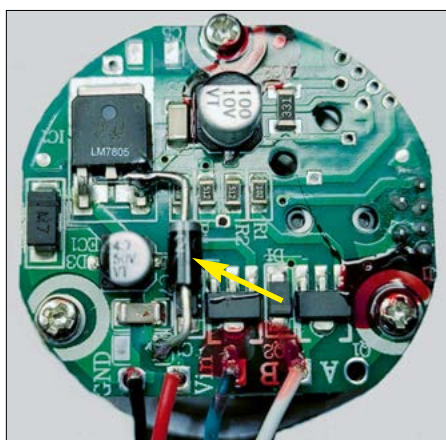


Bild 5: Eine in Durchlassrichtung eingefügte Schottky-Diode (Pfeil) dient zur Kompensation des Spannungsverlustes am LM7805 bei externer Versorgung mit 5 V.

mehr besteht. Außerdem sollte die Spannung am Dreh-Encoder in diesem Fall nicht mehr als 6 V betragen.

Hinsichtlich der Spannungsversorgung des Arduino stellte sich heraus, dass die Verwendung seines USB-Anschlusses praktischer ist. Daher führte ich ein kurzes USB-Kabel mit einem Micro-Stecker und einer Micro-Einbaubuchse aus dem Gehäuse heraus.

■ Software

Die Installation der Software samt Bibliotheken für den Arduino Due und für das Nextion-Display scheint auf den ersten

amateur.de bereitsteht, führt Schritt für Schritt durch den Installationsprozess. Meine beiden Testkandidaten konnten die Installation nach dieser Anleitung problemlos und erfolgreich durchführen.

■ Fazit

Die Odin SDR Console ist ein interessantes Projekt, denn man bekommt damit eine Bedienmöglichkeit wie bei einem herkömmlichen Transceiver, die kaum noch einen Wunsch offenlässt. Mein Dank gilt Laurence und Kjell für ihre Arbeit und die Einwilligung zur Veröffentlichung dieses Beitrages sowie meinen beiden Mitstreitern Ulli und Klaus.

Bei Interesse kann ich auf Anfrage unbestückte Leiterplatten und im 3D-Druck hergestellte Frontplatten liefern. Eine Beschriftung nach individuellen Wünschen ist jedoch nicht möglich. Auch bei Problemen mit der Software kann ich keine Hilfestellung geben. Ich habe mich bemüht, die Anleitung präzise und verständlich zu erstellen. Ein Softwarespezialist muss man für dieses Projekt zwar nicht sein. Es ist jedoch wichtig, die Informationen aufmerksam zu lesen. Sollte es dennoch zu einem Problem kommen, stehe ich für Rückfragen gerne zur Verfügung.

info@dc5ww.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Barker, L., GN8JJ: www.nicklebyhouse.co.uk/index.php/g8nj-home
- [2] Nextion: Nextion-Editor. <https://nextion.tech/nextion-editor>
- [3] Arduino: Arduino IDE. www.arduino.cc/en/software
- [4] Barker, L., GN8JJ: ODIN SDR Console. <https://github.com/laurencebarker/odin-SDR-console>
- [5] Sommer, F. G., DC8FG: Objektdesign für den 3D-Druck mit der Software FreeCAD. FUNK-AMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 190–193
- [6] Schaeffer AG: Frontplatten-Designer. www.schaeffer-ag.de

Prüfgerät für Infrarot-Fernbedienungen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Infrarot-Fernbedienungen sind seit Jahrzehnten Standard in der drahtlosen Steuerung von Geräten der Heimelektronik. Als Basis für eine damit erstellte individuelle Steuerung wird in diesem Beitrag eine Baugruppe vorgestellt, mit der sich sowohl Informationen zu den ansteuerbaren Gerätetypen als auch zu den Steuerbefehlen ermitteln lassen. Zum besseren Verständnis der Funktion werden zunächst einige wichtige Grundlagen der Infrarot-Datenübertragung erläutert.

In fast jedem Haushalt gibt es mittlerweile mehrere Fernbedienungen für unterschiedliche Geräte, selbst wenn man diese längst nicht mehr nutzt. Solange sie noch funktionstüchtig sind, ließen sich solche Fernbedienungen jedoch auch zur

bedienung erzeugte einen gebündelten Lichtstrahl, den man auf eine der Ecken des Fernsehgeräts richtete, um eine bestimmte Funktion auszulösen. Jedoch war das Umgebungslicht störend und es traten Fehlauslösungen auf.

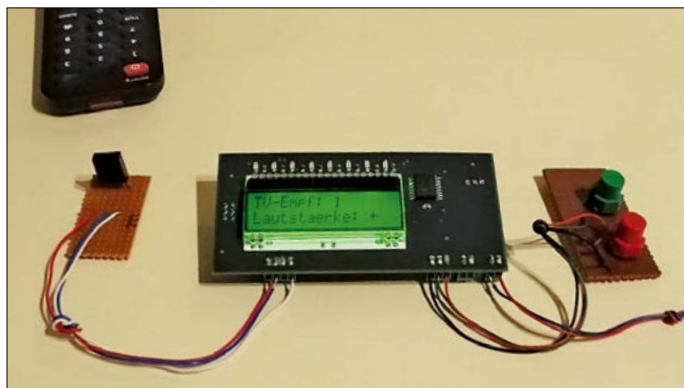


Bild 1:
Versuchsaufbau
des Fernbedienungs-
Prüfgeräts

Foto: Sander

drahtlosen Steuerung von Elektronikprojekten nutzen, wenn man denn die ausgegebenen Gerätetypen und Befehle kennen würde. An dieser Stelle setzt das hier beschriebene Prüfgerät an.

■ Geschichte der Fernbedienung

Der US-Amerikaner Eugene F. McDonald (1886–1958) baute ab 1920 Radioempfänger, die er unter der Bezeichnung *Z-Nith*, angelehnt an sein Amateurfunkrufzeichen 9ZN, verkaufte. 1923 gründete er die *Zenith Radio Corporation*, die 1924 den ersten tragbaren Welttempfänger und 1948 die ersten Schwarz-Weiß-Fernsehgeräte auf den Markt brachte.

1950 folgte eine Fernbediengerät namens *Lazy Bones*, auf Deutsch etwa *Faulpelz*. Das rundliche und gut in der Hand liegende Gerät hatte mehrere Tasten. Da man jedoch über das lange Kabel stolpern konnte, waren die Kunden weniger begeistert und die Nachfrage blieb gering.

1955 entwickelte ein Mitarbeiter von Zenith eine drahtlose Fernbedienung, die mit Licht arbeitete. Als Empfänger dienten Sensoren, die an den vier Ecken des Fernsehgeräts angebracht waren. Die Fern-

1956 wurde die erste Ultraschall-Fernbedienung entwickelt. Zur Erzeugung des Signals waren keine Batterien erforderlich, sondern lediglich mechanische Tasten wie bei einem Klavier. Doch ähnlich wie beim Licht beeinflussten Störgeräusche aus der Umgebung die Signalübertragung. 1961 entwickelte *Grundig* die erste elektronische Ultraschall-Fernbedienung in Deutschland, die in den nachfolgenden Jahren auch von anderen Herstellern wie z. B. *Telefunken* produziert wurde. Fernbedienungen wurden zunehmend beliebter.

Doch erst in den 1970er-Jahren begann die Technik der Infrarot-Fernbedienung. 1974 entwickelte *Zenith Radio* das erste Modell. Bei diesem wurden Impulssig-

nale im Infrarotbereich auf einer Wellenlänge von 950 nm übertragen. Störungen durch Umgebungslicht waren daher nahezu ausgeschlossen. Außerdem ließen sich durch die Übertragung digitaler Signale mehrere Funktionen auslösen. Andere Unternehmen entwickelten das Verfahren weiter, das heutzutage Standard ist.

■ RC-5-Übertragungsverfahren

Zur Vermeidung von Störungen in Form von Fehlauslösungen ist es wichtig, die Grundlagen des verwendeten Datenprotokolls zu beachten. In Fernbedienungen nutzt man in der Regel das Netzwerkprotokoll RC-5. Es wurde Ende der 1980er-Jahre von *Philips* entwickelt [1]. Zusammen mit *Temic Telefunken* produzierte man spezielle Empfängerschaltkreise, die den Aufbau stark vereinfachten [2].

Das RC-5-Datenprotokoll basiert auf dem Manchester-Code [3]. Das Prinzip ist in Bild 3 dargestellt. Bei A sind zwei zu übertragene Bits dargestellt. Diese werden im ersten Schritt in ein Biphasensignal umgesetzt, bei dem jedes zu übertragende Bit aus zwei wechselnden Halbbits besteht, wie bei B zu sehen. Ein Low-Bit wird zu einem 1/0-Paar, ein High-Bit wird zu 0/1.

Da selbst bei längeren Folgen gleicher Bits stets ein wechselndes Signal übertragen wird, lässt sich auf der Empfängerseite daraus die Taktfrequenz gewinnen, die doppelt so hoch wie die ursprüngliche Bit-Geschwindigkeit ist. Daher kennzeichnet jede zweite Flanke das übertragene Bit.

Zur IR-Übertragung nach dem RC-5-Verfahren wird zusätzlich ein auf 36 kHz schwingender Signalgenerator gesteuert. Beim Aussenden eines Low-Pegels im Biphasensignal wird der Generator abgeschaltet, bei einem High-Pegel hingegen das 36-kHz-Signal ausgegeben, wie in Bild 3 bei C dargestellt. Diese Frequenz wählte *Philips*, um Störungen durch andere IR-Quellen zu vermeiden.

Die Daten werden in Blöcken ausgesendet, Bild 4. Deren Dauer beträgt 24,889 ms. Solange die Taste gedrückt bleibt, erfolgt die wiederholte Ausgabe des unveränderten Datenblocks 88,889 ms nach dem Ende des vorherigen.

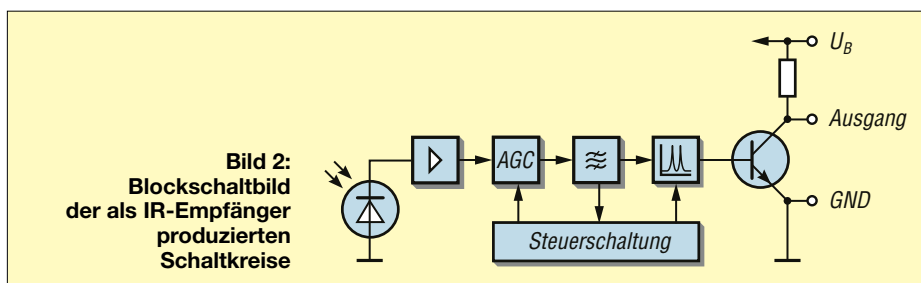
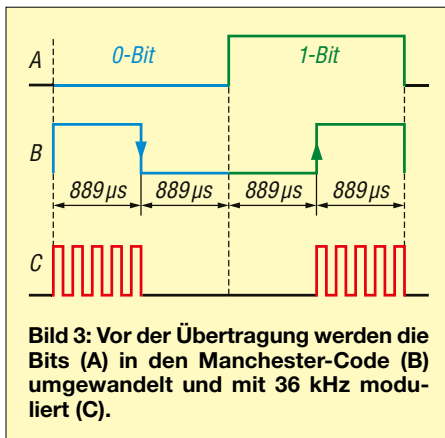


Bild 2:
Blockschaltbild
der als IR-Empfänger
produzierten
Schaltkreise



Jeder Datenblock besteht aus 14 Bits, siehe Bild 4, und beginnt mit zwei Startbits. Diese dienen auf der Empfängerseite auch zur Einstellung der AGC (engl. *automatic gain control*). Danach folgt das Toggle-Bit. Wird eine Taste längere Zeit betätigt, ist das Toggle-Bit in den übertragenen Datenblöcken identisch. Erst nach einer Betätigungspause oder wenn eine andere Taste gedrückt wurde, wechselt das Toggle-Bit. Auf diese Weise kann der Empfänger erkennen, ob es sich um Datenblöcke mit neuem Inhalt oder wiederholt ausgegebene handelt.

Dem Toggle-Bit folgen fünf Adressbits, die dem jeweiligen Empfängergerät zugeordnet sind. Am Ende des Datenblocks dienen sechs Bits zur Übertragung des Steuerbefehls. Aufgrund der fünf Adressbits lassen sich 32 unterschiedliche Geräte ansteuern. Zu beachten ist, dass sich die Zuordnung einiger Gerätetypen im Laufe der Jahre verändert hat, da sie schlichtweg durch solche mit moderneren Verfahren ersetzt wurden. Der Befehlscode ist auf das jeweils zu steuernde Gerät zugeschnitten und somit nicht jeder Befehl auf jedem Gerät wirksam. Umfangreiche Auflistungen bieten [1] und [4]. In der Ergänzung zum Beitrag auf www.funkamateurl.de sind daher nur die wichtigsten Gerätetypen und Befehle enthalten.

IR-Steuerschaltkreise

Da sowohl das im Sender als auch das im Empfänger verwendete optische Bauelement einen begrenzten Abstrahlwinkel besitzt, trifft der IR-Strahl der LED meist nicht direkt auf die Fotodiode, sodass der Empfangspegel in diesem Fall geringer ist. Deshalb ist eine einstellbare Verstärkerschaltung zweckmäßig. Außerdem ist es erforderlich, das mit 36 kHz modulierte Signal auszuwerten. Die einstmals u. a. von *Philips* hergestellten IR-Empfängerschaltkreise werden heutzutage beispielsweise immer noch von *Vishay* produziert.

Zu beachten ist, dass es mittlerweile auch ICs mit einer anderen Modulationsfrequenz gibt. Die Bezeichnung der von *Vishay* hergestellten IR-Schaltkreise beginnt mit TGS382, gefolgt von zwei Zahlen, die der Frequenz entsprechen. Der TSOP32836 arbeitet mit 36 kHz, der TSOP32830 mit 30 kHz. Zusätzlich gibt es Typen für 33 kHz, 38 kHz, 40 kHz und 56 kHz. Genauso ist es bei den IR-Empfängern von *Osram*. Deren Bezeichnungen beginnen mit SFH5110.

Das Blockschaltbild solcher IR-Empfänger ist in Bild 2 dargestellt. Für den Empfang der IR-Strahlung ist bereits eine am Transimpedanzverstärker angeschlossene Fotodiode integriert. Ein solcher Verstärker arbeitet als Strom-Spannungs-Wandler. Der von der Fotodiode gelieferte, sehr niedrige Strom wird proportional in eine Spannung umgesetzt. Diese wiederum gelangt an den Eingang der AGC.

Im Prinzip ist dies ein einstellbarer Verstärker. Die automatische Regelung erfolgt anhand des im Bandpassfilter abgegriffenen Signals. Mit einer AGC lassen sich Störungen, die auf einen zu hohen oder zu niedrigen Signalpegel zurückzuführen sind, weitgehend vermeiden. Zu beachten ist, dass auch die AGC, wie jede Regelung, eine gewisse Verzögerung aufweist und einen begrenzten Regelbereich besitzt.

Der nach dem Bandpassfilter folgende Demodulator erzeugt aus den noch immer vorhandenen 36-kHz-Impulspaketen wieder das ursprüngliche Datensignal. Allerdings ist dieses invertiert. Ohne empfangenes Signal liegt am Ausgang High-Pegel. Bei jedem 36-kHz-Impulspaket wird der Ausgang auf Low-Pegel gesetzt. Die Impulsfolge lässt sich danach mit einem angeschlossenen Mikrocontroller verarbeiten.

Schaltung

In Bild 6 ist die Schaltung dargestellt. Für den Mikrocontroller kommt der ATmega

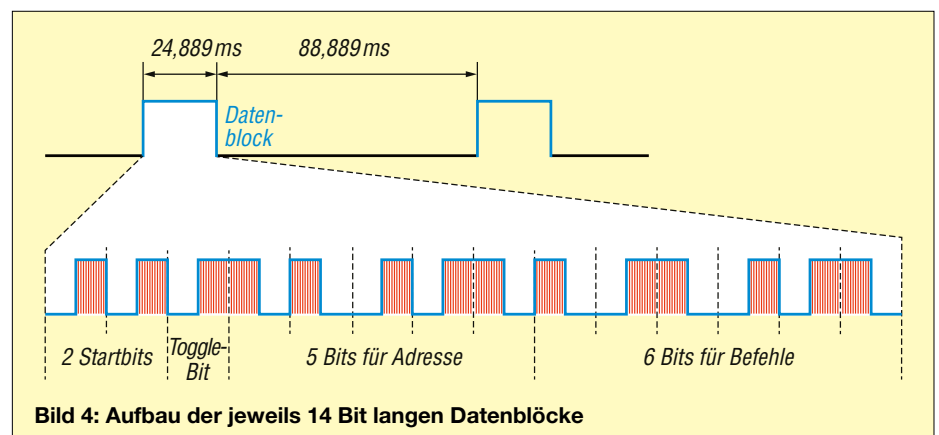
328P-AU zum Einsatz, der mit 16 MHz getaktet wird. Die relativ hohe Taktfrequenz gewährleistet genaue Messungen der Signalimpulslänge. Die Anzeige der empfangenen Daten erfolgt als Text auf dem LC-Display EADOGM162W-A, das Platz für zwei Zeilen mit je 16 Zeichen bietet.

Das LC-Display benötigt zur Anzeige jedes Zeichens prinzipiell einen acht Bit breiten Datenbus. Die Datenübertragung kann jedoch aufgrund des dort integrierten Mikrocontrollers auch in zwei Schritten zu je vier Bits erfolgen. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Datenleitungsanschlüsse. Im vorliegenden Fall sind dies die Pins PC0 bis PC3 des ATmega328P-AU. Die zur Steuerung des LC-Displays weiterhin erforderlichen Anschlüsse E und RS des Displays sind an die Ports PC4 und PC5 des Mikrocontrollers angeschlossen.

Es ist ratsam, das LC-Display mit einer Hintergrundbeleuchtung zu versehen. Dann lässt sich die Anzeige selbst bei ungünstigen Lichtverhältnissen noch gut ablesen. Die gewählte Beleuchtung besitzt dafür zwei LED-Ketten. Deren Katen (Pin 2 und Pin 19) liegen an Masse, während die Anoden (Pin 1 und Pin 20) gemeinsam über dem Vorwiderstand R2 an die Betriebsspannung angeschlossen sind.

Die empfangenen Codes werden nach der Decodierung bis zur Betätigung der Taste 2 des Prüfgeräts auf dem Display angezeigt, selbst wenn eine Taste an der Fernbedienung nur kurz betätigt wurde. Um die reale Dauer der Signalübertragung erkennen zu können, ist am Pin PB2 des Mikrocontrollers über den Vorwiderstand R3 die LED1 angeschlossen. Diese leuchtet nur während des Signalempfangs.

Die Tasten S1 und S2 an den Pins PB0 und PB1 des Mikrocontrollers sind zur Bedienung des Prüfgeräts vorgesehen, dazu mehr im Abschnitt *Firmware*.



Als IR-Empfänger findet der TSOP38236 Verwendung. Dessen Ausgang ist direkt mit dem Pin INT0 des Mikrocontrollers verbunden. Dieser Eingang ist interruptfähig, reagiert also unmittelbar auf Änderungen des Signalpegels. Überdies ist die genaue Messung der Dauer von Impulsen mithilfe der integrierten Timer möglich.

Die Schaltung erfordert eine Betriebsspannung von 5 V. Um die Baugruppe aus einer höheren Versorgungsspannung betreiben zu können, ist der Linearspannungsregler TS111BCW-5.0 eingebaut. Dieser verringert die Eingangsspannung, die im Bereich von 7 V bis 12 V liegen darf, auf die zulässigen 5 V. Nutzbar ist ein handelsübliches Steckernetzteil, das für einen Strom von mindestens 0,5 A ausgelegt ist.

Alternativ lässt sich das Prüfgerät auch aus Batterien oder Akkumulatoren versorgen, wenn deren Klemmenspannung im erforderlichen Bereich liegt.

Firmware

Die Firmware des Fernbedienungs-Prüfgeräts habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Sie liest das vom IR-Empfänger TSOP38236 gelieferte Signal ein. Ein speziell dafür in BASCOM vorgesehener Befehl decodiert das Signal des Manchester-Codes und erzeugt daraus binäre Daten, die die Startbits, das Toggle-Bit, die Adresse und den Befehl enthalten. Diese Bitfolgen werden in Dezimalzahlen umgesetzt und auf dem Display angezeigt. In der oberen Zeile steht die Adresse und in der unteren der Befehl. In der Firmware sind Tabellen mit der Zuordnung der Adressen zum Gerättyp und der Befehlscodes zu den Funktionen enthalten. Nach einem Druck auf Taste 1 wechselt die Anzeige von Dezimalzahlen zur Beschreibung des Gerätetyps und der Befehlsfunktion. Ein nochmaliger Druck auf den Taster 1 stellt wieder die Dezimalzahlen dar.

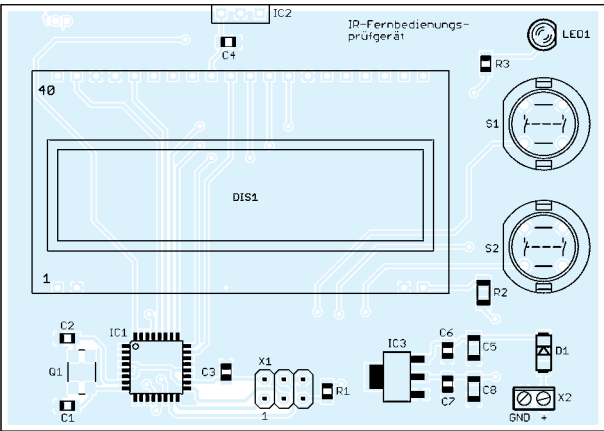


Bild 5: Bestückungsplan des IR-Fernbedienungs-Prüfgeräts; Abmessungen 80 mm x 56,5 mm

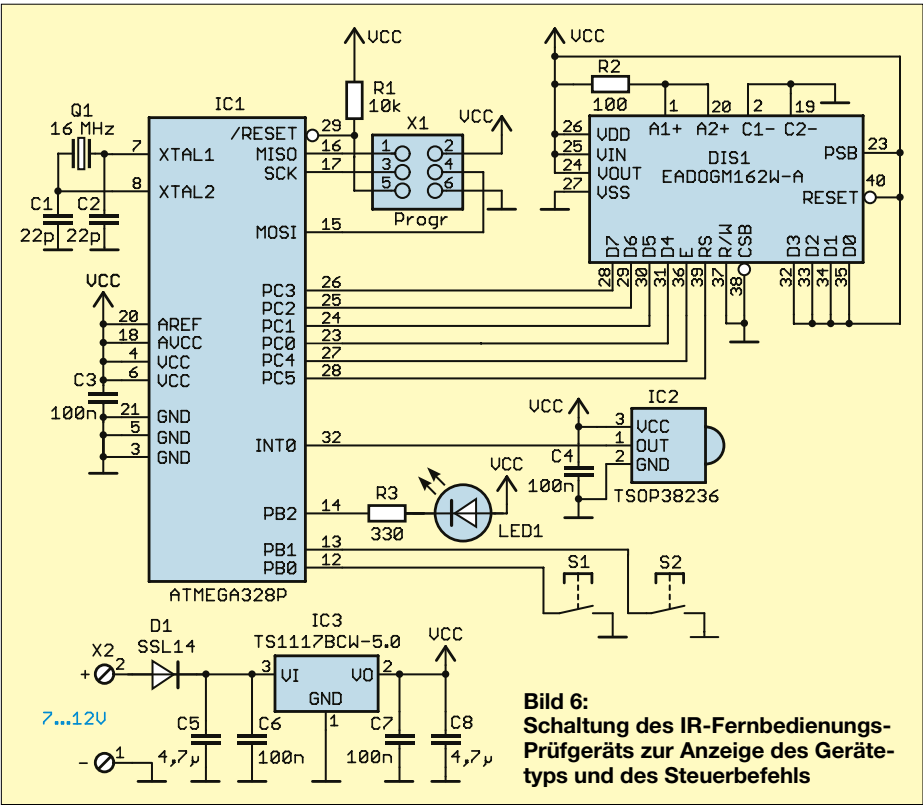


Bild 6: Schaltung des IR-Fernbedienungs-Prüfgeräts zur Anzeige des Gerätetyps und des Steuerbefehls

Das Betätigen der Taste 2 löscht die aktuelle Anzeige. Das Testgerät wartet dann auf das nächste Signal der Fernbedienung. Gleichzeitig wird bei jedem empfangenen Signal LED1 eingeschaltet. Dadurch ist bei einer länger auf der Fernbedienung gedrückten Taste die Aufeinanderfolge der gesendeten Datenpakete erkennbar.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau des Fernbedienungs-Prüfgeräts habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage ist sie bei [5] einzeln oder als Bausatz mit programmiertem Mikrocontroller erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Der Bestückungsplan der 80 mm x 56,5 mm großen Platine ist in Bild 5 dargestellt. Bis auf Display, Schraubklemmen, Stiftleisten, IR-Empfänger, LED und Tasten finden SMD-Bauelemente Verwendung. Doch deren Bestückung sollte anhand der in [6] gegebenen Hinweise problemlos möglich sein.

Bevor man im nächsten Schritt das LCD-Display auflötet, sind von dessen Rückseite und von der Vorderseite der Beleuchtungsscheibe die Schutzfolien zu entfernen. Die Hintergrundbeleuchtung ist dann auf das Display zu stecken, bevor man deren vier Kontakte mit denen des Displays verlötet. Erst dann werden das so vorbereitete Display auf die Vorderseite der Platine gesteckt und alle Pins verlötet. Nach dem Einlöten der anderen bedrahteten Bauelemente und dem Anschluss der Versorgungsspannung kann die Überprüfung von Fernbedienungen beginnen.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

[1] Philips Semiconductors: Remote control system RC-5 including command tables. Eindhoven 1992
[2] Temic Telefunken microelectronic GmbH: Empfänger-Module für Infrarot-Puls-Code-Fernsteuerungen. 1993
[3] Sander, K.: Manchester-Code – von den Grundlagen zur Anwendung. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 208–211
[4] Kühnel, C.: Programmieren der AVR RISC Mikrocontroller mit BASCOM AVR. 3. Aufl., Skript Verlag Kühnel, Altdorf 2010
[5] Sander electronic: www.sander-electronic.de
[6] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024), H. 11, S. 868–871

Reparatur eines Rotor-Steuergeräts Stolle 303

Dipl.-Ing. ULRICH PÖGGEL – DL5OAU; MALTE PÖGGEL – SWL

Oft ist es nur ein einziges defektes Bauteil, das die Funktion eines Gerätes einschränkt oder gar zu seinem vollständigen Ausfall führt. Ist es als Original-Ersatzteil nicht mehr erhältlich, kann man es im 3D-Druckverfahren meist selbst herstellen.

Für die Teilnahme am HSW-Contest wollten wir unsere Yagi-Antennen für das 2-m- und das 70-cm-Band mittels des Antennenrotors *Stolle 303* drehen können, Bild 1. Leider stellten wir bei einem Probelauf fest, dass die Positionsanzeige des Steuergeräts nicht mehr funktionierte. Zur Fehlersuche musste das Gehäuse geöffnet wer-

schaltung beider Motoren. Bei Betätigung des Richtungsknopfes liefen zwar beide Motoren, die Anzeigescheibe bewegte sich jedoch nicht. Die Ursache zeigte sich nach dem Ausbau des Motors: Ein Zahnrad war bräunlich verfärbt, in mehrere Teile zerbrochen und weich wie Wachs, Bilder 2 und 3. Vermutlich hat das dort



Bild 1:
Antennenrotor
Stolle 303 mit
Steuergerät

Fotos: DL5OAU

den, was nach dem Entfernen von nur einer Schraube und dem Lösen der Rastnasen an den Gehäuseecken mittels eines kleinen Schraubendrehers problemlos gelang. Der gleiche Motor, der sich im Rotorgehäuse befindet, kommt auch im Steuergerät zum Einsatz. Hier hat er die Aufgabe, über ein Getriebe aus mehreren Zahnradern die Richtungsanzeigescheibe synchron zum Rotor zu drehen. Gleichzeitig sorgen Schaltknocken bei Erreichen der gewählten Antennenposition für die Ab-

aufgetragene Schmierfett im Laufe der Jahre den Kunststoff zersetzt und weich gemacht.

Die Ersatzteilsuche im Internet verlief erfolglos und ein bei *Thingiverse* angebotenes Zahnradmodell zum Selbstdrucken hatte leider die falschen Abmessungen. Um das Rotorsteuergerät zu retten, war es daher erforderlich, das Bauteil selbst herzustellen. Ein Funkamateur aus einem benachbarten Ortsverband, der ebenfalls einen *Stolle 303* besaß, stellte uns das

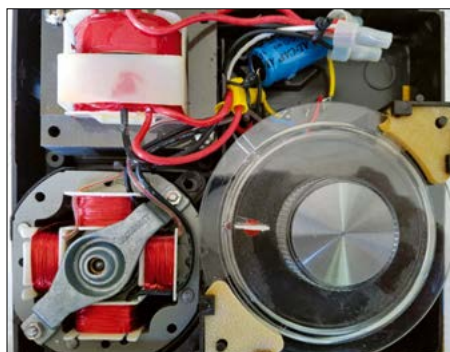


Bild 2: Steuergerät von innen; das Zahnrad war erst nach dem Abnehmen des Richtungsknopfes zugänglich.

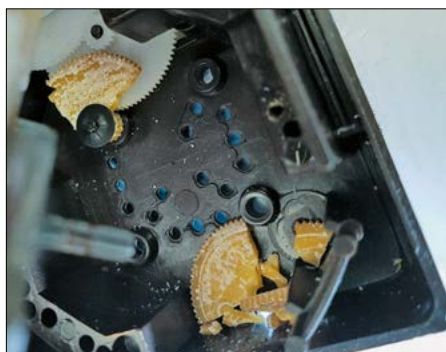


Bild 3: Vom Zahnrad zur Bewegung der Richtungsanzeige war nicht mehr viel übriggeblieben.

Bild 4:
Zahnrad des zweiten Steuergeräts, das als Vorlage zur Digitalisierung verwendet wurde



SPUR GEAR		SPUR GEAR	
Module: Size Ratio (Pitch Dia. / # of Teeth)		Module: Size Ratio (Pitch Dia. / # of Teeth)	
Standard	Metric	Standard	Metric
Pressure Angle	20 deg	Pressure Angle	20 deg
Module	0.403125	Module	0.403125
Number of Teeth	80	Number of Teeth	18
Backlash	0.00 mm	Backlash	0.00 mm
Root Fillet Radius	0	Root Fillet Radius	0 mm
Gear Thickness	2	Gear Thickness	4.5 mm
Hole Diameter	3.4	Hole Diameter	3.4 mm
Pitch Diameter	32.25 mm	Pitch Diameter	7.25625 mm

Bild 5: Datenberechnung der beiden Zahnkränze mithilfe von Fusion 360

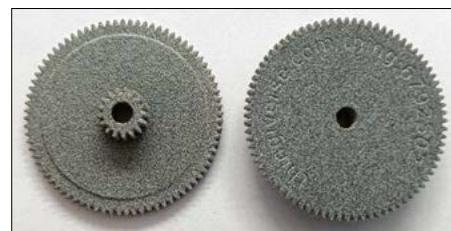


Bild 6: Von JLC3DP im 3D-Druckverfahren gefertigtes Ersatzteil aus PA12-HP Nylon

Steuergerät zum Vermessen des betreffenden Zahnrads freundlicherweise zur Verfügung. Auch bei diesem Gerät drehte sich die Anzeigescheibe nicht mehr, hier war jedoch das Fehlen einiger Zähne die Ursache, Bild 4.

Wir bauten das somit besser erhaltene Zahnrad vorsichtig aus und digitalisierten es mithilfe eines Flachbettscanners. Nun konnten Durchmesser, Anzahl der Zähne und Modul bestimmt und das Zahnrad neu entworfen werden. Nach der erfolgreichen Ausgabe des Prototyps auf einem 3D-Drucker mit dem faserverstärkten Filament PLA-CF führten wir einen Testlauf durch – alles drehte sich wieder wie gewünscht!

Um ein langfristig haltbares Modell unseres Zahnrades aus PA12-HP Nylon zu bekommen, übersandten wir die STL-Datei an den 3D-Druckdienstleister JLC3DP [1]. Diese steht unter www.thingiverse.com/thing:6792502 zum Download bereit.

dl5oau@dark.de
malte@poeggel.de

Bezugsquelle

[1] JLC3DP. <https://jlc3dp.com>

Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern (1)

THOMAS SCHILLER – DC7GB

Leistungsverstärker werden zur Kategorisierung ihrer Arbeitsweise und Effizienz in Klassen eingeteilt. Ausgangspunkt ist dabei der Betriebsmodus der aktiven Verstärkerbauelemente. Nachstehend werden zunächst einige Grundlagenkenntnisse vermittelt. Schwerpunkt des Beitrags sind jedoch Verstärker der Klasse D. Diese arbeiten mit Pulsbreitenmodulation und können daher einen Wirkungsgrad bis über 90 % erreichen. Durch ihre gänzlich andere Funktionsweise unterscheiden sie sich erheblich von herkömmlichen analogen Verstärkern der Klassen A bis C.

Die Pegel der von Sensoren wie z. B. Fotodioden oder Mikrofonen, aber auch von Antennen abgegebenen elektrischen Signale sind meist so gering, dass sie für die Weiterverarbeitung zunächst verstärkt und gegebenenfalls auch in ihrer Bandbreite begrenzt werden müssen. Beides bedeutet eine Umformung bzw. Verzerrung des ursprünglichen Signalspektrums.

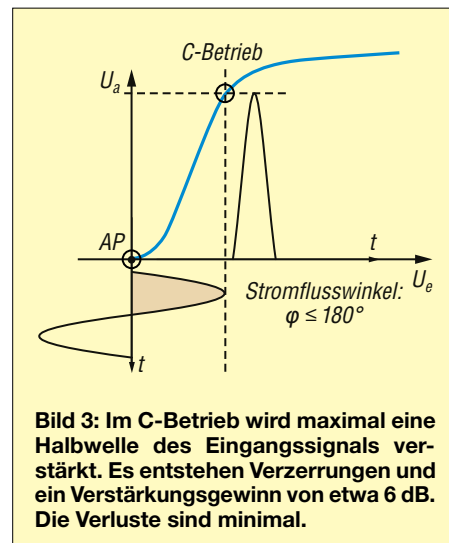
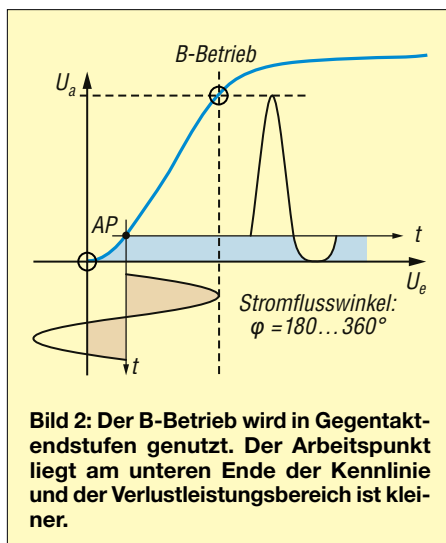
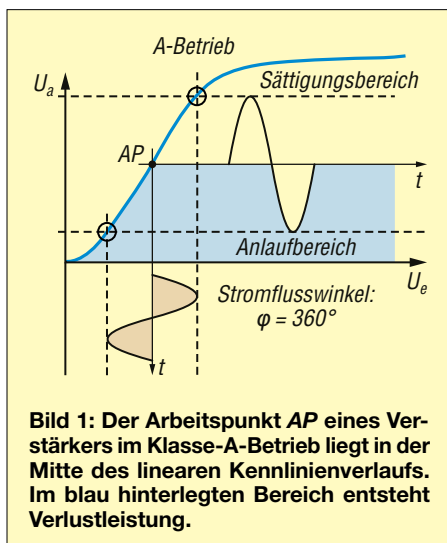
Einteilung der Verstärker in Klassen

Analoge Verstärker werden in die fundamentalen Klassen A bis C eingeteilt, siehe Bilder 1 bis 3. Sie unterscheiden sich in der Lage des Arbeitspunktes (AP), der zugleich den Ruhestrom ohne Ansteuerung des Verstärkers und damit dessen Verlustleistung und den Wirkungsgrad

diese gegenphasig ansteuert und die Ausgangssignale addiert. Es entsteht dann eine Gegentaktendstufe, deren Einzelverzerrungen sich im Idealfall zu null kompensieren. Verstärker dieser Bauart haben ihren Arbeitspunkt meist am Übergang zwischen Anlauf- und linearem Kennlinienbereich und gehören dann der Klasse B an, Bild 2.

Der Arbeitspunkt ist nicht genau bestimmbar, da der Übergang kontinuierlich erfolgt. Der Wirkungsgrad liegt bei etwa 70 %. Der Klirrfaktor ist bei geringer Aussteuerung am höchsten, da sich dann der gekrümmte Kennlinienbereich prozentual stärker auswirkt. Verschiebt man den Arbeitspunkt hin zum linearen A-Betrieb, reduzieren sich die Verzerrungen und der Wirkungsgrad nimmt ab. Dieser Arbeitspunkt wird als AB-Betrieb bezeichnet.

Endstufen im B- oder AB-Betrieb sind häufig bei älteren NF-Röhrenverstärkern zu finden. Diese arbeiten überwiegend ohne Gegenkopplung. Mit den dabei



Der Begriff *Verzerrung* ist nicht nur auf die Signalamplitude beschränkt. Er kann sich auch auf die spektrale Verteilung oder Phase beziehen und umfasst jede Form der Signaländerung.

Ein Verstärker sollte eine möglichst geringe Verzerrung der verstärkten Größe aufweisen. Bei sehr kleinen Signalen und geringer Verstärkung ist dies noch leicht zu erfüllen, da auch nicht lineare Übertragungskennlinien mit abnehmender Aussteuerung lokal zunehmend linearer wirken. Verstärkerregelungen in Empfängern nutzen dies aus und verschieben den Arbeitspunkt in Bereiche mit höherer oder geringerer Steilheit (Verstärkung) der Kennlinie. Bei Leistungsendstufen spielt jedoch auch der Wirkungsgrad des Verstärkers eine wichtige Rolle.

festlegt. In den Bildern 1 und 2 sind die Bereiche blau hinterlegt, in denen Verlustleistung entsteht. Der Wirkungsgrad ist nicht exakt definierbar. Er wird jedoch von Klasse A bis hin zu Klasse C höher.

Ein linearer Verstärker arbeitet in der Klasse A, wenn sein Arbeitspunkt so eingestellt ist, dass die entstehenden Verzerrungen minimal sind. Dies ist in der Regel in der Mitte der Kennlinie der Fall, Bild 1. Der effektive Wirkungsgrad kann dann Werte von etwa 20 % bis 40 % erreichen. Dies ist jedoch für Leistungsverstärker z. B. in Beschallungsanlagen oder Großsendern sehr unökonomisch. Der Wirkungsgrad lässt sich steigern, wenn man zur Verstärkung der beiden Halbwellen zwei getrennte, parallel im Signalweg liegende Verstärker verwendet,

zwangsläufig verbleibenden Restverzerrungen kommt man trotzdem meist gut zurecht und hat sie früher zwangsläufig auch mit in die künstlerische Klangformung eingebunden. In Kombination mit den Resonanzen des Lautsprechergehäuses haben Verstärkerhersteller oft auch ihren charakteristischen Sound (z. B. bei Gitarrenverstärkern) darauf abgestimmt. Bei modernen Transistor-Gegentaktverstärkern ist der Übergang im unteren Kennlinienbereich durch eine starke Gegenkopplung kaum noch vorhanden. Der Wirkungsgrad ist in allen Klassen etwas höher als der von vergleichbaren Röhrenverstärkern. An den „schönen alten“, prinzipbedingt verzerrten Sound von AB-Röhrenendstufen kommen Transistorverstärker ohne speziellen Verzerrer deshalb nicht

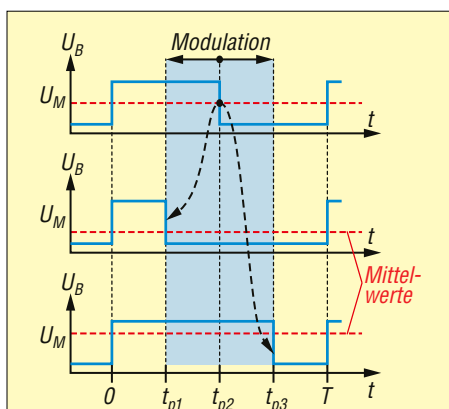


Bild 4: Rechtecksignale mit ihrem Mittelwert (rot gestrichelt); ohne Modulation (oben) liegt der Mittelwert bei $U_M = U_B/2$. Mit Modulation (blau hinterlegter Bereich) schwankt der Mittelwert in Abhängigkeit von der Pulsbreite t_p .

heran [1]. Ob man dies gut oder schlecht findet, lässt sich objektiv nicht bewerten. Der Unterschied ist bei einem Dynamikumfang von nur 10 dB bis 20 dB einiger moderner Musik-Abmischungen ohnehin nicht mehr feststellbar.

■ Klasse-C-Verstärker

Verstärker, deren Arbeitspunkt am Anfang der Kennlinie bei 0 V oder noch darunter liegt und bei denen die Kennlinie noch nicht übersteuert wird, rechnet man der Klasse C zu. Ihr Wirkungsgrad liegt bei über 70 %, da sie nur einen sehr geringen Ruhestrom haben.

Bei der Aussteuerung entstehen Oberschwingungen, die sich z. B. zur ganzzahligen Frequenzvervielfachung nutzen lassen. Klasse-C-Verstärker kommen meist in FM-Endstufen zum Einsatz. Ihr Arbeitswiderstand ist dann ein Schwingkreis oder ein anderes Resonanzelement. Diese werden mit HF-Halbwellen angestoßen bzw. „aufgeladen“ und das Ausschwingen ergänzt die fehlende Halbwelle. Im Vergleich zum Klasse-A-Verstärker gewinnt man so bis zu 6 dB an zusätzlicher Verstärkung pro Stufe.

Als Verstärker im NF-Bereich eignen sich Klasse-C-Stufen nicht. Die Harmonischen tiefer Frequenzanteile lassen sich nicht mehr vom Nutzsignal trennen, da der genutzte NF-Bereich in der Regel mehr als eine Oktave umfasst. Oberschwingungen der tieferen zu übertragenden Frequenzanteile fallen dann nämlich in den verstärkten Frequenzbereich, was sehr deutlich und unangenehm als Verzerrung wahrzunehmen ist.

Aus diesem Grund sind begrenzende NF-Dynamikkompressoren zur Erhöhung der mittleren Lautstärke z. B. bei SSB nicht zu empfehlen. Dies gilt auch für zu laut

aufgedrehte Mikrofonverstärker in FM-Funkgeräten. Was man hier an mittlerer Lautstärke gewinnt, geht durch die Inbandverzerrungen infolge des höheren Klirrfaktors und der damit einhergehenden schlechteren Verständlichkeit überproportional wieder verloren. Durch die Übersteuerung werden auch die Hintergrundgeräusche angehoben, was besonders im Mobilbetrieb auf der Empfangsseite ziemlich kontraproduktiv ist.

■ Klasse-D-Verstärker

Dieser Verstärkertyp verwendet einen völlig anderen Ansatz. Der Begriff *Verstärker* ist hier sogar etwas unpassend, weil das NF-Signal im klassischen Sinn gar nicht an einer Kennlinie verstärkt wird. Man nutzt vielmehr eine vom NF-Signal gesteuerte Umformung, die das Puls-Pause-Verhältnis eines Hilfs-Rechtecksignals moduliert.

Die dahinter steckende Idee veranschaulicht Bild 4. Es zeigt das Rechtecksignal und rot gestrichelt den dazugehörigen Mittelwert U_M . Er wird durch das einfache lineare Verhältnis

$$U_M = U_B \cdot \frac{t_p}{T}$$

gebildet, wenn das Rechtecksignal zwischen null und U_B wechseln kann. Darin sind U_B dessen maximale Amplitude, $T = 1/f$ die Periodendauer bei konstanter Frequenz f und t_p die Zeit einer H-Pulsdauer.

Bei einem symmetrischen Rechtecksignal sind H- und L-Pulsbreite gleich lang. Liegt der Minimalwert des Rechtecks auf 0 V, so ergibt sich bei Pulssymmetrie ein Mittelwert von $U_M = 0,5 \cdot U_B$, siehe oberen Signalverlauf in Bild 4 mit Wechsel bei t_{p2} .

Der Mittelwert ist daher bei konstanter Frequenz f bzw. Periodendauer T nur von t_p und U_B abhängig. Dies bedeutet, dass die Übertragungskennlinie $U_M = f(t_p)$ über den gesamten Funktionsbereich theoretisch auch ohne Gegenkopplung zu 100 % linear und völlig verzerrungsfrei ist!

Moduliert man die Pulsbreite t_p z. B. im Bereich zwischen t_{p1} und t_{p3} in Bild 4, so kann das NF-Signal durch Mittelwertbildung wieder vollständig rekonstruiert werden. Die einzige Randbedingung dabei lautet, dass die Hilfsfrequenz $f = 1/T$ des Rechtecksignals deutlich größer als die zu modulierende NF-Frequenz sein muss. Die Begründung folgt weiter hinten. Diesen Vorgang bezeichnet man als Pulsbreitenmodulation (engl. *pulse-width modulation*, PWM).

Klasse-D-Verstärker sind daher eigentlich Pulsmodulatoren und keine typischen Verstärker, die in der Endstufe eine (teil-)lineare Kennlinie benötigen. Theoretisch ließen sich auch mechanische Relaiskontakte als Ausgangsstufe verwenden, wenn diese schnell genug schalten würden. Schaltstufen geben Energie sehr effizient ab. Sie sind entweder gesperrt oder geschlossen. Dabei entstehen im Prinzip keine Verluste.

In der Praxis verwendet man heutzutage meist MOSFETs, die zwischen wenigen Milliohm und einigen Megaohm schnell wechseln können. Verluste treten bei hohen Strömen durch die endliche Umschaltzeit (Bereich 100 ns bis 1 μ s) auf. Der Wirkungsgrad der Schaltstufe liegt trotzdem bei über 90 % und ist damit höher als bei einem analogen Klasse-C-Verstärker.

■ Aufbau des Pulsbreitenmodulators

Die Komponenten eines Pulsbreitenmodulators sind in Bild 5 zu sehen. Die konstante Grundfrequenz f wird durch einen Sägezahn-generator erzeugt. Dessen ansteigender Signalverlauf muss im Idealfall absolut linear verlaufen. Man erreicht dies durch Aufladung eines Kondensators über eine gesteuerte Stromquelle. Ein Komparator vergleicht das Sägezahn-Signal ständig mit dem Signal U_{NF} am Eingang INP. Erreicht der Sägezahn die Amplitude U_{NF} , so wechselt sein Ausgangssignal von L nach H. Es entsteht ein Rechtecksignal, dessen Impuls-Pause-Verhältnis von U_{NF} abhängt. Dieses PWM-Verfahren wird auch als *AD-Modulation* bezeichnet.

Abweichungen in der Linearität führen sofort zu nicht linearen Verzerrungen der Umsetzung. Der Fehler lässt sich durch eine Gegenkopplung minimieren. In der Applikationsschrift [2] wird ein diskret aufgebauter Pulsbreitenmodulator mit nur vier Operationsverstärkern beschrieben, der mit Gegenkopplung einen Klirr-

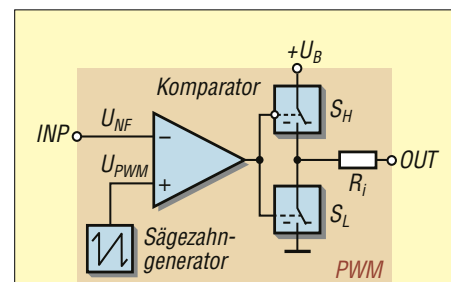


Bild 5: Prinzip des Pulsbreiten-Modulators (PWM) mit idealem Schalter als Ausgangsstufe

faktor von weniger als 0,1 % erreicht. Ohne eine *Sample-and-Hold*-Schaltung vor dem Komparator hängt dieser Wert allerdings von der Eingangsfrequenz und der Signalamplitude ab.

Am Ausgang des Komparators steht das gewünschte PWM-Signal zur Verfügung. Um ausreichend Energie z. B. für einen Lautsprecher, einen Motor oder andere Anwendungen bereitstellen zu können, muss das Signal die Schalter S_H und S_L gegenphasig ansteuern, damit jeweils nur einer von beiden geschlossen ist und kein Querstrom fließt.

Hier erfolgt die eigentliche „Verstärkung“ der Klasse-D-Stufe. Bei verlustlosen Schaltern hängt diese nur vom Wert U_B und vom Innenwiderstand R_i ab. Die Verlustleistung und damit der Wirkungsgrad des Klasse-D-Verstärkers wird praktisch nur von diesen Komponenten bestimmt.

Verzerrungen können dennoch entstehen. Die Pulsbreitenformung durch den Abtastvorgang erfolgt durch einen Komparator, dessen Hysterese die Pulsbreite beeinflusst. Auch die Schaltstufen ändern durch kapazitive Speichereffekte die Breite der Pulse, ebenso wie den ohmschen Verlauf des Restwiderstands beim Übergang zwischen den beiden Schaltzuständen. Auch diese Nichtlinearitäten lassen sich bis zu einem gewissen Grad durch eine Gegenkopplung abmildern.

Damit das gesamte NF-Spektrum moduliert wird, muss das Rechtecksignal eine höhere Frequenz f als das Modulations-signal an INP haben. Die Umsetzung von U_{NF} in ein Impuls-Pause-Verhältnis ist ein Abtastvorgang, bei dem das Abtasttheorem nach *Nyquist* eingehalten werden muss. Gemäß diesem muss die Frequenz des Rechtecksignals mindestens doppelt so hoch wie die höchste Modulationsfrequenz sein. Eine deutlich höhere Frequenz erleichtert die Rückwandlung in ein analoges Signal.

■ Ausführung der Schaltstufe

Die in Bild 5 schematisch als Schalter dargestellte Treiberstufe könnte zwar theoretisch mit Relaiskontakten bestückt werden, jedoch wäre deren Schaltfrequenz selbst bei schnellen Reed-Kontakten auf höchstens 1 kHz beschränkt. Der Einfluss der Frequenz auf die Pulsbreite ist aufgrund der bewegten Massen dann nicht mehr zu tolerieren. Dies reicht für die PWM-Schaltstufe eines NF-Verstärkers nicht mehr aus. Auch der Kontaktverschleiß beschränkt diese Lösung auf etwas kuriose Demonstrationszwecke und geringe Leistung.

Mit Halbleiterbauelementen kann S_H als Eintaktstufe und S_L mit einer Freilaufdiode, ähnlich wie in einem Schaltnetzteil, aufgebaut werden. Damit lassen sich Schaltfrequenzen im Megahertz-Bereich und hohe Ausgangsströme erreichen. Eine komplementäre Gegentakt-Schaltstufe ist für geringe Verzerrungen im NF-Bereich vorteilhafter.

In einer einfachen CMOS-Endstufe stecken jedoch einige Probleme im Detail. Beide Transistoren müssen gleichmäßig schnell arbeiten, damit sie das Impuls-Pause-Verhältnis des PWM-Signals nicht unsymmetrisch verändern. Leistungs-FETs im SO-8-Gehäuse (Abmessungen etwa 4 mm × 5 mm) können aufgrund ihres Drain-Source-Widerstands von wenigen Milliohm zwar beachtliche Ströme im Bereich von 10 A bis 100 A bei minimalen Verlustleistungen ohne Kühlung schalten. Sie haben jedoch erstaunlich hohe Gate-Kapazitäten, die sogar im NF-Bereich relevant und im schnellen Schalterbetrieb schwierig zu handhaben sind. Indirekt senken diese somit den Wirkungsgrad.

Die Unterschiede zwischen den gemeinsam verwendeten P- und N-Kanal-FETs führen zu einem Problem, das in der digitalen Elektronik bestens bekannt ist: Die Stromleitung von P- und N-Kanälen in MOSFETs hat unterschiedliche physikalische Ursachen, die die Beweglichkeit der Elektronen beeinflussen. In einem P-Kanal-FET wandern die Elektronen nicht frei, sondern zwischen unbesetzten atomaren Fehlstellen. Dies kostet geringfügig mehr Zeit als der freie Elektronentransport in einem N-Kanal-FET und führt auch zu einem unterschiedlichen Flusswiderstand r_{DSon} .

Zum Vergleich: Der P-Kanal-FET BSS84 hat einen Wert $r_{DSon} \approx 8 \Omega$ und der dazu komplementäre N-Kanal-FET BSS123 den Wert $r_{DSon} \approx 1,3 \Omega$. Ihre Eingangskapazitäten liegen bei noch moderaten 15 pF bzw. 73 pF. Bei Leistungs-FETs bleiben diese Unterschiede erhalten, so dass eine Paarbildung nicht ganz einfach ist.

In Bild 6 wird das simulierte Umschaltverhalten beim Wechsel des Ausgangs von H nach L gezeigt. Der geringfügig langsamere P-Kanal-FET schaltet weniger schnell in den gesperrten Zustand, als der schnellere N-Kanal-FET in den leitenden Zustand wechselt. Dadurch sind kurzzeitig beide FETs leitend und es entsteht eine Umschalt-Stromspitze von etwa 280 mA. Wegen der hohen Anstiegsgeschwindigkeit von etwa 4 mA/ns bildet sich ohne Stützkondensator auf der Zuleitung zur

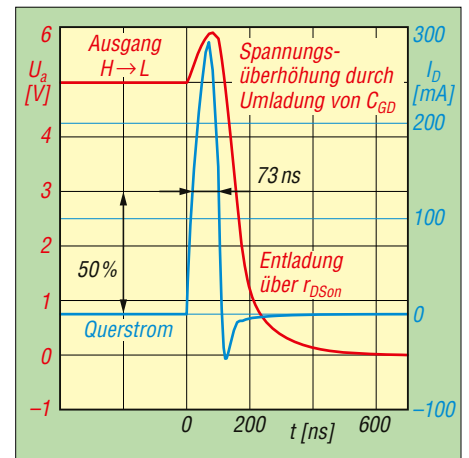


Bild 6: Simulation einer CMOS-Endstufe, bestehend aus BSS84 und BSS123 beim Wechsel des Ausgangspegels (rot) von 5 V nach 0 V. Es fließt kurzzeitig ein hoher Querstrom (blau), siehe Text.

Spannungsquelle infolge der Induktion eine negative Gegenspannung, die in Digitalschaltungen zu erheblichen Störungen führen kann. Moderne Halbleiterbauelemente minimieren dies durch ein präzise angepasstes Layout der beiden MOSFETs. Die mittlere Stromaufnahme ist durch diesen Effekt abhängig von der Schaltfrequenz, obwohl sie in den statischen Zuständen H und L bei CMOS praktisch null ist und die Ansteuerung leistungslos erfolgt.

Der Verlauf des in Bild 6 rot dargestellten Ausgangssignals zeigt unmittelbar nach dem (nicht dargestellten) Eingangswechsel von L nach H bei 0 ns am Ausgang eine Spannungsüberhöhung auf etwa 5,9 V. Dieser Effekt entsteht durch Umladung der Gate-Drain-Kapazität. Beim BSS123 beträgt dieser Wert $C_{GD} \approx 30$ pF bei 5 V. Er lässt sich aus dem Datenblatt nur grob abschätzen. Dieser parasitäre Kondensator überträgt den Spannungssprung am Gate-Anschluss auf den Drain-Anschluss des Transistors. Die auf diese Weise übertragene Ladung kann im Leerlauf der CMOS-Endstufe nur über den niederohmigen Bahnwiderstand r_{DSon} abgebaut werden. Der Umschaltvorgang dauert insgesamt einige hundert Nanosekunden, sodass man nach der kurzen Spannungsüberhöhung am Ausgang eine an eine *e*-Funktion angenäherte Entladung sehen kann. Hier wirken noch weitere interne FET-Kapazitäten und verlängern den Vorgang. (wird fortgesetzt)

Literatur

- [1] Schiller, T., DC7GB: Gibt es bei NF-Verstärkern wirklich einen „Röhrensound“? FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 6, S. 465–469
- [2] Caldwell, J.: Analog Pulse Width Modulation. Applikationsschrift SLAU508, Texas Instruments 2013

1-W-NF-Verstärker mit Lautstärkesteuerung

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B		6	V
Eingangsspannung	U_E	-0,3	$U_B+0,3$	V
Verlustleistung	P_V	intern begrenzt		
Sperrschichttemperatur	ϑ_j		150	°C

Kennwerte ($U_B = 5\text{ V}$, $\vartheta_B = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B	2,7		6	V
Betriebsruhestrom					
bei $U_{Vol} = 0\text{ V}$	I_{B0}		4	7	mA
bei $U_{Vol} = 5\text{ V}$	I_{B0}		3,5	6	mA
bei $U_{Vol} \leq 0,3\text{ V}$ (Shutdown)	$I_{B\text{SD}}$		0,7		μA
Ausgangsleistung					
bei $K = 1\%$ *)	P_A	500	750		mW
bei $K = 1\%$ **)	P_A		1		W
bei $K = 10\%$ *)	P_A		80		mW
bei $K = 10\%$ **)	P_A		110		mW
Klirrfaktor ***)	K		0,6		%
Verstärkung					
bei $U_{Vol} \geq 4\text{ V}$	V	18,8	20		dB
bei $U_{Vol} \leq 0,8\text{ V}$	V	-70	-72		dB
Spannung					
am Steuereingang DC VOL	U_{Vol}	0		5	V
Spannung am Steuereingang HP Sense					
bei High-Pegel	U_{Sense}	4		5	V
bei Low-Pegel	U_{Sense}	0		0,8	V
Wärmewiderstand					
SOIC-Gehäuse	$R_{th\text{JG}}$		35		K/W
VSSOP-Gehäuse	$R_{th\text{JG}}$		56		K/W

*) $U_{Sense} < 0,8\text{ V}$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_L = 8\ \Omega$

**) $U_{Sense} > 4\text{ V}$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_L = 32\ \Omega$

***) $P_A = 300\text{ mW}$, $20\text{ Hz} \leq f \leq 20\text{ kHz}$, $R_L = 8\ \Omega$

Kurzcharakteristik

- Betriebsspannung 2,7 V bis 5,5 V
- Ausgangsleistung 750 mW bei $K = 1\%$ an $R_L = 8\ \Omega$
- Ausgangsleistung 1 W bei $K = 10\%$ an $R_L = 8\ \Omega$
- Klick- und Plopp-Unterdrückung
- Shutdown bei niedriger Lautstärkesteuerspannung
- Übertemperaturschutz
- verfügbar in den Gehäuseformen SOIC-8 und VSSOP-8

Beschreibung

Der LM4875 ist ein Audio-Leistungsverstärker mit einer Lautstärkesteuerung per Gleichspannung. Bei der Versorgung mit 5 V liefert der LM4875 eine Ausgangsleistung von 750 mW an eine 8- Ω -Last mit einem Klirrfaktor von 1 %. Die Umschaltung zwischen dem Lautsprechermodus in Brückenschaltung und dem unsymmetrischen Kopfhörermodus erfolgt über den Eingang *HP Sense*. Um bei der Versorgung aus Batterien oder Akkumulatoren Strom zu sparen, wird bei einer Spannung unter 300 mV am Pin *DC VOL* der Shutdown-Modus aktiviert, bei dem die Stromaufnahme auf 0,7 μA sinkt.

Der LM4875 ist für eine hohe Audioleistung bei gleichzeitig guter Klangtreue konzipiert. Der IC benötigt nur wenige externe Komponenten und arbeitet mit niedriger Versorgungsspannung.

Hersteller

Texas Instruments, www.ti.com

Bezugsquellen

Digi-Key Corp., www.digikey.de
Mouser Inc., www.mouser.de

Blockschaltbild

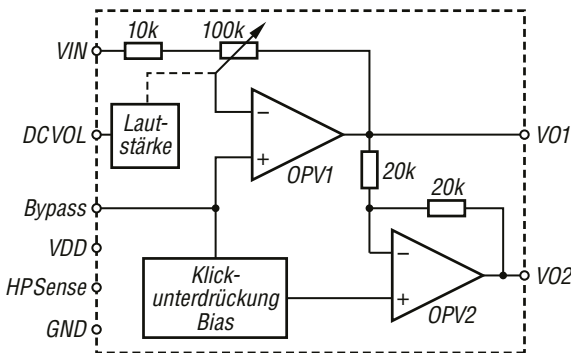


Bild 1: Blockschaltbild des LM4875

Anschlussbelegung

- Pin 1: Betriebsspannung (VDD)
- Pin 2: Eingang (VIN)
- Pin 3: Steuereingang Brückenschaltung (HP Sense)
- Pin 4: Steuereingang Lautstärke (DC VOL)
- Pin 5: Ausgang 1 für unsymmetrischen und Brückenbetrieb (VO1)
- Pin 6: Masse (GND)
- Pin 7: Bypass (Bypass)
- Pin 8: Ausgang Brückenbetrieb (VO2)

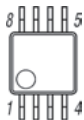


Bild 2: Pinbelegung SOIC-8

Wichtige Diagramme

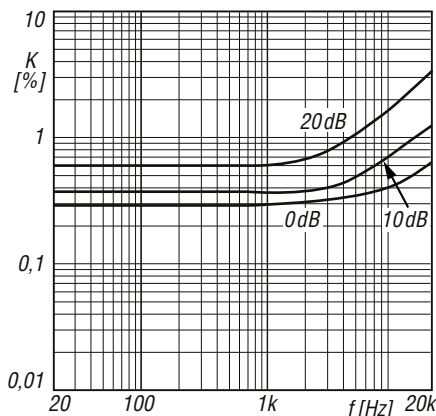


Bild 3: Abhängigkeit des Klirrfaktors K von der Frequenz f bei unterschiedlicher Verstärkung V ; $U_B = 5\text{ V}$, $P_A = 500\text{ mW}$, $R_L = 8\ \Omega$ (Brückenmodus)

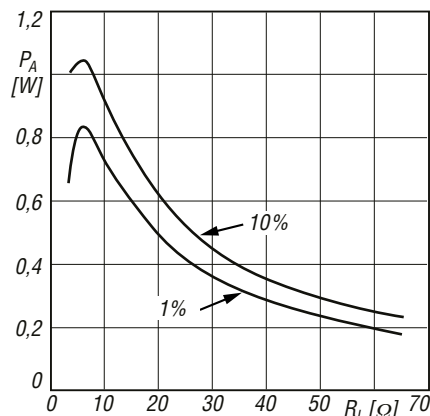


Bild 4: Verlustleistung P_V in Abhängigkeit vom Lastwiderstand R_L bei unterschiedlichem Klirrfaktor K ; $U_B = 5\text{ V}$, Brückenmodus

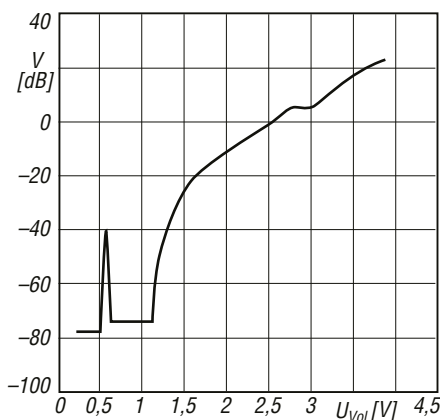


Bild 5: Verstärkung V in Abhängigkeit von der Steuerspannung U_{Vol} am Anschluss $DC\ VOL$; $U_B = 5\text{ V}$

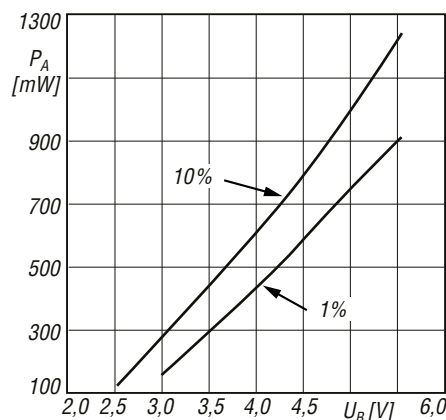


Bild 6: Ausgangsleistung P_A in Abhängigkeit von der Betriebsspannung U_B bei unterschiedlichem Klirrfaktor K ; $U_B = 5\text{ V}$, $R_L = 8\ \Omega$ (Brückenmodus), $f = 1\text{ kHz}$

Funktion

Die Verstärkung des LM4875 und somit die Lautstärke des wiedergegebenen Signals ist über eine Spannung von 0 V bis 5 V am Anschluss $DC\ VOL$ bis zu einem Wert von maximal 20 dB einstellbar. Liegt der Wert der Steuerspannung unter 0,3 V, schaltet der IC in den Shutdown-Modus. Das Ausgangssignal wird dabei um 75 dB gedämpft.

Wenn kein Kopfhörer an der Klinkenbuchse X1 (Bild 7) gesteckt ist, ist deren Schaltkontakt geschlossen. Dann liegt eine Spannung von über 4 V am Anschluss $HP\ Sense$, wodurch der OPV2 im IC zugeschaltet und der zwischen den Anschlüssen VO1 und VO2 liegende Lautsprecher im Brückenmodus (Lautsprechermodus) betrieben wird.

Beim Einstecken eines Kopfhörersteckers in die Buchse X1 wird der Schaltkontakt geöffnet, sodass der niedrige Gleichstromwiderstand des Kopfhörers den Pegel an $HP\ Sense$ auf ein Potenzial unter 0,8 V zieht. Daraufhin schaltet OPV2 im IC ab. Dieser Vorgang beendet den Lautsprechermodus.

Applikationsschaltung

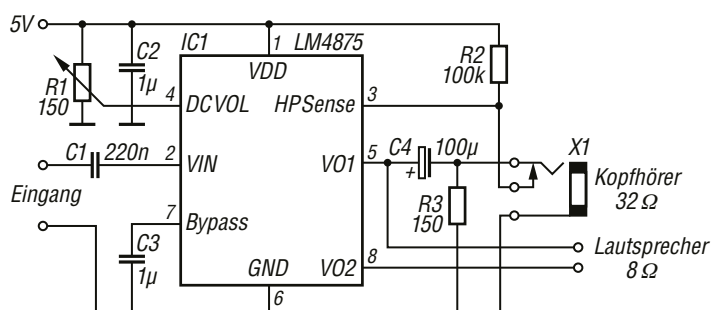


Bild 7: Anwendungsschaltung mit dem LM4875; wahlweise ist die NF-Signalwiedergabe über einen Lautsprecher oder einen Kopfhörer möglich. Die Verstärkung und somit die Lautstärke lässt sich über eine Gleichspannung am Anschluss $DC\ VOL$ steuern, wobei über diesen Eingang auch der Shutdown-Modus aktivierbar ist.

Empfänger

Prinzip	Dreifachsuperher		
Zwischenfrequenzen	1. ZF	2. ZF	2. ZF
FM-Rundfunk	243,95 MHz	50,85 MHz	450 kHz
Empfindlichkeit	12 dB SINAD	1 % BER	
FM/NFM	-10 dBµV		
AM/NAM	-2 dBµV		
T98		-10 dBµV	
DMR		-7 dBµV	
D-STAR		-10 dBµV	
C4FM		-7 dBµV	
AIS		-5 dBµV	
WFM	-2 dBµV		

NF-Ausgangsleistung

intern	> 0,4 W an 8 Ω (k = 10 %),
extern	> 0,04 W an 32 Ω (k = 10 %),

*) Direktumsetzer

Besonderheiten (Auswahl)

- übersichtliches, logisch aufgebautes Menüsystem
- 9 Quick-Recall-Bänder mit voreingestellten Sendarten und Abstimmungsschrittweiten
- Farb-TFT mit 320 × 260 Pixeln
- Hintergrundbeleuchtung mit wählbarer Farbe
- GPS-Empfänger eingebaut, kompatibel mit GLONASS-, MICHIBIKI- und Galileo-Satelliten
- 999 Speicher, 50 Paare für Suchlauf-eckfrequenzen, 26 Speicherbänke mit der Möglichkeit, diese mit bis zu 28 Zeichen langen Namen zu versehen
- demoduliert analoge und digitale Sendarten sowie FSK-basierte DATA-Modes wie AIS und ACARS, teilweise mit automatischer Decodierung
- USB-C-Anschluss zur Datenübertragung oder zum Aufladen des Akkumulators
- S-Meter
- 12-kHz-ZF-Ausgang zur Signalverarbeitung mit externen Geräten, Bandbreite wählbar zwischen 15 und 6 kHz
- wasser- und staubgeschütztes Gehäuse gemäß IP67
- verschiedene Suchlauf-Modi einschließlich Suchlauf mit automatischem Speichern von Frequenz, Sendart, CTCSS- und DTCS-Merkmalen
- Suchlaufgeschwindigkeit bis 100 Kanäle/s
- Signalton beim Stoppen des Suchlaufs
- zuschaltbarer stufiger Eingangsabschwächer mit 10 dB bzw. 20 dB
- Frequenzzählerfunktion im Bereich von 50 MHz bis 470 MHz, Auflösung 1 kHz
- Frequenzshift-Funktion
- NF-Bass- und Höhenanhebung mit wählbarem Effekt
- Abstimmungsschritte 1/3, 125/5/6, 25/8, 33/10/12, 5/15/20/25/30/50/100/125 und 200 kHz
- Tastaturquittungston, abschaltbar
- Tasten unter Folie mit spürbarem Druckpunkt
- Auto-Power-Off-Funktion
- Battery-Safe-Funktion
- 12 h Empfangszeit mit voller Akkuladung
- Anzeige des Power-Status
- Buchse für externen Lautsprecher bzw. Kopfhörer (die Wiedergabe erfolgt in mono)
- BTL-NF-Verstärker
- Software zum Programmieren der Speicher und für das Geolocating downloadbar von <https://alincocom/global.html>
- umfangreiches Zubehör lieferbar

Allgemeines

VHF/UHF-Breitbandempfänger (Scanner) für analoge und digitale Sendarten mit eingebautem GPS-Empfänger

Hersteller	Alinco Inc., Japan
Markteinführung	2/2025
Preis	599 € Straßenpreis (5/2025)
Frequenzbereich	30,0... 470,0 MHz
Sendarten	FM, NFM, WFM, AM, NAM, DMR, D-STAR, C4FM (DN), dPMR, NXDN, DCR und diverse FSK-DATA-Modes (AIS, ACARS usw.)
Antennenanschluss	50 Ω (SMA)
Betriebsspannung	Lithium-Ionen-Akku EBP-114 (3,6 V/3120 mAh), 4,5 V (3 × AA-Alkaline-Batterien) oder 5 V ±5 % externe Speisung über den USB-C-Port

Stromaufnahme	500 mA
Empfang Stand-by	150 mA
Frequenzstabilität	-7 ... +3 ppm
Betriebstemperatur	-20 ... 60 °C
Ladetemperatur	10 ... 40 °C
Maße (B × H × T)	58 × 110 × 32,5 mm³ (ohne Knöpfe und Antenne)
Masse	260 g

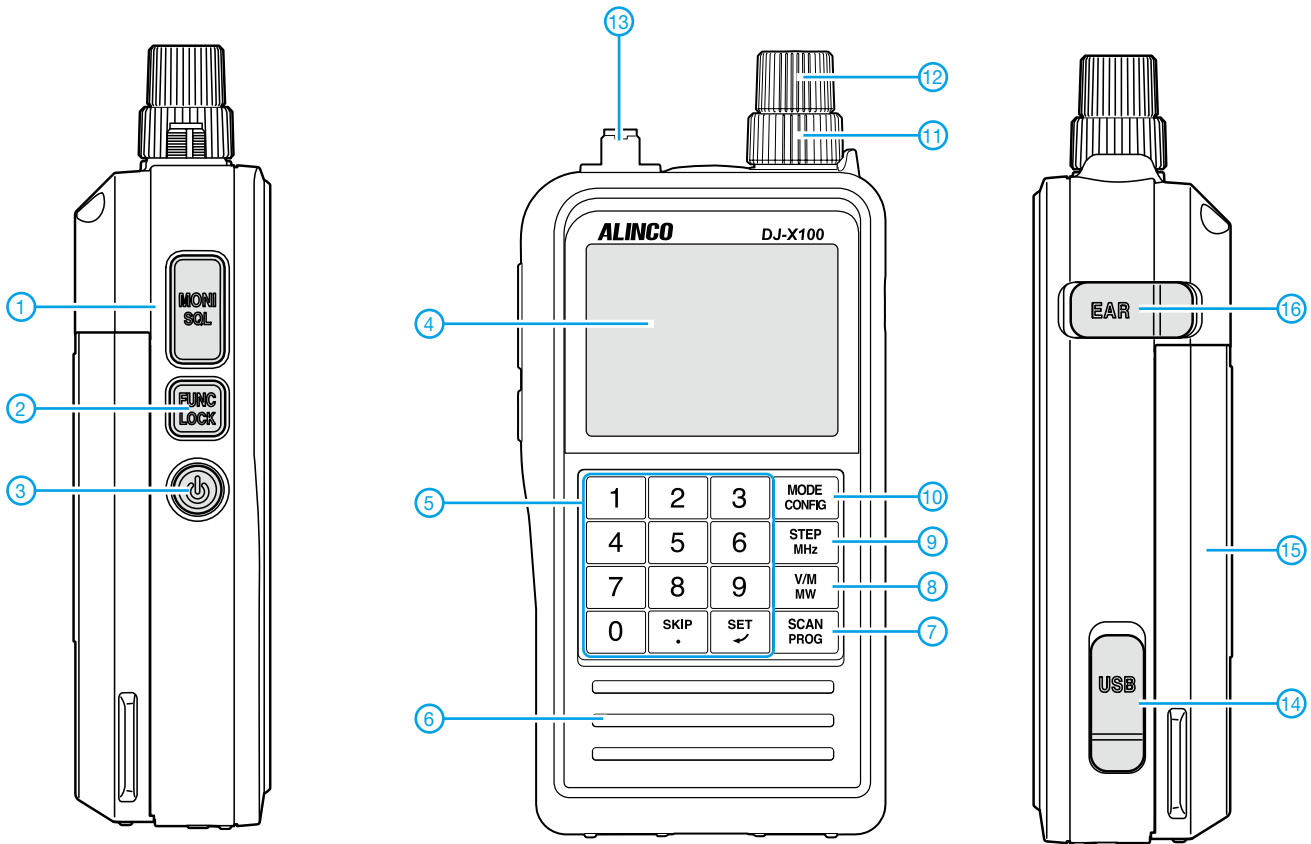
Zubehör, optional

EDC-325	Schnelllader (Tischlader)
ESC-65	Schutztasche
EDH-43	Leergehäuse für 3 × AA-Batterien oder Akku
DJ-X100EZ	Programmiersoftware für Windows-PCs
PositionViewer 1.01	Positionsanzeigesoftware für Windows-PCs



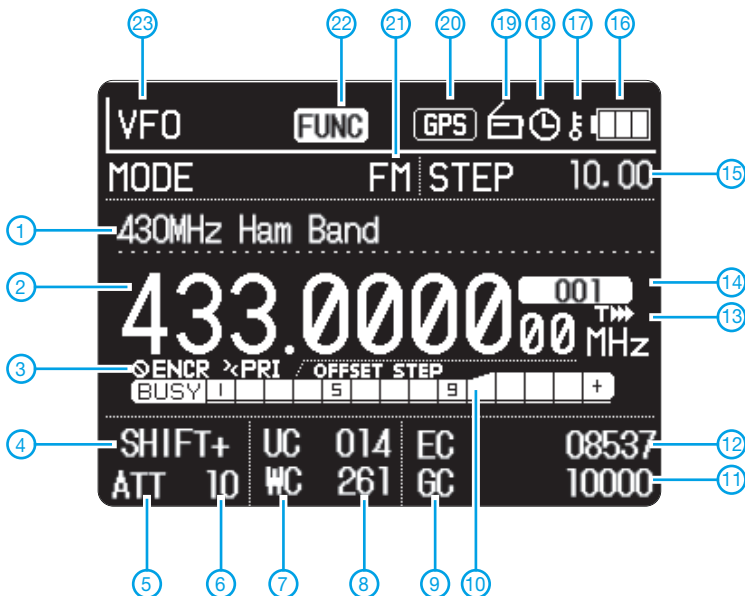
Lieferumfang

Breitbandempfänger, SMA-Antenne EA-295, Li-Ion-Akkupack EBP-114 (3,6 V/3120 mAh), Ladegerät EDC-352, USB-C-Lade-/Programmierkabel EDS-39, Gürtelclip EBC-65, Bedienungsanleitung



- 1 - Squelch-/Monitortaste
- 2 - FUNC-Taste/Tastenverriegelung
- 3 - Ein/Aus-Taste
- 4 - Farbdisplay
- 5 - Tastenfeld
- 6 - Lautsprecheröffnungen
- 7 - Suchlauttaste/Suchlaufmodus
- 8 - Umschalttaste VFO/Speichermodus
- 9 - Abstimmungsschrittweite/1-MHz-Schritte
- 10 - Empfangsmodus/UKW-Radio
- 11 - Lautstärke
- 12 - Abstimmungsknopf
- 13 - Antennenanschluss (SMA)
- 14 - USB-C-Buchse
- 15 - Akkupack oder Batteriegehäuse
- 16 - Buchse für externen Lautsprecher

Display (Auswahl)



- 1 - Name des Bandes/Speichers
- 2 - Frequenzanzeige
- 3 - Anzeige für verschlüsselte Signale
- 4 - Shift aktiv
- 5 - Eingangsabschwächer
- 6 - aktive Dämpfung
- 7 - Codes für DCR
- 8 - Codes für digitale Signale
- 9 - Codes für digitale Signale
- 10 - S-Meter
- 11 - Codes für digitale Signale
- 12 - Codes für digitale Signale
- 13 - Übersprung-Timer aktiviert
- 14 - Speichernummer
- 15 - Abstimmungsschrittweite
- 16 - Anzeige für Akkuladezustand
- 17 - Tasten verriegelt
- 18 - APO aktiviert
- 19 - FM-Radio
- 20 - GPS
- 21 - Sendart
- 22 - FUNC aktiviert
- 23 - Modus

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz (2)

Dr.-Ing. MICHAEL KNITTER – DG5MK

Nach der Beschreibung des Konzepts und der Hardware im ersten Teil des Beitrags geht es im Folgenden um die Software sowie die Möglichkeiten der Messergebnisanzeige. Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt ist die Vorstellung der neuen Funktion zur Zeitbereichsmessung.

Der Aufwand zur Erstellung einer leistungsfähigen Firmware für ein mobiles System ist ganz erheblich und wird von Außenstehenden meist unterschätzt. Programme auf dem PC lassen sich hingegen vielfach auf vorhandenen Teillösungen aufbauen. Die Performance ist dort häufig Nebensache, da die Hardware eines modernen PC leistungsfähig genug ist.

Leider trifft dies auf ein mobiles Gerät mit hoher Anwender-Interaktivität nicht zu. Tests mit vorhandenen Grafikpaketen zeigten schnell, dass diese im Endeffekt nicht leistungsfähig genug waren. Daher wurde der Großteil der Firmware des FA-VA 6 selbst entwickelt und auf Performance und Stabilität optimiert.

Die dafür erforderliche intensive Arbeit beanspruchte viele Monate und überstieg den Aufwand der Hardwareentwicklung bei Weitem. Viele Aspekte sind mit großer Liebe zum Detail umgesetzt worden. So wurden beispielsweise alle Zeichen und Linien zur Vermeidung von Treppeneffekten optisch optimiert (*Anti-Alias*). Ein weiteres Beispiel ist die animierte SWV-Balkenanzeige im Einzelfrequenz- und Fünfbandmodus, welche durch ihren weichen Wechsel das Gefühl einer analogen Anzeige vermittelt.

Vor dem Hintergrund des hohen Aufwandes wird klar, warum manche Projekte lieber als USB-Gerät mit Software auf dem PC realisiert werden, anstatt als mobiles Gerät mit Tastatur und Anzeige.

■ Funktionen

Die Funktionen des FA-VA 6 gliedern sich in Einzelfrequenz-, Mehrfrequenz- und Zeitbereichsmessungen. Hinzu kommen die Steuerungsmöglichkeit via USB und einige Zusatzfunktionen, die ebenfalls über das Hauptmenü selektierbar sind, siehe Bild 5.

Neben den Menüpunkten werden in der Kopfzeile auch die Uhrzeit und der Ladezustand des Akkumulators angezeigt.

Die Einzelfrequenzmessungen entsprechen weitestgehend denen des FA-VA 5. In Bild 6 ist das Ergebnis der SWV-Mes-

sung an einer 70-cm-Antenne als Beispiel zu sehen. Im oberen Bereich werden Messparameter angezeigt.

Der FA-VA 6 wird mit einer herstellereitigen Kalibrierung ausgeliefert, sodass sofort gemessen werden kann. Zusätzlich sind eine *Master*- und eine *Aktuelle Kalibrierung* möglich, ebenso die Verschiebung der Kalibrierebene mit der Einheit Nanosekunden oder Meter eines Kabels. So kann – zumindest im KW-Bereich – eine Messung vom Eingang des Antennenkabels virtuell zum Antennenfußpunkt verschoben werden. Im unteren Bereich der Displayanzeige befindet sich eine Informationszeile, die mögliche weitere Aktionen aufzeigt.

In Bild 7 ist das Ergebnis einer Mehrfrequenzmessung an einem 50 cm langen 50-Ω-Kabel mit offenem Ende zu sehen. Bekanntlich wirken Kabel als Leitungstransformatoren. Bei einer Länge von $\lambda/4$ transformiert das Kabel das offene Ende als Kurzschluss an den Anfang, bei $\lambda/2$ wird das offene Ende übertragen. Dabei ist jeweils noch der vom Kabeltyp abhängige Verkürzungsfaktor VF zu berücksichtigen. Aus dem Messdiagramm lassen sich die dazugehörigen Frequenzen mit 100 MHz und 200 MHz ablesen. Mit ein wenig Rechnerei, unter Berücksichtigung von $VF = 0,66$ bei RG58, erhält man in diesem Fall jeweils eine Kabellänge von 0,5 m.

Besonders interessant sind die dynamischen Messbereichs- und Skalierungsänderungen des FA-VA 6 bei Mehrfrequenzmessungen. So lassen sich z.B. mit den Pfeiltasten die Spanne und das Zentrum des Frequenzbereichs ändern. Anschließend startet automatisch eine neue Messung, sodass hier der Eindruck einer hori-



Bild 5: Hauptmenü des FA-VA 6



Bild 6: Ergebnis der SWV-Messung einer 70-cm-Antenne im Modus Einzelfrequenzmessung

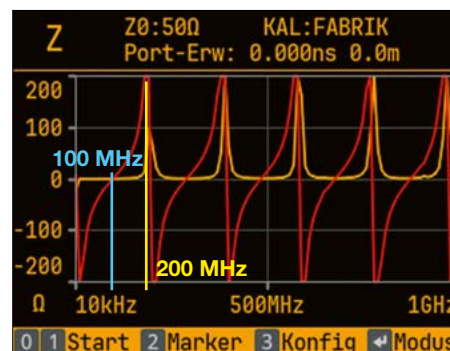


Bild 7: Beispiel für das Ergebnis einer Mehrfrequenzmessung an einem 50 cm langen 50-Ω-Kabel mit offenem Ende, Erläuterungen siehe Text

zontalen Dehnung oder Stauchung (Zoom) bzw. eines Verschiebens der Messkurve entsteht. Bei eingeschaltetem Marker kann dieser mithilfe der Pfeiltasten verschoben und die vertikale Skalierung, also die y-Achse, ohne erneute Messung dynamisch geändert werden.

Tabelle 4 fasst die Anzeigemöglichkeiten bei Einzel- und Mehrfrequenzmessungen zusammen.

Tabelle 4: Ergebnisdarstellungen bei Einzel- und Mehrfrequenzmessungen

Einzelfrequenzmessung	Anzeige SWV, Impedanz Z mit Real- und Imaginärteil, Betrag der Impedanz, Kapazität und Induktivität, Reflexionsfaktor S_{11} , Betrag und Phase S_{11} , Rückflussdämpfung (<i>Return Loss</i>), Fehlanpassungsverlust (<i>Mismatch Loss</i>), Güte
Mehrfrequenzmessung	SWV, Impedanz Z mit Real- und Imaginärteil, Reflexionsfaktor S_{11} als Smith-Chart, Reflexionsfaktor in Dezibel, alle Werte der Einzelfrequenzmessung an der Position des Markers
Fünfband-Messungen	gleichzeitige Anzeige der SWV-Werte aller fünf Bänder

Tabelle 5: Zeitbereichsmessungen (TDR) und aktuelle Applikationen

Längenbereiche TDR	bis 6,3 m, 12,6 m, 25,3 m, 50,6 m, 101,3 m oder 202,7 m
Messergebnis TDR	Impulsantwort über Länge oder in Dezibel über Länge, Sprungantwort über Länge oder als Betrag der Impedanz über Länge
Auflösung TDR	benachbarte Störstellen: 0,5 ns, entspricht z.B. 0,1 m bei $VF = 0,66$ einzelne Störstellen: < 0,05 ns, entspricht z.B. 0,01 m bei $VF = 0,66$
Aktuelle Applikationen	Kabellänge nach bekanntem Verkürzungsfaktor (<i>Velocity Factor, VF</i>), <i>VF</i> nach bekannter Kabellänge, Wellenwiderstand des Kabels (Impedanz)

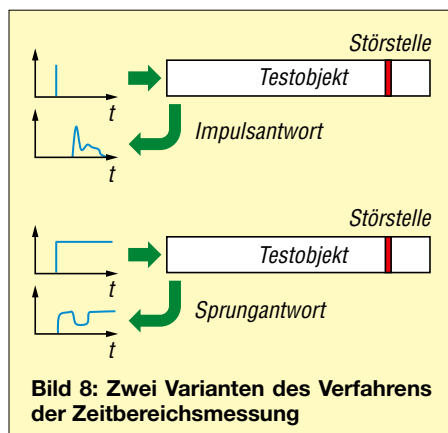
Zeitbereichsmessungen

Der FA-VA 6 bietet darüber hinaus die Möglichkeit von Zeitbereichsmessungen. Um diese besser zu verstehen, wird das zugrundeliegende Verfahren hier kurz erläutert. Dabei ist es für das Verständnis hilfreich, zunächst eine früher verwendete Methode zu betrachten.

Bild 8 veranschaulicht den Vorgang. Gibt man einen kurzen Spannungsimpuls auf eine Leitung, so wandert dieser fast mit Lichtgeschwindigkeit über die Leitung, reduziert durch den Verkürzungsfaktor des Kabels. Je „dichter“ das Kabelmaterial ist, desto langsamer wird die Welle. Bei einem Kabel mit hohem Luftanteil im Dielektrikum, z. B. *Aircell7*, beträgt der Verkürzungsfaktor $VF \approx 0,8$.

Diese Welle wandert nun so lange ungehindert im Kabel, bis sich das Medium ändert. Im vorliegenden Fall entspräche das einer Impedanzänderung. Dies kann eine Störstelle durch ein gequetschtes Dielektrikum sein oder aber das Ende des Kabels, sofern es nicht mit der Leitungsimpedanz (zumeist 50 Ω) abgeschlossen ist. Bei jeder Impedanzänderung wird ein Teil der Welle reflektiert, ein Teil wandert weiter – je stärker die Änderung, desto größer der reflektierte Anteil. Dies ist vergleichbar mit optischen Beobachtungen: An zwei zusammenliegenden Glasquadern unterschiedlicher optischer Güte wandert Licht durch einen Quader und wird teilweise an der Übergangsstelle zum zweiten Quader reflektiert.

Beim Kabel erscheint der reflektierte Anteil jetzt nach einer bestimmten Laufzeit wiederum am Eingang als *Impulsantwort*



und kann dort z. B. mit einem Oszilloskop gemessen werden. Aus den Messwerten von Laufzeit und Pegel des reflektierten Signals lassen sich Lage und Relevanz der Störstelle herleiten. Mit dieser Methode hat man früher unter anderem den Ort der Unterbrechung in Telefonleitungen bestimmt. Die Messung des reflektierten Signals entlang der Zeit war auch namensgebend für die Zeitbereichsreflektometrie (engl. *time-domain reflectometry, TDR*).

Damals ließen sich sehr kurze Impulse mit hohem Pegel nur schwer erzeugen. Daher gibt es noch eine andere Variante des Verfahrens, siehe Bild 8 unten. Statt eines Impulses schaltet man eine Spannung zu einem bestimmten Zeitpunkt ein und behält diese bei. Prinzipiell ergibt sich der gleiche Ablauf, aber überlagert mit einem Gleichstromanteil.

Am Eingang des Kabels lässt sich direkt nach dem Einschalten der Spannung zunächst nach dem ohmschen Gesetz die Impedanz ohne Reflexion ermitteln. Bei einer Reflexion ändern sich die Verhältnisse, für die Dauer des reflektierten Anteils (Sprungantwort). Aus dieser Änderung kann man die Impedanz der Störstelle errechnen. Wenn der reflektierte Anteil beispielsweise im Generatorwiderstand absorbiert wurde, treten die alten Verhältnisse (ohne Reflexion) wieder ein. Es ist somit möglich, in die Impedanzverhältnisse des störstellenbehafteten Kabels virtuell „hineinzuschauen“.

Da von hin- und rücklaufenden Wellen die Rede ist, könnte jetzt folgender Einwand kommen: „Aber dies entspricht doch genau der Definition des Reflexionsfaktors Γ bzw. S_{11} . Der Reflexionsfaktor ist das Verhältnis von rücklaufender zu hinlaufender Welle. Daraus lassen sich bei bekannter Systemimpedanz auch die Abschlussimpedanz und andere Werte errechnen.“ – Stimmt genau, allerdings bezieht sich der hier diskutierte Reflexionsfaktor auf Impulsvorgänge im Zeitbereich, der ansonsten üblicherweise betrachtete Reflexionsfaktor ist für einen eingeschwungenen Zustand im Frequenzbereich definiert. Dass es da einen Zusammenhang gibt, ist zu vermuten. An dieser Stelle sei auf den Kasten auf der folgenden Seite verwiesen.

Als Beispiel ist in Bild 9 das Ergebnis der Messung der Impulsantwort eines 5 m langen 50- Ω -Kabels ohne Abschluss zu sehen. Deutlich erkennbar ist die Reflexion am offenen Ende. Der Marker zeigt einen Wert von 0,59 an. Etwa 60 % des Impulses werden also zum Leistungseingang zurückreflektiert. An einem 50 cm langen 50- Ω -Kabel bei gleicher Messung ergaben sich 92 % Reflexion. Die fehlenden Prozentpunkte resultieren aus Kabelverlusten. Wäre am Ende des Kabels ein Kurzschluss, so sähe man eine Reflexion mit negativem Impulsausschlag.

Bild 10 zeigt ein weiteres Messbeispiel. Hier ist das 5 m lange 50- Ω -Kabel mit einem 3 m langen 75- Ω -Kabel verlängert worden. Das Ende war wiederum offen. Gemessen bzw. berechnet wurde nunmehr die Sprungantwort.

Deutlich sichtbar ist die Impedanz des Kabels von etwas über 50 Ω bis zur Länge von 5 m. Anschließend folgen 3 m mit einer Impedanz von rund 75 Ω bis zu einer Gesamtlänge von 8 m. Danach springt die Impedanz wegen des offenen Endes auf einen hohen Wert.

Aus Tabelle 5 sind die Möglichkeiten der Zeitbereichsmessung des FA-VA 6 ersichtlich.

Die bei den Mehrfrequenzmessungen erwähnten dynamischen Skalierungen und Messbereichsänderungen stehen auch für die Zeitbereichsmessungen zur Verfügung. Damit lassen sich nicht nur schnell und



Bild 9: Impulsantwort eines 5 m langen 50- Ω -Kabels mit offenem Ende



Bild 10: Sprungantwort eines 5 m langen 50- Ω -Kabels, verlängert um 3 m 75- Ω -TV-Kabel mit offenem Ende

Zeitbereichsmessungen mit einem vektoriellen Antennenanalysator

Bild 8 illustriert das Prinzip einer Zeitbereichsmessung. Ein vektorieller Eintor-Netzwerk-analysator wie der FA-VA6 kann eigentlich keine Abläufe im Zeitbereich messen, sondern führt nur Messungen im Frequenzbereich durch. Dabei wird für verschiedene Ab-tastpunkte im Frequenzbereich der Reflexions-faktor S_{11} bestimmt, also der Anteil des rück-laufenden im Verhältnis zum hinlaufenden Signal im eingeschwungenen Zustand.

Der in Bild 8 dargestellte Weg vom Eingang des Kabels über die Reflexion und wieder zu-rück kann nun als Übertragungskanal ähnlich einem Filter interpretiert werden. Der FA-VA6 misst also für verschiedene Frequenzen die Übertragungsfunktion im Frequenzbereich dieses gedachten Übertragungskanals.

Aus der Signaltheorie ist bekannt, dass die Übertragungsfunktion (Frequenzbereich) eines Kanals diesen genauso eindeutig beschreibt wie die dazugehörige Impulsantwort (Zeitbe-reich). Der Funkamateure kennt das „Durch-wobeln“ eines Filters zur Bestimmung der Übertragungsfunktion. Genauso gut könnte man aber einen sehr kurzen Impuls (Dirac-Impuls) auf den Eingang des Filters geben und dessen Reaktion, also die Impulsantwort, mit einem Oszilloskop beobachten.

Übertragungsfunktion und Impulsantwort sind über eine mathematische Beziehung, die *Fouriertransformation*, eindeutig miteinander verknüpft. In der Praxis wird zumeist die Variante der *schnellen Fouriertransformation* genutzt (FFT). Daher kann der FA-VA6 die Über-tragungsfunktion im Frequenzbereich messen und daraus per FFT die Impulsantwort im Zeitbe-reich berechnen. Bild 11 veranschaulicht die erläuterten Zusammenhänge. Dabei ist zu be-achten, dass die FFT blockweise arbeitet. Eine Anzahl von Abtastpunkten N im Frequenzbe-reich wird auf eine Anzahl N von Werten im Zeitbereich abgebildet.

Zusätzlich zeigt Bild 11 noch einige wichtige Zusammenhänge der beiden Bereiche auf.

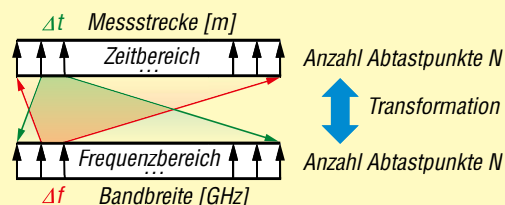


Bild 11:
Verknüpfung von Zeit-
und Frequenzbereich
über die Fouriertransformation

bequem die Längen von Kabeln bestim-men. Auch die Gesamtbeurteilung des Zustands eines Antennenkabels bis zum Antennenfußpunkt ist auf diese Weise möglich. Schlechte Verbindungen oder gequetschte Kabelstücke sind schnell und eindeutig identifizierbar.

Sonstige Funktionen

Eine weitere Funktion des FA-VA 6 ist der USB-Modus. Dieser erlaubt – wie schon beim FA-VA 5 – das Zusammenwirken mit der VNWA-Software von Thomas Bayer, DG8SAQ [2]. Hinsichtlich der Be-dienung sei auf [1] verwiesen.

Die Möglichkeit der Nutzung als Signal-generator mit einstellbarer Frequenz und

Der Frequenzabstand Δf zwischen zwei Ab-tastpunkten bestimmt die maximale, störfreie Darstellung im Zeitbereich. Umgekehrt ergibt sich der Zeitabstand Δt (zeitliche Auflösung) aus der Bandbreite im Frequenzbereich.

Beim FA-VA6 wird noch ein zusätzliches Ver-fahren verwendet, die *Hermiteische Verarbei-tung*, welche hier nicht näher erläutert wird. Dadurch ergibt sich eine Bandbreite von 2 GHz bei einer Verdopplung der Abtastwerte. Bei-spielsweise kann der FA-VA6 bis zu 2048 Werte im Frequenzbereich abtasten und dies bei 1 GHz Bandbreite. Somit ergeben sich 4096 Werte bei 2 GHz. Damit wird $\Delta f = 488\,281,25\text{ Hz}$, was einer Periodendauer von $2,048\text{ }\mu\text{s}$ entspricht. Mit einem Verkürzungs-faktor von $VF = 0,66$ ergibt sich eine darstell-bare Länge von $405,504\text{ m}/2 = 202,752\text{ m}$ (Signal läuft zum Leitungsende hin und an-schließend wieder zurück).

Weiterhin resultiert aus der Bandbreite von 2 GHz ein zeitlicher Abstand der Werte im Zeitbereich Δt von $0,5\text{ ns}$, dies entspricht bei einem Verkürzungsfaktor von $VF = 0,66$ dem Abstand $0,1\text{ m}$. Einzelne Störstellen (singuläre Energie) können anhand der Signalspitze mit einem Faktor 10 und besser erkannt wer-den, was zu einer Längenauflösung von unter 1 cm führt.

Die Sprungantwort lässt sich wiederum ma-thematisch per Integration aus der Impulsant-wort berechnen. Dabei kommt dem Messwert bei $f = 0\text{ Hz}$ (Gleichstromanteil) eine besonde-re Bedeutung zu. Der FA-VA6 ist nicht in der Lage, diesen Anteil direkt zu messen, daher kann die Gleichstromimpedanz durch den An-wender eingegeben werden. Bei Antennen und offenen Kabeln ist dies zumeist ein Wert größer als $1\text{ k}\Omega$. Optional ist eine Extrapolation dieses Wertes durch den FA-VA6 mög-lich. Reflexionsfaktor S_{11} und Impedanz Z könn-en zu jedem Zeitpunkt, bei Kenntnis der Sys-temimpedanz, einfach in den jeweils anderen Wert umgerechnet werden.

die Bereitstellung einer grafisch animier-ten Anzeige einer Analoguhr, versehen mit einem vom Anwender eingestellten Rufzeichen, runden das Funktionsspek-trum des FA-VA 6 ab.

Weiterentwicklung

Geplant sind Funktionserweiterungen des FA-VA 6 in Form weiterer Applikatio-nen. Ziel ist es, Anwendern kompakte, menügeführte Lösungen für typische Auf-gabenstellungen im Amateurfunkbereich zur Verfügung zu stellen. Applikationen für Kabelmessungen sind bereits imple-mentiert, siehe Tabelle 5. So wird die Länge eines Kabels nach Auswahl eines bestimmten Kabeltyps und entsprechen-

der Messung direkt durch das Gerät be-stimmt. Oder umgekehrt lässt sich der Verkürzungsfaktor eines Kabels bei Ein-gabe der bekannten Länge ermitteln. Eine weitere Applikation ist die Bestimmung der Kabelimpedanz. Im Bereich der Mes-sung von Antennen, Kabeln und Kompo-nenten ergeben sich sicherlich noch mehr Anwendungsfälle.

Da der FA-VA 6 ein Gerät von Funkama-teuren für Funkamateure ist, nehme ich Ideen und Vorschläge für Applikationen gern per E-Mail entgegen. Erforderlich wären eine Kurzbeschreibung und – falls vorhanden – die zugrunde liegende mathe-matische Berechnung des Ergebnisses.

Zusammenfassung

Aufgrund vieler guter Diskussionen mit Anwendern des Vorgängermodells konnte mit dem FA-VA 6 ein leistungsfähiger An-tennenanalysator entwickelt werden, der ein vielfältiges Spektrum an Funktionalitä-ten inklusive Zeitbereichsmessung bietet. Verbunden mit der sehr hohen Präzision der Messungen ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Amateur- und gegebenenfalls auch im professionel-len Sektor. Im Vordergrund der Entwick-lung standen dabei unter anderem eine leistungsfähige, intuitive Bedienung des au-tarken Geräts und dessen Nutzbarkeit auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen.

Der FA-VA 6 wird voraussichtlich ab 14.7.2025 zu einem attraktiven Preis er-hältlich sein. Geplant ist ein weitgehend vorgefertigter Bausatz, bei dem nur noch wenige Elemente zu montieren sind. Ein stabiler Transportkoffer, der passende Li-thium-Ionen-Akkumulator (nur beim Ver-sand innerhalb Deutschlands), ein USB-Kabel sowie ein einfaches SOL-Kalibrier-set zum Selbstbau runden das Gesamt-paket ab.

Der Bausatz ist derzeit in Vorbereitung. Sobald er lieferbar ist, informiert der FA-Leserservice darüber auf den FA-Markt-seiten und im Online-Shop [3].

Gemeinsam mit dem Team des FA-Le-serservice freue ich mich auf eine rege Beteiligung bei der Entwicklung zusätz-licher Applikationen. Wir wünschen be-reits jetzt viel Erfolg und Spaß beim Auf-bau des FA-VA 6 und bei den anschlie-ßenden Messungen! *dg5mk@darc.de*

Bezugsquellen

- [2] Baier, T., DG8SAQ: VNWA-Software. www.sdr-kits.net
- [3] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: shop@funkamateur.de; Online-Shop: www.funkamateur.de → Online-Shop → **BX-246**, **BX-246-A**

Experimente mit Lichtwellenleitern als Sensoren

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Zur Signalübertragung kommen heutzutage vielfach Lichtwellenleiter zum Einsatz, zumal sie sich in vielerlei Hinsicht als störfest erwiesen haben. Doch die Lichtleitung lässt sich von außen beeinflussen, was beispielsweise den nachfolgend beschriebenen Einsatz zur Strommessung und als Füllstandsensoren ermöglicht. Auch die Verwendung in Lichtschranken eröffnet neue Anwendungsbereiche.

Bereits am Beginn der Glasfaser-Ära in den 1960er-Jahren wurde erkannt, dass sich einige physikalische Effekte auf die Eigenschaften des im Lichtleiter übertragenen Lichts auswirken, andere jedoch nicht. Dadurch entstanden bereits in den 1980er-Jahren Ideen für die direkte Verwendung von Lichtwellenleitern als Sensoren. Diese vereinfachten vielfach den Aufbau von Schaltungen, da sich auf diese Weise Sensoren mit besonderen Eigenschaften entwickeln ließen oder deren Zuverlässigkeit erhöht werden konnte [1], [2].

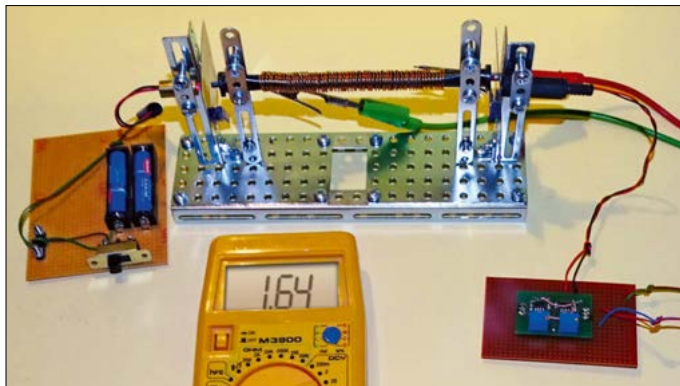


Bild 1: Die Polarisation des in einem Lichtwellenleiter übertragenen Signals ändert sich, wenn wie hier beim Versuchsaufbau Strom durch eine umgebende Spule fließt. Das Instrument zeigt die Ausgangsspannung des Messverstärkers auf der Empfängerseite an.

Foto: Sander

Lichtwellenleiter eignen sich für die Registrierung einer Verformung, die Messung des Abstands und Drehwinkels, der Drehzahl, von Vibrationen, des Füllstands, aber auch zum Messen des Durchflusses von Flüssigkeiten sowie von Temperatur und Feuchtigkeit. Besonders interessant ist auch, dass sich mit Lichtwellenleitern nicht nur die elektrische oder magnetische Feldstärke messen lässt, sondern auch ein fließender Strom. Später kamen noch Verfahren zur Messung von chemischen Partikeln hinzu.

Nachfolgend gehe ich näher auf einige Anwendungsbereiche ein.

■ Strommessung

Bei Projekten, die eine Strommessung bei hoher Spannung erfordern, ist in der Regel eine galvanische Trennung zwischen der Messstelle und der auswerten-

den Elektronik erforderlich. Ein Verfahren, das schon seit Jahrzehnten vor allem in der Industrie genutzt wird, verwendet einen Lichtwellenleiter zur Strommessung.

Der englische Naturforscher Michael Faraday (1791–1867) hat viele physikalischen Experimente durchgeführt. Dabei entdeckte er 1845 auch den magnetooptischen Effekt, der später nach ihm als *Faraday-Effekt* bezeichnet wurde. Er hatte durch Experimente erkannt, dass sich Licht und Magnetfelder gegenseitig beeinflussen. Faradays Erkenntnisse waren

der Ausgangspunkt für die einige Jahre später von James Clark Maxwell erforschte Theorie, dass Licht aus elektromagnetischen Wellen besteht.

In Bild 2 ist das Prinzip zur Strommessung nach dem Faraday-Effekt dargestellt. Das Glasfaserkabel wird durch eine Spule geführt, durch die der zu messende Strom fließt. In das Glasfaserkabel koppelt man auf der einen Seite Licht ein, wobei zur Vorgabe der Polarisations-ebene noch ein Polarisationsfilter vorschaltet wird. Am besten funktioniert es

mit einem Laserstrahl. Auf der anderen Seite ist hinter einem zweiten Polarisationsfilter eine Fotodiode angeordnet.

Wenn kein Strom durch die Spule fließt, bleibt die Richtung der Polarisation des Lichts erhalten. Beim Durchfluss von Strom durch den Spulendraht entsteht ein magnetisches Feld. Prinzipiell genügt eine Windung. Doch mehr Windungen ergeben ein stärkeres Magnetfeld. Wichtig ist, dass das Licht und das Magnetfeld die gleiche Richtung haben. Durch die Überlagerung des übertragenen Lichts und des Magnetfelds ändert sich die Polarisationsrichtung des Lichts, wie es in Bild 2 durch die roten Kurven und Pfeile dargestellt ist. Wie stark sich die Polarisationsrichtung ändert, ist von der Magnetfeldstärke abhängig.

Die beiden Filter sind erforderlich, weil das von einer Quelle ausgehende Licht unpolarisiert ist und sich das Strahlungsfeld aus Wellen aller Polarisationsrichtungen zusammensetzt. Ohne die Filter ließe sich keine Aussage über die Änderung der Polarisations-ebene treffen. Deshalb ist für die Messung nur polarisiertes Licht geeignet. Es wird in diesem Fall durch die Laserdiode und ein nachgeschaltetes Polarisationsfilter erzeugt. Das zweite Filter vor der Fotodiode muss dieselbe Polarisations-ebene aufweisen wie das vor der Laserdiode.

Wenn sich die Polarisations-ebene des Lichts im Glasfaserkabel ändert, erscheint es auf der Empfängerseite dunkler. Auf diese Weise lässt sich die Helligkeit der Stromstärke zuordnen. Zur Messung der Helligkeit des auf die Fotodiode treffenden Lichts ist eine entsprechende Schaltung erforderlich, die im Abschnitt *Messverstärker* beschrieben ist.

■ Füllstandsmessung

Die Messung des Wasserstands ist in vielen Anwendungsbereichen wichtig. Bei herkömmlichen Wassersensoren ist ein zuverlässiger Aufbau erforderlich, um Defekte durch Korrosion und andere chemische Vorgänge zu vermeiden. Glasfaserkabel können jedoch nicht korrodieren und bieten sich als Alternative an.

Jede Glasfaser besteht aus einem sehr dünnen Faserkern. Dieser ist mit einem ebenfalls dünnen, meist transparenten

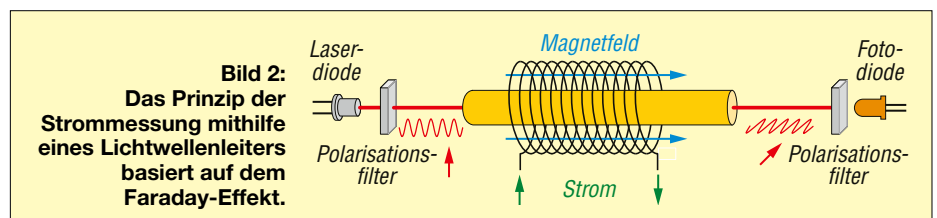


Bild 2: Das Prinzip der Strommessung mithilfe eines Lichtwellenleiters basiert auf dem Faraday-Effekt.

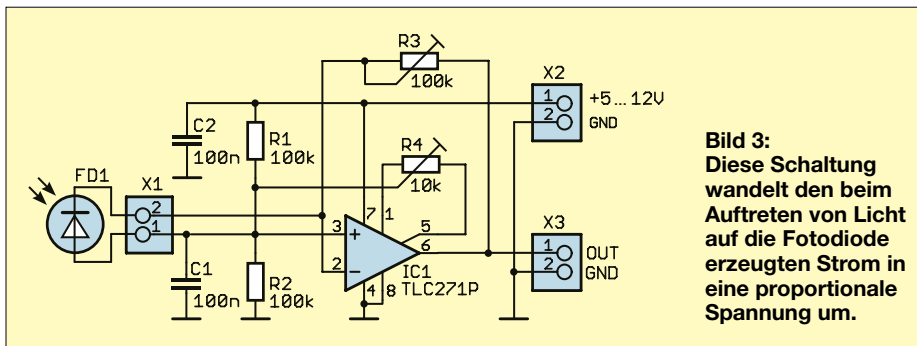


Bild 3:
Diese Schaltung wandelt den beim Auftreten von Licht auf die Fotodiode erzeugten Strom in eine proportionale Spannung um.

Mantel umhüllt, dessen optischer Brechungsindex niedriger ist als der des Faserkerns. Dadurch wird das übertragene Licht an der Fläche zwischen Kern und Mantel vollständig reflektiert. Nur so ist es möglich, Glasfasern gebogen zu verlegen, ohne dass sich das weitergeleitete Licht abschwächt.

Zusätzlich besitzt jede Glasfaser eine weitere, lichtundurchlässige Schicht, die als mechanischer Schutz dient und die Einstrahlung von Fremdlicht unterbindet.

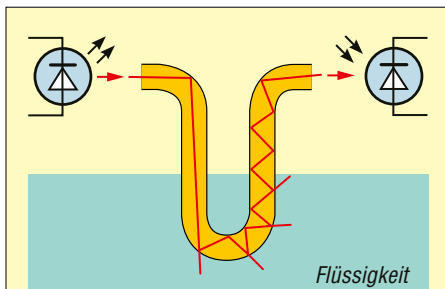


Bild 4: Eine umgebende Flüssigkeit ändert die Reflexion des Lichts in einem Lichtwellenleiter, woraus sich anhand der danach noch messbaren Lichtstärke der Flüssigkeitsstand bestimmen lässt.

Für das nachfolgende Experiment ist nur der Kern einer Glasfaser erforderlich, also der das Licht leitende Teil ohne den transparenten Mantel. Wird dieser Kern in einem Bogen durch eine Flüssigkeit geführt, vergrößert sich der Brechungsindex am Rand des Kerns. Das normalerweise an dessen Außenseite reflektierte Licht wird teilweise in die Flüssigkeit abgestrahlt. Auf der Empfangsseite ist somit die Lichtstärke geringer. Die Wirkung ist umso größer, je länger die Strecke des im Wasser liegenden Kerns ist,

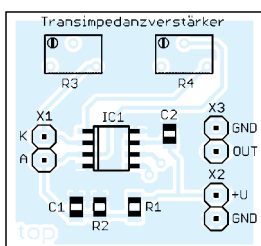


Bild 5:
Bestückungsplan des Messverstärkers; Originalabmessungen 28 mm x 26,5 mm

woraus sich auf die Füllhöhe des Wasserbehälters schließen lässt.

In Bild 4 ist der Aufbau eines solchen Sensorsystems dargestellt. Da es wahrscheinlich nur Profis mit entsprechender Ausrüstung gelingt, den Glasfaserkern freizulegen, nutze ich für dieses Experiment preiswert erhältliche, oft fälschlicherweise als *Glasfaser* bezeichnete Kunststofffasern. Diese besitzen keinen Mantel und brechen nicht so schnell wie der aus Glas bestehende Kern echter Glasfasern.

Die Faser wird gebogen auf einer stabilen Unterlage befestigt und in den zu überwachenden Behälter gehängt. Die Enden verbindet man fest mit der LED bzw. der Fotodiode der Auswerteschaltung. Wie bereits bei der Strommessung erläutert, lassen sich aus der Stärke des mit der Fotodiode aufgenommenen Lichts Rückschlüsse auf die Umgebung ziehen, hier die Füllstandshöhe der Flüssigkeit im Behälter. Je länger der eintauchende Abschnitt ist, desto mehr Licht geht aufgrund des höheren Brechungsindex von Wasser gegenüber Luft in der Faser verloren.

Messverstärker

Die beschriebene Messung der Stromstärke und die Anwendung als Füllstandsensor erfordern nur die Auswertung der Lichtstärke auf der Empfangsseite. Deshalb habe ich die einfache Schaltung in Bild 3 entworfen, die für beide Anwendungen geeignet ist.

Der Operationsverstärker IC1 arbeitet als Transimpedanzverstärker. Die Versorgung erfolgt aus einer Spannungsquelle mit 5 V bis 12 V. Die Widerstände R1 und R2 dienen zur Erzeugung einer virtuellen Masse in Höhe der halben Betriebsspannung, die als Bezugspotenzial am nicht invertierenden Eingang (+) des Operationsverstärkers liegt. Trifft Licht auf die Fotodiode, fließt Strom von deren Katode zur Anode. Die gleiche Stromstärke fließt vom Ausgang des Operationsverstärkers (Pin 6) über den Rückkopplungswiderstand R3. Damit ergibt sich aus dem

Widerstandswert von R3 und der Stromstärke die an X3 liegende Ausgangsspannung der Schaltung.

Je größer der Fotodiodenstrom, umso höher ist die Ausgangsspannung. Mithilfe des Trimmers R3 lässt sich die Verstärkung einstellen. Zusätzlich habe ich noch R4 eingebaut, mit dem die sogenannte Offset-Spannung vorgegeben wird. Dabei handelt es sich um den Pegel des Nullpunkts, also wenn kein Eingangssignal anliegt.

Für erste Versuche genügt es, an den Ausgang ein herkömmliches Spannungsmessgerät anzuschließen. Kommt alternativ eine Auswertebaugruppe mit einem Mikrocontroller zum Einsatz, ist darauf zu achten, dass deren Versorgungsspannung mit der des Messverstärkers übereinstimmt.

Lichtschanke

Die wohl bekannteste Anwendung, um mit Licht Schaltvorgänge auszulösen, sind Lichtschranken. Soll z.B. kontrolliert werden, ob eine Tür geschlossen ist, so gestaltet sich die mechanische Realisierung oft nicht einfach. Zum einen ist zumindest ein Teil der elektronischen Schaltung an der Tür zu befestigen, der dann bei einer Außentür Witterungseinflüssen ausgesetzt ist und somit wasserdicht aufgebaut sein muss.

Zum anderen können starke elektrische Felder die an der Tür angebrachte Lichtschranke gewollt (Einbrecher) oder ungewollt (Gewitter) beeinflussen und so beispielsweise die Alarmauslösung vereiteln oder Fehlauslösungen provozieren. In solchen Fällen sind Lichtleiter hilfreich, da sich die Auswerteelektronik geschützt abseits der Tür installieren lässt.

Im einfachsten Fall sind, wie in Bild 6 dargestellt, lediglich zwei Lichtwellenleiter im Türrahmen zu installieren. Gegenüber ist am Türblatt ein kleiner Reflektor, beispielsweise in Form einer dünnen Metallfolie, zu befestigen, wenn nicht die meist lackierte Oberfläche der Tür selbst als Reflektor genügt.

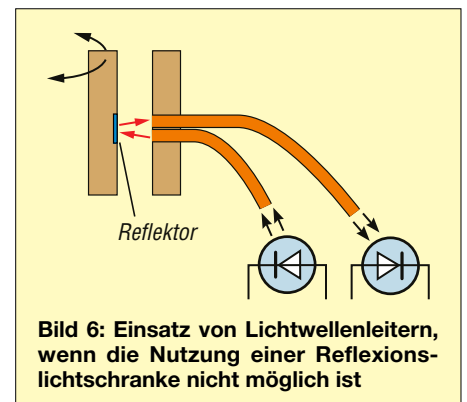
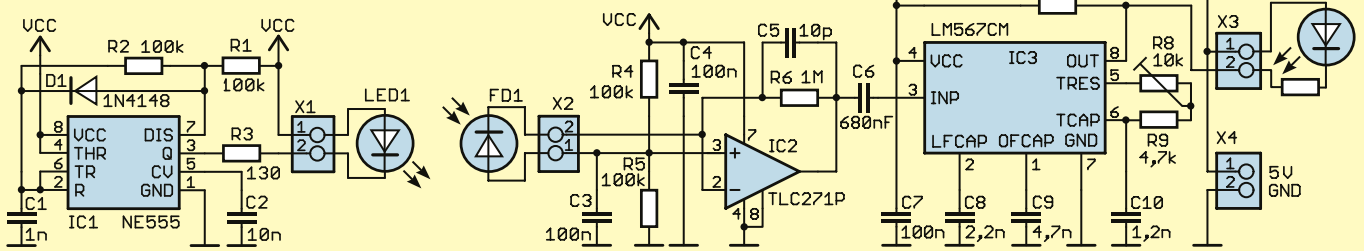


Bild 6: Einsatz von Lichtwellenleitern, wenn die Nutzung einer Reflexionslichtschranke nicht möglich ist

Bild 7: Schaltung der frequenzmodulierten Lichtschranke



Die Lichtwellenleiter sind an einer Stelle anzubringen, an der auf die offenen Enden kein störendes Sonnenlicht trifft. Anderenfalls ist dafür Sorge zu tragen, dass sich Streulicht nicht negativ auf die Schaltfunktion auswirkt. Eine einfache Möglichkeit dafür zeige ich weiter unten. Eine andere ist die Verwendung einer Lichtquelle, deren Wellenlänge im Sonnenspektrum kaum vorhanden ist. Ich selbst nutze in einem solchen Fall den nahen Infrarot-Bereich (NIR) und eine Wellenlänge von 950 nm. Die Kombination beider Varianten ergibt eine robuste und störungsempfindliche Lichtschranke.

Das Licht wird von einer herkömmlichen LED ausgegeben und in die Glasfaser eingekoppelt. Bei geschlossener Tür wird das Licht reflektiert und erreicht über die zweite Glasfaser die Fotodiode. Bei geöffneter Tür fehlt die Reflexion. Die Lichtleiter können bei einer solchen Anwendung relativ lang ausgelegt sein. Wichtig ist, dass sie zur optischen Abschirmung von einem lichtundurchlässigen Material umhüllt sein müssen. Die mancherorts angebotenen, mit einem klaren Kunststoff überzogenen Lichtleiter sind für diese Anwendung ungeeignet.

Damit die Lichtschranke selbst bei Streulicht korrekt funktioniert, ist das zu übertragende Signal zu modulieren. Dann lässt es sich auf der Empfängerseite von einem Dauersignal unterscheiden. Einsetzbar ist beispielsweise die Schaltung in Bild 7. Für IC1 kommt ein NE555 zum Einsatz, der hier als Signalgenerator arbeitet und ein Signal mit 50 kHz erzeugt.

Mit diesem wird die LED1 des Sendeteils angesteuert, die mit dem Lichtleiter verbunden ist.

An X2 des Empfängerteils ist die Fotodiode FD1 angeschlossen. Die zweite Glasfaser ist so auszurichten, dass ihr Licht auf diese Fotodiode trifft. Der nachfolgende Operationsverstärker IC2 arbeitet als Transimpedanzverstärker. Der sehr niedrige Strom der Fotodiode wird proportional in eine Spannung umgesetzt. Am Ausgang des Operationsverstärkers befindet sich ein Tondecoder-Schaltkreis, in diesem Fall ein LM567CM.

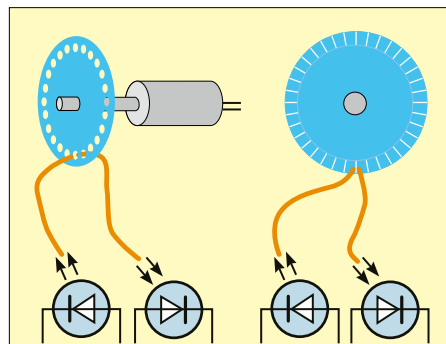


Bild 9: Lichtwellenleiter ermöglichen einen kompakten mechanischen Aufbau der Gebersysteme für die Drehzahl- oder Drehgeschwindigkeitsmessung.

Wird ein modulierte Lichtsignal mit der vorgegebenen Frequenz erkannt, schaltet der Ausgang (Pin 8) auf Low. Mithilfe des Trimmers R8 lässt sich die Frequenz des zu detektierenden Signals vorgeben. Der in Reihe liegende Widerstand R9 engt den Einstellbereich ein. Die zu erkennende Frequenz des Todecoders ergibt sich aus der Formel:

$$f = \frac{1}{1,1 \cdot (R_8 + R_9) \cdot C_1}$$

In Bild 7 ist am Steckverbinder X3 die LED2 angeschlossen. Diese kann nach den anfänglichen Empfangsversuchen durch eine geeignetere Signalisierung oder Steuerung ersetzt werden.

Das gezeigte Verfahren kann auch zur Abfrage eines Schalters dienen. In diesem Fall sind lediglich in dessen Druckkopf eine reflektierende Fläche anzubringen

und gegenüber dieser Fläche die beiden Glasfasern anzuordnen.

Zur Messung der Drehzahl oder Drehgeschwindigkeit eines Maschinenteils nutzt man in der Regel eine Gabellichtschranke und eine entsprechend perforierte Lochscheibe, die z. B. an der sich drehenden Achse befestigt ist. Doch auch dafür sind Glasfasern geeignet, wobei die beiden in Bild 9 dargestellten Prinzipien nutzbar sind. Zum einen ist wiederum eine perforierte Scheibe im Einsatz, zum anderen eine mit Reflektorflächen versehene Scheibe. Alternativ zu Letzterer ist auch eine mit schwarzen Feldern bedruckte weiße Scheibe nutzbar, wobei auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Feldern geachtet werden muss.

In beiden Fällen lassen sich die Glasfasern auch noch zu Stellen führen, an denen eine Reflexions- oder Gabellichtschranke aus Platzgründen nicht unterzubringen wäre. Die Auswertung des Lichtsignals erfolgt dann, wie bereits für die Tür beschrieben.

Nachbau

Für die hier gezeigten Experimente habe ich zwei Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag auf www.funkamateure.de zur Verfügung. Die Platinen sind auf Anfrage bei [3] einzeln oder als Bestandteil eines Bausatzes erhältlich.

Die Bestückungspläne des Messverstärkers und der frequenzmodulierten Lichtschranke sind in den Bildern 5 und 8 dargestellt. Es kommen überwiegend SMD-Bauelemente zum Einsatz. Die Bestückung sollte bei Befolgung der Hinweise in [4] mit einem Handlötcolben problemlos gelingen.

Die Bilder 2, 4, 6 und 9 können als Anregung für den mechanischen Aufbau dienen.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Fritzsche, H.: Sensoren. Akademieverlag, Berlin 1985
- [2] Hauptmann, P.: Glasfasersensoren. Wissenschaft und Fortschritt 37 (1987) H. 8, S. 215–218
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [4] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

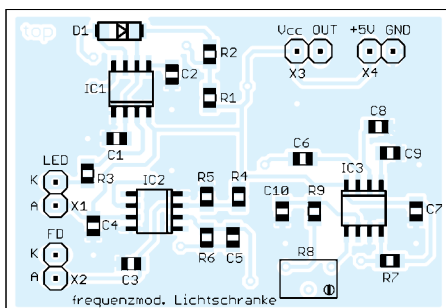


Bild 8: Bestückungsplan der frequenzmodulierten Lichtschranke; Originalabmessungen 49 mm × 34 mm

Breitband-Vertikalantenne GPM-1500 im Praxistest

TORSTEN WARDEMANN – DA6TWD

Nicht jeder Funkamateurliebt den Platz und die Möglichkeit, eine ausgewachsene Antennenanlage zu installieren. Eine Vertikalantenne, die oben- und unten noch ohne Radials auskommt, kann hier eine praktikable Lösung sein.

Seit Juli 2024 bin ich Funkamateurlie und befinde mich noch im Aufbau meiner Station. Ich lebe in einer Mietwohnung und erhielt von meinem Vermieter die Erlaubnis, eine Antenne aufzustellen zu dürfen. Da ich es dennoch mit der Größe nicht übertreiben wollte, entschied ich mich für die Breitband-Vertikalantenne GPM-1500 von [1]. Sie deckt den Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 30 MHz ab und ist mit reduziertem Wirkungsgrad sogar bis 50 MHz nutzbar.



Bild 1: GPM-1500 an einem Mast auf dem Hausdach montiert, hier zum Testen noch ohne Abspannung Foto: DA6TWD

Mit einer Höhe von 6,3 m ist sie nicht gerade klein und sollte abgespannt werden. Dafür hat sie den Vorteil, dass sie ohne Radials auskommt und der Strahler geerdet ist, wodurch keine Probleme durch statische Aufladungen entstehen können. Außerdem bleibt noch Platz an meinem Mast für einen kombinierten Rundstrahler für das 2-m- und 70-cm-Band, Bild 1.

Bestellung und Lieferung

Die Bestellung verlief reibungslos und auch die Lieferung erfolgte ziemlich schnell. Vor allem kam die Antenne gut verpackt und vollständig an. Das Paket

wog nur knapp 4 kg und hatte eine Länge von lediglich 1,3 m, womit die Antenne auch ins Urlaubsgepäck passen könnte.

Einfache Montage, knifflige Schrauben

Der Aufbau gestaltete sich dank der beiliegenden Anleitung recht einfach. Die einzelnen Elemente des stabilen, aus Aluminium gefertigten Strahlers wurden, wie bei einer Teleskopantenne üblich, ausgezogen und mit kleinen Schrauben gesichert. Diese bildeten den einzigen Schwachpunkt beim Aufbau, denn sie waren sehr klein und es bedurfte doch einiger Fummelarbeit, um sie anzubringen. Anschließend sicherte ich die Schrauben mit selbstverschweißendem Klebeband gegen Lösen und Korrosion, denn schließlich sollte die Antenne bei mir stationär auf Dauer betrieben werden.

Anpassung

Aufgrund der Bauweise war ein Einstellen bzw. Abgleichen der Antenne nicht nötig. Laut Herstellerangaben genügt für den Betrieb ein einfacher, in vielen Funkgeräten bereits integrierter Antennentuner. Ich arbeite mit einem Yaesu FT-991A. Dessen integrierter Tuner ist für die Bänder von 10 m bis 40 m völlig ausreichend. Lediglich auf den unteren Bändern ist der Einsatz eines externen Antennenkopplers erforderlich.

DX-Verbindungen

Aufgrund meines Amateurfunkzeugnisses der Klasse E konnte ich die Antenne nur auf den Bändern 10 m, 15 m, 80 m und 160 m testen. Auf den beiden oberen arbeitet die GPM-1500 sehr zuverlässig. Das SWV liegt dort zwischen $s = 1,3$ und $s = 2,9$.

Bild 2: Transportbereite Antenne mit eingeschobenem Teleskopstrahler, Anpassereinheit und Mastbefestigung Werkfoto



Technische Daten der Antenne GPM-1500

Prinzip	Vertikalantenne
Frequenzbänder	160 m, 80 m, 60 m, 40 m, 30 m, 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 11 m, 10 m
Belastbarkeit	200 W
Anschluss	SO239-Buchse, 50 Ω
Höhe	6,3 m
Mastdurchmesser	≤ 60 mm
Windlast	200 N bei 140 km/h
Transportlänge	1,3 m
Masse	3,3 kg

Dank ihrer vertikalen Polarisation und damit verbundenen flachen Abstrahlung stellten DX-Verbindungen, besonders jetzt zur Zeit des Sonnenfleckensmaximums, kein Problem dar. Verbindungen in SSB nach Nord- und Südamerika sowie nach Japan, China und Ozeanien waren unter den aktuell guten Bandbedingungen regelmäßig möglich.

Antenne im Grenzbereich

Auf dem 80-m- und insbesondere auf dem 160-m-Band musste man aufgrund der Größe der Antenne selbstverständlich mit Abstrichen rechnen. Das SWV betrug auf beiden Bändern $s \approx 5$. Hier war der Strahler zwar noch mit einem externen Koppler anpassbar, wurde aber vor allem auf 160 m sehr schmalbandig. CW-Betrieb und Digimodes waren jedoch trotzdem möglich. Auf 80 m konnte ich sogar erfolgreich SSB-Betrieb durchführen. Die weiteste Verbindung gelang hierbei mit der Station EC3A aus Spanien in einer Entfernung von etwas über 1000 km.

Fazit

Alles in allem ist die GPM-1500 für den Preis von knapp unter 200 € eine gute Wahl für Funkamateure, die auf der Suche nach einer kompakten Antennenlösung sind. Durch ihr handliches Packmaß und den einfachen Aufbau eignet sie sich sowohl als Stationsantenne als auch für den Funkbetrieb vom Urlaubsstandort aus. Montiert an einem Mast, einem Wohnmobil oder im Garten eines Ferienhauses, benötigt sie nicht allzu viel Platz.

Bezugsquelle

[1] WiMo GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 96680; www.wimo.de

Teleskop-Portabeldipol für die Kurzwellle

MARTIN STEYER – DK7ZB

Seit einiger Zeit werden vermehrt günstige Teleskopantennen mit 5,6 m Länge angeboten. Diese sind inzwischen zu einem Preis von unter 20 € erhältlich und eignen sich gut für diverse Antennenexperimente. Eine Möglichkeit ist, zwei dieser Strahler in einer Dipolanordnung für den Portabeleinsatz zu nutzen. Hinweise zum Abgleich erleichtern die Einstellungen für die Bänder von 6 m bis 40 m.

Die eingesetzten Teleskopantennen haben im eingeschobenen Zustand eine Länge von 0,49 m, Bild 2. Jede von ihnen verfügt über 14 Teleskopsegmente und lässt sich auf 5,57 m Gesamtlänge ausziehen. Sie stammen zwar aus verschiedenen Quellen, darunter Amazon, Alibaba und Ali-Express, sind aber offensichtlich vom selben Hersteller und exakt identisch. Die Befestigung erfolgt mithilfe eines metrischen Gewindes am Fußpunkt und einer

etwa 0,5 λ . Dabei ist je nach Durchmesser der Drähte oder Rohre ein Verkürzungsfaktor von 0,97 bis 0,93 zu berücksichtigen. Da wir Funkamateure eine solche Antenne überwiegend in Bodennähe aufbauen, hat dies meist ein Absinken des Strahlungswiderstands zur Folge, was die Anpassung an das vorhandene 50- Ω -System verbessert. Um saubere elektrische Verhältnisse zu schaffen, empfiehlt es sich, am Speise-



Bild 1:
Fertig montierter Teleskop-Portabeldipol, hier mit Balun und Koaxialeinspeisung

Fotos: DK7ZB

M10-Mutter, die nicht zum Lieferumfang gehört. Auch andere Funkamateure sind sicher auf die naheliegende Idee gekommen, diese Stäbe für einen Dipol zu verwenden. Hier folgen Tipps für eine praktische Umsetzung. Die angegebenen Maße sollen den Abgleich erleichtern und mühselige Experimente ersparen. Die Teleskopstrahler sind ein mechanisches Konstrukt, das sorgsam zu behandeln ist. Wenn ein Element verbogen wird, ist ein korrektes Zusammenschieben praktisch nicht mehr möglich. Vor allem wenn es geregnet hat, ist darauf zu achten, die Glieder vor dem Abbau zu trocknen und ein Gleitmittel einzusetzen. Bei mir hat sich dafür das universell verwendbare *Ballistol* bewährt. Ein dauerhafter stationärer Einsatz ist nicht sinnvoll, denn vor allem bei salziger Seeluft bildet sich schnell eine Korrosionskruste. Ich habe daher die Antenne auch bei Portabeleinsätzen über Nacht eingeschoben.

Elektrische Grundlagen

Ein normaler Dipol hat im Freiraum eine Impedanz von 72 Ω und eine Länge von

Bild 2:
Eingeschobene Teleskopelemente

punkt einen Strombalun einzufügen, auch wenn die Antenne ohne diesen funktioniert. Wenn man den Dipol z. B. an einem Ausleger am Balkon befestigt, ist der Balun besonders wichtig. Durch ihn lassen sich Störungen verursachende Mantelströme beim Senden vermeiden. Beim Ausziehen der Teleskopsegmente sollte man wissen, dass die genaue Länge für die Resonanz auf den einzelnen Bändern vom *Tapering* (Abstufung der Durchmesser der Strahlerelemente) abhängt. Letzteres kann gegenüber einem Antennendraht mit konstantem Durchmesser durchaus zu Abweichungen von einigen hundert Kilohertz führen.

In dieser Konfiguration ist Funkbetrieb von 6 m bis 20 m mit direkter Anpassung an ein Koaxialkabel möglich. Mithilfe einer zentralen Spule lässt sich die Antenne auch für das 30-m-Band abstimmen, dazu weiter unten mehr. Alternativ bietet es sich an, auch eine Zweidrahtspeisung vorzusehen. In diesem Fall wird eine 450- Ω -

Zweidrahtleitung (Wiremann) angeschlossen, die allerdings ein Antennenanpassgerät erfordert. Je nach Länge des Kabels, das ja transformierende Eigenschaften aufweist, kann dann auch auf 30 m und 40 m gefunkt werden. Vorteilhaft ist, dass die volle Länge von 2 \times 5,6 m nutzbar ist, was auf den Bändern 10 m und 12 m sogar noch einen Gewinn von 2 dB durch eine schmalere Azimutkeule ergibt.

Mechanische Realisierung

Die Grundplatte habe ich aus einem 8 mm starken PE-Küchenschneidebrett gefertigt. Dieses Material hat sich schon in diversen Projekten bewährt, denn es lässt sich sehr gut sägen und bohren. Oben befindet sich eine Auspuffschelle für die Mastbefestigung. In der Mitte dienen zwei Aluminiumwinkel zur Befestigung der beiden Antennenhälften. Darunter sind zwei Bananenbuchsen angebracht, in die wahlweise der Strombalun, die 30-m-Spule oder die Zweidrahtleitung eingesteckt werden kann. Einzelheiten der Vorder- und Rückseite zeigen die Bilder 3 und 4.

In einer Installationsdose befindet sich der Strombalun mit zwei Steckern. Dieser kann gegen die 10-MHz-Verlängerungsspule, ebenfalls in einer solchen Dose, ausgetauscht werden. Die bei www.reichelt.de erhältlichen schraubbaren Bananenstecker habe ich schon vielfach eingesetzt.



Abstimmung des Dipols für Koaxialspeisung

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Höhe über dem Boden, dessen Eigenschaften und die der Umgebung sowohl die Resonanz als auch die Impedanz beeinflussen. Insofern sind die Angaben in Tabelle 1 nur Richtwerte. Mithilfe der Angaben aus Tabelle 2 müsste die gewünschte Frequenz in ein bis zwei Schritten einstellbar sein. Dazu sind im Handel preiswerte Rollbandmaße erhältlich, die man aber auf ihre korrekte Länge überprüfen sollte.

Zu beachten ist, dass grundsätzlich zuerst die äußeren, dünnen Teleskopglieder ausgezogen werden. Die inneren bleiben eingeschoben – so sind eindeutige Verhältnisse reproduzierbar. Diese Vorgehensweise ist wichtig, weil sich im umgekehrten Fall die Resonanzen durch das andere *Tapering* verschieben. Zudem ist die Belastung bei Nutzung der dünneren und damit leichteren Elemente geringer. Der Abgleich geschieht dann nur durch Ver-

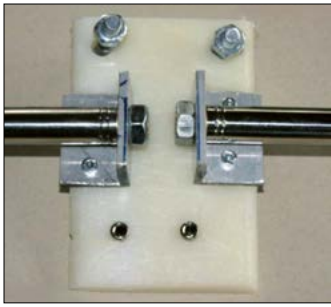


Bild 3 (links):
Grundplatte mit Befestigungswinkeln für die Strahler ...

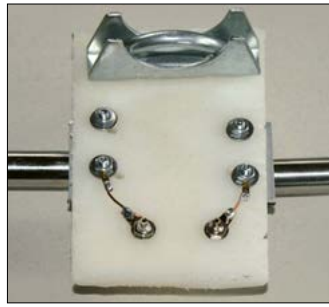


Bild 4 (rechts):
... und mit Mastschelle und verdrahteten Buchsen

schieben eines mittleren Abschnitts. Die sich daraus ergebenden Maße habe ich in Tabelle 2 zusammengefasst.

Balun als Mantelwellensperre

Für die beim Portabelbetrieb eingesetzten 100 W Sendeleistung ist es ausreichend, mit RG178-Koaxialkabel 2 × 6 Wdg. nach dem WJIR-Prinzip auf einen Ferrit-Ringkern vom Typ FT140-43 aufzubringen. Mit Heißklebstoff wird der Strombalun in der Dose fixiert, Bild 5. Für Leistungen bis 1 kW kann man alternativ 2 × 4 Wdg. Aircell5 auf einen FT240-43 wickeln.

Erweiterungen für 30 m und 40 m

Eine Verlängerungsspule lässt sich nur im Speisepunkt sinnvoll anordnen. Dies ist elektrisch zwar nicht die beste Lösung, aber die am leichtesten realisierbare. Mit EZNEC [1] ergibt sich eine Induktivität von 4,8 µH. Dazu werden auf einen Ringkern T130-2 (rot) 18 Wdg. aufgebracht, hier kam 1,3-mm-CuL zum Einsatz. In der Mitte, also nach 9 Wdg., befindet sich der Masseanschluss der Koaxialbuchse. Eine Anzapfung ist immer nur nach einer vollen Windung möglich. Der beste 50-Ω-Einspeisepunkt findet sich nach 2 Wdg., also an der elften bzw. siebenten Windung, wie in Bild 6 ersichtlich.

Zum Abgleich hat man durch Verschieben der Windungen etwa ±500 kHz Spielraum. Enger gewickelt sinkt die Resonanzfrequenz mit zunehmender Induktivität, beim Auseinanderziehen steigt sie. Bei der Musterantenne war die geforderte

Induktivität sofort ohne Veränderung der Windungszahl erreichbar.

Kritischer ist wegen der stärkeren Verkürzung eine Verlängerungsspule für das 40-m-Band. Die Bandbreite ist geringer, sodass man ohne Antennentuner nur einen Teil des 200 kHz breiten Bandes nutzen kann. Wer trotzdem damit experimentieren möchte: Ich habe 34 Wdg. 1,5-mm-CuL auf einen Ringkern T200-2 aufgebracht. Der Massepunkt liegt bei 17 Wdg., die Koaxialeinspeisung bei einer Anzapfung mit fünf Wdg. Sinnvoller erscheint hier die nachfolgend beschriebene Zweidrahtspeisung.

Alternative Zweidrahtspeisung

Wer den Mast bei Bandwechsel nicht umlegen und sich gleichzeitig ein Verschieben der Länge ersparen will, dem bietet sich eine Zweidrahtspeisung an, die ich mit 10 m CQ553 (der „Hühnerleiter“) erprobt habe. Dazu ist aber ein externes Antennenanpassgerät erforderlich. Dies kann ein Automatikkoppler sein, aber auch ein handabgestimmter T-Koppler mit Breitbandbalun 1:1, alternativ auch 1:4, im Ausgang ist möglich. Je nach Frequenz wird das besser abstimmbare Übertragungsverhältnis gewählt. Kritisch kann hier das 12-m-Band sein, weil sich das Ende nahe einer hochohmigen Halbwellenlänge befindet. Ein Einschieben der Enden schafft in diesem Fall eine Abstimmungsmöglichkeit.

Betriebserfahrungen

Im Vergleich mit den im Portabeleinsatz meist verwendeten Vertikalstrahlern ergeben sich Vor- und Nachteile. Mechanisch sind Vertikalstrahler einfacher, weil für den Dipol ein auch oben noch stabiler Mast notwendig ist. Elektrisch erreichen wir aber je nach Bodenverhältnissen mit der horizontalen Polarisation 3 dB bis 6 dB Zusatzgewinn durch Bodenreflexionen (*Groundgain*). So kann die Signalstärke, auch durch die Richtwirkung als Zweiseitenstrahler, durchaus eine S-Stufe höher als bei einem vertikalen Rundstrahler ausfallen. Voraussetzung ist allerdings eine Aufbauhöhe über $\lambda/4$.

Die meisten Versuche erfolgten mit einem 8 m hohen, steckbaren Aluminium-Fahnenmast. An guten Standorten mit

freier Abstrahlung kamen mit 100 W Sendeleistung aus einem Yaesu FT-710, versorgt durch einen 100-Ah-Akkumulator, weltweite DX-Kontakte zustande. Ein kippbares Fußgelenk am Mast ist von Vorteil, weil dieser zum Bandwechsel umgelegt werden muss. Leider ist eine dauerhafte Längenmarkierung der Strahler für die einzelnen Bänder kaum möglich, sodass man jedes Mal auf das Bandmaß zurückgreifen muss.

Bei voll ausgezogener Länge und für das 30- oder 20-m-Band ist die Nutzung bei starkem Wind problematisch. Für die kürzerwelligen Bänder ist das weniger kritisch. Einen Eindruck vom Mittelstück der Antenne vermittelt Bild 1.

Ausblick auf weitere Varianten

Naheliegender scheint die Montage der beiden Dipolhälften in Form eines nach oben geöffneten V zu sein. Dies habe ich schon im Internet gesehen. Vorteilhaft ist, dass die dünnen Glieder weniger durchhängen und die Gesamtkonstruktion stabiler ist. Simulationen mit EZNEC zeigen jedoch je nach Band und Höhe über dem Boden eine stark zunehmende Steilstrahlung.



Bild 5:
Strombalun



Bild 6:
Verlängerungsspule für das 30-m-Band

Deshalb rate ich dringend von diesem Aufbau ab. Mehrere unterschiedliche Vertikalstrahler mit und ohne Radials nach dem Halb- und Viertelwellenprinzip, über die später näher berichtet werden soll, befinden sich in der Entwicklung.

Im Versuchsbetrieb erprobe ich derzeit eine 2-Element-Yagi mit vier Teleskopstäben, die Gegenstand eines anderen Beitrags ist. Damit ist eine Richtantenne aus Strahler und Reflektor mit 4,2 dBd Gewinn realisierbar.

Auf jeden Fall eröffnet sich mit diesen Teleskopantennen ein weites Betätigungsfeld. Dies haben auch kommerzielle Hersteller erkannt und bieten fertige Portabelaufbauten auf Basis der 5,6-m-Teleskope an. Für den experimentierfreudigen Funkamateur kommt aber nur Selbstbau infrage!

dk7zb@darc.de

Bezugsquelle

[1] Lewallen, R., W7EL: EZNEC Pro/2+, Ver. 7.0, kostenloser Download unter www.eznec.com

Tabelle 1: Elementlängen für die verschiedenen Bänder

f [MHz]	l [m]	f [MHz]	l [m]
50,15	2 × 1,43	21,2	2 × 3,46
28,3	2 × 2,56	18,1	2 × 4,00
24,9	2 × 2,91	14,175	2 × 5,01

Tabelle 2: Korrekturlängen je 100 kHz für die Elementenden

Band	Δl [mm]	Band	Δl [mm]
6 m	5	15 m	16
10 m	9	17 m	23
12 m	12	20 m	37

Tabelle 3: Gemessenes SWV

f [MHz]	s	f [MHz]	s
50,163	1,5	18,105	1,3
28,350	1,3	14,174	1,3
24,903	1,5	10,114	1,1
21,193	1,5		

Kombinierter Netzausfallmelder und Leitungssucher

HARALD GEESE – DM3SPE

Lokale Ausfälle des 230-V-Versorgungsnetzes sind auch hierzulande nicht immer auszuschließen. Dann kann es von Vorteil sein, einen sofort reagierenden Ausfallmelder neben einer Stromleitung postiert zu haben. Nachfolgend wird ein solches Gerät beschrieben, das ein fehlendes Netz per LED signalisiert und einen Schaltvorgang auslöst. Außerdem ist es als Leitungssucher einsetzbar.

In diesem Beitrag wird ein nützliches Testgerät vorgestellt, das in erster Linie auf elektrische Wechselfelder reagiert, wie sie sich um unter Wechselspannung stehende Leitungen bilden. Anders als beispielsweise bei einem *Phasenprüfer* ist

durch ist es sogar möglich, unter etwas dickerem Putz verlegte Leitungen zu orten.

Anstelle der beiden in Sperrrichtung am Elektrodeneingang liegenden Dioden lässt sich auch ein Widerstand im Mega-

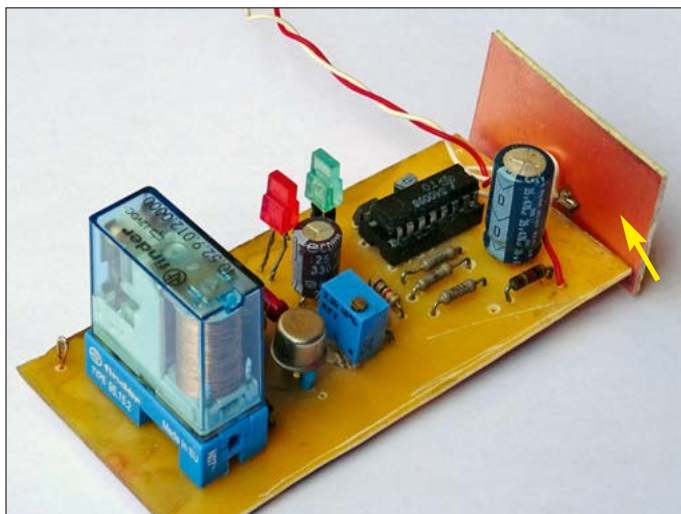


Bild 1:
Probeaufbau des
Netzausfallmelders;
die kleine Platine
(Pfeil) dient als
Sensorelektrode.

Foto: DM3SPE

keine galvanische Verbindung erforderlich. Bei der Versorgung aus einem Akkumulator eignet sich die Baugruppe sowohl zum Erkennen von unter Spannung stehenden Leitungen als auch als Ausfallmelder, wenn das Netz unterbrochen ist. Es ist lediglich eine Elektrode in die Nähe der Leitung zu bringen.

■ Funktionsweise

Den Kern der Schaltung bildet ein CMOS-Schaltkreis vom Typ 40098. Aufgrund seines hohen Eingangswiderstands eignet sich dieser IC sehr gut zum Erfassen elektrischer Felder, in diesem Fall des Wechselfeldes einer spannungsführenden 230-V-Leitung.

Dafür genügt bereits eine kleine Elektrode. Diese kann im einfachsten Fall aus einem isolierten Draht bestehen, der beispielsweise nahe einer Anschlussleitung angeordnet wird. Eine flächig ausgeführte Elektrode, wie in Bild 1, ist aber auch nutzbar, wobei diese im Vergleich zum Draht wesentlich empfindlicher ist. Da-

ohm-Bereich einsetzen. Erstere reduzieren die Empfindlichkeit der Baugruppe auf ein praxistaugliches Maß. Ohne diese Maßnahme ergaben sich bereits bei kleinen statischen Aufladungen Fehlmeldungen.

Der 40098 besitzt sechs invertierende Logikgatter (Inverter), die sich in zwei Gruppen über Low-Pegel an den Freigabeeingängen E1 und E2 aktivieren lassen. In der hier beschriebenen Anwendung sind sie durch Low-Pegel stets alle aktiviert. Statt der drei dem Eingang E folgenden Inverter würde auch einer genügen. Ich habe die überzähligen Gatter in Reihe geschaltet. Keinesfalls darf man die Eingänge der nicht genutzten Inverter unbeschaltet lassen. Ansonsten liegt ein undefinierter Pegel am Eingang der Gatter und die Schaltung könnte unkontrolliert schwingen.

Ist ein elektrostatisches Feld vorhanden, liegt am IC-Pin 7 Low-Pegel und demzufolge an den Ausgängen 9, 11 und 13 High-Pegel. Das Aufleuchten der grünen

LED1 signalisiert das Vorhandensein einer spannungsführenden Leitung.

Wer lediglich einen Leitungssucher aufbauen möchte, kann den restlichen Teil der Schaltung weglassen.

Die drei oben genannten Ausgänge des IC7 sind über die Widerstände R1 bis R3 parallelgeschaltet, um den zum Laden des Kondensators C2 erforderlichen Strom bereitzustellen zu können. Ein Inverterausgang allein wäre besonders beim Anlegen der Betriebsspannung aufgrund des hohen Ladestroms für den 220- μ F-Kondensator C2 überlastet.

Über den Einstellwiderstand R7 wird der Schaltpegel für die nachfolgende Transistorstufe mit VT1 und VT2 vorgegeben. Je höher dieser eingestellt ist, desto länger bleibt das Relais nach dem Ausfall der Netzversorgung angezogen. Die rote LED2 leuchtet, solange das Relais angezogen ist. Ihr Einsatz hat sich besonders während der Entwicklung bewährt, da sich so der Schaltzustand des Relais einfacher kontrollieren lässt.

Als Relais nutze ich ein *Finder 40.52.9.012.000*, das z. B. bei [1] und [2] erhältlich ist. Es besitzt zwei Umschaltkontakte, die mit je 8 A belastbar sind. Der Spulenwiderstand ist mit 220 Ω angegeben. Messungen ergaben, dass die Stromaufnahme des Moduls bei vorhandener Netzspannung 11 mA und bei Netzausfall 54 mA beträgt. Diese Messungen erfolgten bei einer Versorgungsspannung von 12,8 V, die von einem solargepufferten Akkumulator stammt.

■ Aufbau

Als Platinenmaterial ist FR4 gut geeignet. Das billigere Hartpapier aus Restbeständen der Bastelkiste wäre keine gute Wahl, da es mit der Zeit Feuchtigkeit aufnimmt. Bei der Auslegung des Leiterzugs zum Pin 2 des IC1 40098 sind die folgenden Hinweise zu beachten, um den hohen Eingangswiderstand des IC zu erhalten. Zum einen sollte der Abstand zu anderen Leiterbahnen möglichst groß, die Isolierstrecke zwischen ihnen also möglichst lang sein. Außerdem ist säurefreies Lötzinn zu verwenden und die bestückte Leiterplatte nach dem Bestücken restlos von Flussmittelresten zu befreien.

Die Verwendung hochwertiger Leiterplattenmaterials betrifft auch die Flächenelektrode. Hier sollte einseitig kupferkaschiertes FR4 verwendet werden. Die Kupferfläche muss zur Platine hin zeigen.

Wer das Modul in ein Gehäuse aus Leiterplattenmaterial einbaut, kann eine der Schmalseiten als Elektrode verwenden.

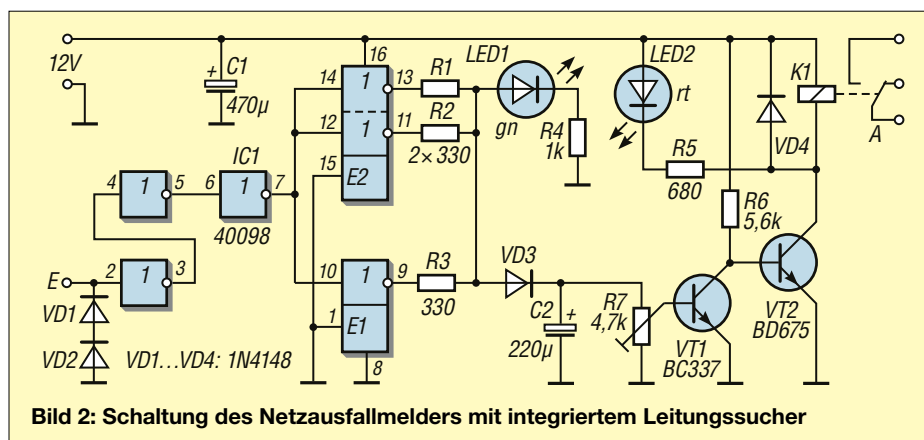


Bild 2: Schaltung des Netzausfallmelders mit integriertem Leitungssucher

Es ist aber darauf zu achten, dass die angrenzenden Seitenteile einen mehrere Millimeter breiten freigeätzten Bereich besitzen.

Das Berühren der Kupferfläche der Elektrode sollte man möglichst vermeiden. Zwar besitzt der IC integrierte Schutzdioden an den Eingängen, doch besonders im Winter bei der dann vorherrschenden trockenen Luft kann man sich selbst schnell auf eine Spannung aufladen, die diese Schutzschaltungen überfordern.

Statt der beiden in der Schaltung angegebenen Transistoren habe ich zwei in der Bastelkiste noch vorhandene SF126 eingesetzt. Für VT1 würde auch ein SC206 genügen. Prinzipiell lassen sich beliebige npn-Schalttransistoren verwenden, wobei VT2 lediglich für den durch das Relais fließenden Strom ausgelegt sein muss.

Das Layout der 86 mm × 40 mm großen, einseitig kupferkaschierten Platine ist als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de als Sprint-

Layout-Datei, Gerber-Dateisatz mit Bohrdaten sowie PDF- und TIF-Datei verfügbar.

■ Einsatz

Ich habe mir aus einem 12-V-Akkumulator, einem Ladegerät und einem Solarpanel nebst Laderegler ein kleines 12-V-Notstromnetz geschaffen. Es dient vorrangig zur Versorgung des Transceivers für 2 m/70 cm, speist aber auch einige LED-Leuchten im Wohnbereich. Außerdem nutze ich es für einen 12-V-Löt-kolben.

Der Netzausfallmelder schaltet beim Ausfall der 230-V-Versorgung auf das Solarpanel um. Eine akustische Signalisierung wäre noch denkbar, um zeitnah reagieren zu können und beispielsweise alternative Versorgungen für Kühlschrank und Heizung zu finden.

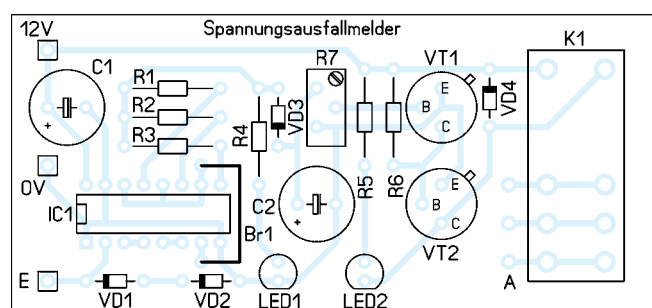
Die Umschaltkontakte lassen sich individuell beschriften. Auf diese Weise ist es möglich, externe Geräte oder Stromkreise zu- oder abzuschalten.

Es ist ratsam, die Baugruppe bei der permanenten Nutzung als Umschalter z. B. mit Kabelbindern an dem überwachten Verlängerungskabel zu befestigen. Dann ist der unmittelbare Kontakt sichergestellt, selbst wenn man das Kabel bewegt. dm3spe@t-online.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Pollin Electronic: www.pollin.de → Artikelnummer 340672
- [2] Conrad Electronic: www.conrad.de → Bestellnummer 1842225
- [3] Schlenzig, K.; Jung, D.: Mikroelektronik für Praktiker. Gfomedia, Bindlach 1985, S. 316
- [4] Streng, K. K.: Transistordaten. MV, Berlin 1975, S. 360
- [5] Herrig, J., DG7JH: Netzausfallmelder mit einfachen Mitteln selbst gebaut. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 960

Bild 3: Bestückungsplan des Netzausfallmelders; Abmessungen 86 mm × 40 mm



Einzigartig

Präzise

Schnell

Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.

Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großes 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Einfacher HF-Pegelmesser mit Nextion-Grafikdisplay

MANFRED HUND – DL2IAO

Die Ausgabe von grafischen Darstellungen auf Displays oder die Gestaltung einer optisch anspruchsvollen Messwertanzeige stellen Hobbyelektroniker oft vor Herausforderungen, ebenso wie die Wahl geeigneter Eingabeelemente. Spezielle Grafikdisplays wie die des Herstellers ITEAD bieten hier eine interessante Lösungsmöglichkeit. Das nachstehend beschriebene Selbstbauprojekt ist dafür ein anschauliches Beispiel.

In sogenannten „intelligenten“ Grafikdisplays erledigt ein hoch spezialisierter Schaltkreis die rechenintensive Arbeit für die grafische Ausgabe. Der steuernde Mikrocontroller liefert im einfachsten Fall



Bild 1: HF-Pegelmesser mit Nextion-Display im praktischen Einsatz; die Messwertanzeige erfolgt sowohl numerisch als auch in Form eines grafischen Zeigerinstruments. Alle Bedienelemente sind als berührungsempfindliche Tasten auf dem Bildschirm ausgeführt. Fotos: DL2IAO

nur noch die anzuzeigenden Daten. Auch eine Touchscreen-Funktionalität bringen solche Displays oft mit. Auf dieser Basis lassen sich interessante Elektronikprojekte realisieren.

Nextion-Displays

Ein Beispiel dafür sind die HMI-Displays des chinesischen Herstellers ITEAD Intelligent Systems, die unter der Bezeichnung Nextion vertrieben werden [1]. HMI steht für *Human Machine Interface*, also Mensch-Maschine-Schnittstelle. Solche Displays gibt es mit Bildschirmdiagonalen von 2,4 Zoll (320 Pixel × 240 Pixel) bis 10,0 Zoll (1024 Pixel × 600 Pi-

xel), alle mit Touchscreen-Funktionalität. Sie zeichnen sich durch einfache Handhabung, vielfältige grafische Gestaltungsmöglichkeiten und – zumindest die kleineren Modelle – durch einen relativ moderaten Preis in der Größenordnung von 50 € aus. Die Displays sind u. a. auf den einschlägigen Online-Handelsplattformen wie z. B. Ebay oder Amazon erhältlich.

Auf Nextion-Displays kann man grafische Elemente wie Schaltflächen, Textfelder, Fortschrittsbalken, Oszilloskopdarstellungen usw. definieren und über die serielle Datenschnittstelle mit „Leben“ füllen.

Solche Elemente lassen sich auch neu zeichnen. Die Erstellung erfolgt mithilfe eines grafischen Editors (PC-Entwickloberfläche), den der Hersteller auf seiner Website kostenlos zur Verfügung stellt. Wie das Ganze funktioniert, hatte ich in [2] bereits beschrieben, daher gehe ich hier nicht weiter darauf ein.

Nextion-Displays kann man z. B. am Arduino, Raspberry Pi, ESP32 oder anderen

Mikrocontrollern oder Kleincomputern betreiben.

Konzept und Realisierung

Entwicklungsziel war ein handliches Messgerät, das den am 50-Ω-Eingang anliegenden Leistungs- bzw. Spannungspegel anzeigt. Der aus dieser Idee entstandene, breitbandige HF-Pegelmesser, Bild 1, ist bis etwa 500 MHz einsetzbar und hat einen Dynamikumfang von ungefähr 90 dB. Die Messbereichsuntergrenze liegt bei etwa -80 dBm (entspricht 22 µV). Der Eingangspegel sollte +10 dBm (entspricht 0,71 V) nicht überschreiten. Die genannte Grundempfindlichkeit des Messgeräts entspricht einem S8-Signal, was angesichts der Bandbreite von 500 MHz ein recht guter Wert ist.

Die Ansteuerung des Nextion-Displays übernimmt ein Mikrocontroller vom Typ ATmega328P, dessen Software ich mithilfe des Compilers BASCOM AVR geschrieben habe. Als breitbandiger HF-Detektor dient der Schaltkreis AD8307, der bis etwa 500 MHz spezifiziert und in Selbstbauprojekten ähnlicher Art oft zu finden ist, siehe z. B. [3] und [4].

Die Ergebnisdarstellung erfolgt als Zahlenangabe sowohl in Dezibel/Milliwatt als auch in Volt bzw. Millivolt. Zusätzlich wurde ein grafisches Zeigerinstrument integriert, Bild 1. Als weitere Funktionen habe ich die Fixierung des Maximalwerts (*max-hold*) und eine *Offset*-Einstellung vorgesehen. Letztere definiert einen beliebigen Maximalwert als 0 dB. Alle folgenden Messwerte, die diesen Betrag übersteigen, liefern eine Differenz-

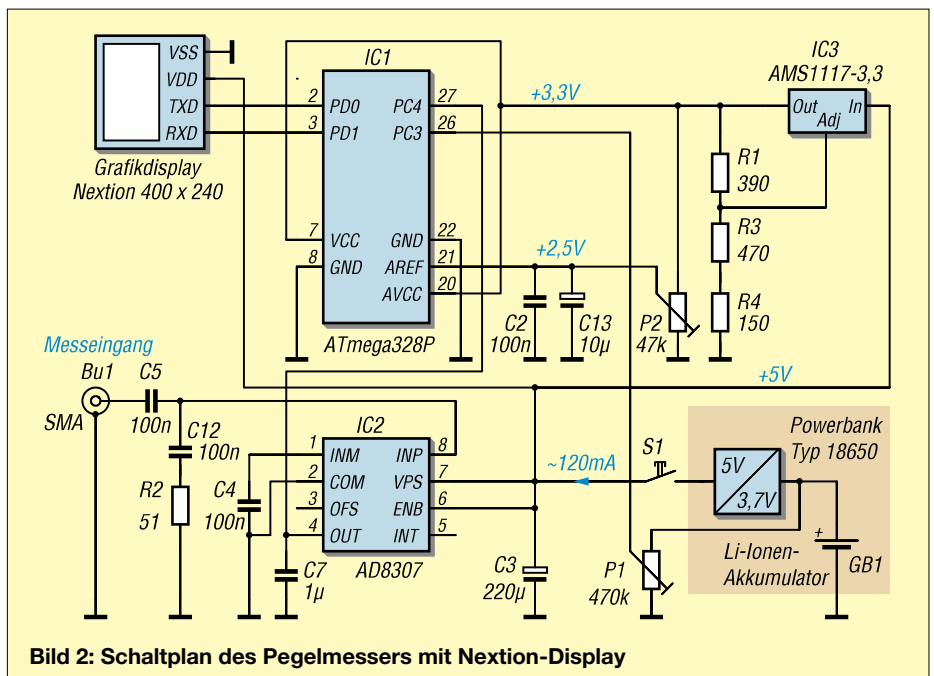


Bild 2: Schaltplan des Pegelmessers mit Nextion-Display

Messwertübertragung an das Nextion-Display

S0=Fusing(A, „##.##“) 'Umwandeln vom Variablentyp Single in Text mit einer Nachkommastelle, t2.txt ist das Textelement für den dBm-Wert

Print „t2.txt=“ ; 'Ausgabebehehl ans Display

Printbin &H22; ' „ (Anführungszeichen)

Print S0; ' Wert, z.B. -35.1

Printbin &H22; ' „ (Anführungszeichen)

Printbin &HFF; &HFF; 'Abschluss der Übertragung

angabe in Dezibel, die in der Anzeige gehalten wird. Damit lassen sich z. B. zwei Antennen miteinander vergleichen oder die Verluste eines Koaxialkabels bestimmen. Man muss nur mit der Messung des niedrigeren Pegels beginnen.

Das Gerät ist empfindlich genug, um z. B. die Funktion eines Auto-Funkschlüssels mit einer kleinen Aufsteckantenne zu überprüfen. Auch von Schaltnetzteilen ausgehende Störungen führen zu einer deutlichen Pegelanzeige.

Schaltungsbeschreibung

Die Bauelemente des Messeingangs befinden sich in einem abgeschirmten Metallgehäuse. Beim Mustergerät besteht dieses aus verlötetem kupferkaschiertem Leiterplattenmaterial. Dieser Aufwand ist nötig, um die oben angegebene Empfindlichkeit zu erreichen. Beim Nachbau können gegebenenfalls auch weitere Abblockmaßnahmen erforderlich werden, um jegliche Störungen vom offenen Messeingang fernzuhalten.

Der logarithmische Detektor AD8307 [5] befindet sich direkt hinter der SMA-Eingangsbuchse Bu1. Der Anschluss erfolgt über einen 100-nF-SMD-Kondensator, siehe Schaltplan in Bild 2. Um auf die gewünschte Eingangsimpedanz zu kommen, liegt direkt am Detektoreingang ein 51-Ω-Widerstand in Reihe mit C12 an Masse, was $Z \approx 48 \Omega$ ergibt.



Bild 2:
Die Kalibrierung des Pegelmessers ist menügeführt und dadurch recht einfach zu bewerkstelligen.

Von Pin4 des AD8307 geht es an den Eingang des A/D-Umsetzers im ATmega328P. Die Referenzspannung des ADU liegt an Pin21 und beträgt etwa 2,5 V. Sie wird mithilfe des Präzisionseinstellwiderstands P2 aus der Ausgangsspannung des 3,3-V-Stabilisators IC3 gewonnen. Dieser hat SMD-Bauform. Warum 2,5 V? Die Kennlinie des logarithmischen Detektors IC2 hat eine Steigung von 25 mV/dB. Bei einem Maximalwert von +16 dBm am Eingang liegen laut Datenblatt 2,5 V Gleichspannung am Ausgang. Diesen Wert habe ich daher als Aussteuerungsgrenze des ADU definiert, sie entspricht dem „Vollausschlag“ bei der Messung.

Zur Spannungsversorgung werden 5 V für Display und IC2 benötigt. Den Mikrocontroller betreibe ich mit 3,3 V, da die serielle Datenübertragung zum Display mit diesem Pegel stattfindet. Als Energiequelle dient eine Powerbank mit einer Li-Ionen-Rundzelle der Baugröße 18650. Diese liefert 5 V am USB-Ausgang, man kann die Spannung aber auch intern abgreifen. Das Aufladen erfolgt über den USB-Anschluss, Bild 4.



Bild 4:
Anschlüsse der eingebauten Powerbank an der Rückseite des Pegelmessers

Das Gerät hat bei 5 V eine Stromaufnahme von etwa 120 mA, was einen ununterbrochenen Betrieb über mehrere Stunden ermöglicht. Die Zellenspannung beträgt 4,1 V im geladenen und 3,0 V im entladenen Zustand. Über den Einstellwiderstand P1 gelangt die direkt an der Zelle abgegriffene Spannung an einen weiteren ADU-Eingang des Mikrocontrollers. Auf deren Auswertung basiert die Anzeige des Ladezustands auf dem Display.

Aufbau, Hinweise zur Software

Es ist ratsam, für die Powerbank ein Metallgehäuse vorzusehen, da die vom integrierten Schaltregler ausgehenden Störungen sonst zum Anstieg des Grundrauschpegels beitragen würden. Das Resultat wäre eine verringerte Messempfindlichkeit.

Eine Leiterplatte für die Schaltung habe ich nicht entwickelt. Der Mikrocontroller befindet sich auf einer kleinen Universalplatine mit Stecksockel wie sie z. B. auf www.ebay.de/itm/365169888035 angebo-

ten wird. Hier muss man Pin 21 (AREF) von Masse trennen und Pin20 (AVCC) mit Pin 7 (VCC) verbinden. Den logarithmischen Detektor AD8307 habe ich auf eine DIP-8-Adapterplatine gelötet, siehe z. B. www.ebay.de/itm/146248473910. Die übrigen Bauelemente befinden sich auf einer kleinen Lochrasterplatine.

Die Kommunikation mit dem Display erfolgt über die serielle Schnittstelle, im vorliegenden Fall mit 57 600 Bd, was praktisch einen verzögerungsfreien Betrieb ermöglicht. Im Compiler habe ich dazu die Schnittstellengeschwindigkeit mit $\$baud = 57600$ in Kombination mit $\$crystal = 8000000$ festgelegt und dies ebenfalls im Nextion-Editor auf der Hauptseite mit $baud = 57600$ definiert.

Wie der im Kasten dargestellte Auszug des Quelltextes zeigt, genügen bereits wenige Befehle zur Messwert- bzw. Datenübertragung an das Display. Diese findet etwa alle 200 ms statt.

Am Nachbau Interessierten stelle ich den BASCOM-Quellcode und die Nextion-Arbeitsdatei auf Anfrage zur Verfügung.

Kalibrierung

Zunächst muss die Linearität abgeglichen werden. Dazu ist P2 so einzustellen, dass am Schleifer 2,5 V anliegen. Nun gibt man abwechselnd ein Signal mit 0 dBm und mit -50 dBm an den Eingang und verändert P2 so lange, bis die angezeigte Differenz zwischen beiden Pegelwerten genau 50,0 dB beträgt.

Falls ein hinreichend genauer Signalgenerator zur Verfügung steht, lässt sich das Messgerät auch direkt kalibrieren, siehe Kalibriermodus in Bild 3. Dazu sind der Generator an die Eingangsbuchse anzuschließen, bei der gewünschten Frequenz 1 mW (0 dBm) einzustellen und der Button *cal 0 dBm* zu betätigen. Die Kalibrierwerte werden dauerhaft gespeichert. Man kann hier auch den voreingestellten Wert zurückholen, falls der Vorgang fehlschlagen sollte.

hundmanfred@gmail.com

Literatur

- [1] Nextion Displays: <https://nextion.itead.cc>
- [2] Hund, M., DL2IAO: Selbst gebautes HF-Wattmeter mit Nextion-Grafikdisplay. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 8, S. 734–737
- [3] Lindenau, A., DL4JAL: Handliches HF-Milliwattmeter bis 500 MHz mit OLED-Display. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 2, S. 130–133
- [4] Oßmann, M.: HF-Leistungsmessvorsatz fürs Digitalvoltmeter. FUNKAMATEUR 48 (1999) H. 10, S. 1139–1140; siehe auch: www.funkamateurl.de/bauelemente.html
- [5] FA-Bauelementeinformation: AD8307 – Low-Cost-Logarithmiervverstärker DC bis 500 MHz, 92 dB Dynamikbereich. FUNKAMATEUR 48 (1999) H. 10, S. 1139–1140; siehe auch: www.funkamateurl.de/bauelemente.html

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ AATiS auf der Ham Radio 2025

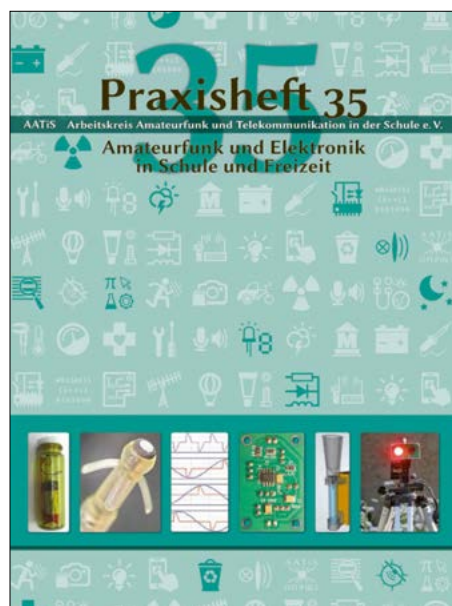
Von Freitag, 27.6., bis Sonntag, 29.6. findet wieder die größte Amateurfunkmesse Europas, die Ham Radio, auf dem Messegelände



Friedrichshafen statt. Am AATiS-Stand in Halle A1 wird das komplette Bausatz- und Medienprogramm präsentiert.

Neben der Möglichkeit zum Austausch mit den Bausatzentwicklern bietet sich am angegliederten AATiS/DARC-Projektstand ganzjährig die Möglichkeit zum Aufbau der angebotenen Bausätze unter Anleitung erfahrener „Lötpaten“ an.

Auch in diesem Jahr wird der AATiS wieder eine Station für die bei Jugendlichen beliebte Ham Rallye sein, bei der es viele interessante Preise zu gewinnen gibt.



Auch das neue Praxisheft 35 ist am Stand erhältlich – Schmökern erlaubt! Foto: AATiS

Wer sichergehen will, dass die gewünschten Bausätze auch am Stand vorrätig sind, sollte diese bis zum 15.6. vorbestellen. Die Bestelladresse lautet: bestellung@aatis.de. Das Stichwort ist HamRadio25.

■ Lehrerfortbildung 2025 – Facetten der Kommunikation

Am Freitag, dem 27.6., findet von 10 Uhr bis 16.15 Uhr, anlässlich der Amateurfunkmesse Ham Radio, auf dem Messegelände Fried-



richshafen, Vortragssaal Halle A2, eine spezielle Lehrerfortbildung statt. Der Deutsche Amateur-Radio-Club (DARC) e.V. und der Arbeitskreis Amateurfunk und Telekommunikation in der Schule (AATiS) e.V. sowie die Messe Friedrichshafen bieten Lehrkräften damit die Möglichkeit, neue Impulse für einen praxisorientierten Unterricht mit Schwerpunkt Elektronik und Informatik zu erhalten. Unter dem Motto *Vom Funkamateure zum Ingenieur* bekommen die Teilnehmer der Lehrerfortbildung wertvolle Informationen und Vorschläge, wie aktuelle Themen im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht behandelt werden können. In diesem Jahr berichten Referenten zum Thema *Facetten der Kommunikation*.

Programm:

10.30 Uhr: Begrüßung, Organisatorisches und Vorstellung des Programms, Prof. Dr. Roman Dengler, DK6CN, Pädagogische Hochschule Karlsruhe (Didaktische Leitung), Dr. Karsten Hansky, DL3HRT, AATiS e.V. (Gesamtbetreuung).

10.45 Uhr: Jugend forscht – Das kann ich auch! Dominique Haas, Jugend-forscht-Botschafter für Baden-Württemberg, stellt den Wettbewerb vor, beleuchtet die Teilnahmebedingungen und zeigt fachliche und finanzielle Fördermöglichkeiten auf.

11.15 Uhr: Amateurfunk als Begabtenförderung, Prof. Dr. Harald Gerlach, DL2SAX (Hochschule Neu-Ulm). Die Förderung von besonders an MINT interessierten Jugendlichen für den Industriestandort Deutschland ist mehr als notwendig. Der aktuelle gymnasiale Lehrplan unterstützt diese Richtung leider nur wenig. Eine der Möglichkeiten gegenzusteuern, ist die Gründung einer Amateurfunk-AG und die damit verbundene Ausbildung zum Funkamateure.

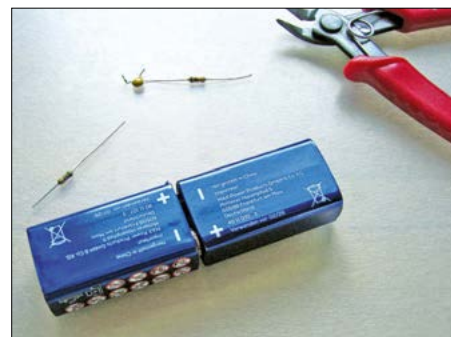
12 Uhr: Das Cryptool-Projekt, Dr. Doris Behrendt (Universität der Bundeswehr München). Wie sich Kommunikation mithilfe von Kryptografie absichern lässt, kann man mit den Online-Apps von Cryptool im Detail studieren – DSGVO-konform, ohne Datensammeln, kostenlos und größtenteils Open Source. Es werden Beispiele zur Kryptoanalyse historischer Chiffren gezeigt und ein neues Lernprogramm für Gymnasien vorgestellt.

13 Uhr: Mittagspause

14.15 Uhr: Faszination Weltall – Der Funkkontakt des Gymnasiums der Stadt Meschede zur ISS, Josef Sommer, DL8DBN (AATiS e.V.). Ein Funkkontakt mit der Internationalen Raumstation ist ein Erlebnis der be-

sonderen Art – vor allem für Schülerinnen und Schüler. Dieser Vortrag beschreibt den spannenden Weg von der Bewerbung, über Stationsaufbau, Vorbereitung, Finanzierung bis zur direkten Kommunikation mit einem Astronauten an Bord der ISS aus der Sicht der Schule und der beteiligten Funkamateure.

15.15 Uhr: Organisation ist wichtig! Damit (m)ein Workshop nicht zum Desaster wird, Bernd Kalch, DB1BKA (AATiS e.V.). Wenn ich junge Leute für etwas begeistern will, muss ich selbstbewusst auftreten können. Aber guter Wille und Wissen allein reichen nicht. Wie man den organisatorischen Fallstricken entkommt und einen Workshop erfolgreich durchführen kann, soll Inhalt des Vortrags sein.



(K)ein Workshop-Desaster

Foto: DH4KAV

ab 16.15 Uhr: Ausgabe der Fortbildungsbescheinigungen am AATiS-Stand in Halle A1. Nur für registrierte* Teilnehmer der Lehrerfortbildung!

* Die Teilnahme ist kostenlos, aber eine Anmeldung vorab erforderlich. Die Anmeldung erfolgt online über: [https://events.darc.de/leh](https://events.darc.de/lehrerfortb-2025)

■ Rundschreiben 2025

Das aktuelle Rundschreiben enthält neben Informationen über den Verein eine Übersicht über alle vom AATiS erhältlichen Bausätze, Medien und Leihgeräte, die für die MINT-Bildung genutzt werden können, nebst Preisinformationen. Das Rundschreiben kann zur Auslage auf Veranstaltungen kostenlos angefordert werden über bestellungen@aatis.de. Die



Cover des Rundschreibens 2025

Foto: AATiS

digitale Version steht auch zum Download als PDF-Datei auf www.aatis.de/content/AATiS-Rundschreiben-2025 zur Verfügung. Für die AATiS-Mitglieder lag das Rundschreiben der Mai-Ausgabe des FUNKAMATEUR bei.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbj@funkamateure.de

■ Albrecht AE 6390

Kurz vor dem 50. Jahrestag der Einführung des CB-Funks in Deutschland auf zwölf AM-Kanälen im 11-m-Band am 1.7.1975 hat Albrecht mit dem AE 6390 ein weiteres neues Mobilgerät vorgestellt. Der moderne Transceiver nutzt die heute zugelassenen Möglichkeiten und funkt in der Standardeinstellung auf 40 Kanälen in AM und FM mit maximal 4 W. Selbstverständlich lässt sich das Gerät auf nationale Sonderregelungen umstellen, darunter auf zusätzliche 40 FM-Kanäle in Deutschland oder Großbritannien. Dadurch ist der europaweite Einsatz möglich, etwa auf Reisen.

Ausstattung

Das neue Mobilfunkgerät wendet sich an Hobbyfunker und Berufskraftfahrer gleichermaßen. Es lässt sich sowohl an einer 12-V- als auch an einer 24-V-Quelle aus dem Kfz-Bordnetz mit Strom versorgen, wobei das Ge-



Das CB-Mobilgerät Albrecht AE 6390 ist für 12-V- sowie 24-V-Betrieb ausgelegt und bietet durch das komfortable Bedienkonzept einen direkten Zugang zu oft benötigten Funktionen.

rät diese automatisch erkennt. Mit Abmessungen von 188 mm × 57 mm × 131 mm (B × H × T) und 1,9 kg Masse gehört das Gerät mit seiner geringen Einbautiefe noch zu den kompakteren seiner Klasse, hat aber dennoch eine für die komfortable Bedienung ausreichend große Frontplatte. Das Gehäuseformat entspricht der DIN-Größe zum Einbau in einen entsprechenden Schacht im Fahrzeug.

Auffallend ist das große 2,4-Zoll-LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung, das sich laut Hersteller aus den üblichen Blickwinkeln gut ablesen lässt. Dort werden die groß dargestellte Kanalnummer, die gewählte Sendart, in einem Balkendiagramm die relative Empfangssignalstärke sowie weitere Parameter angezeigt. Die Intensität der Hintergrundbeleuchtung ist mehrstufig einstellbar. Ein 2-W-Lautsprecher auf der Frontseite sorgt für eine gut verständliche Audiowiedergabe im Fahrzeug.

Alternativ ist über eine rückseitige 3,5-mm-Klinkenbuchse ein externer Lautsprecher anschließbar. Wie üblich befinden sich auch das fest installierte Stromversorgungskabel mit integrierter Sicherung und die SO239-Antennenbuchse auf der Geräterückseite.

Rund um Display und Lautsprecher sind die Bedienelemente gut zugänglich angeordnet: Ganz links auf der Frontplatte liegt der rasende Kanalwahlschalter, während die Drehknöpfe für Rauschsperrung (*Squelch*) sowie NF-Lautstärke und *An/Aus* ganz rechts gut zugänglich angeordnet sind. Zusätzlich zum manuellen *Squelch* ist der AE 6390 mit einer Automatikfunktion *ASQ* ausgestattet, die die Ansprechschwelle selbst wählt. Das mitgelieferte Handmikrofon lässt sich über die sechspolige Buchse unterhalb des Kanalwahlschalters anschließen und mithilfe einer Überwurfmutter fixieren. Über *Up/Down*-Tasten auf der Oberseite des Mikrofons ist der Kanalwechsel ebenfalls möglich.

Zwischen Display und Lautsprecher liegen sieben Drucktasten für weitere Bedienvorgänge. Die Taste *Mode/ASQ* wechselt zwischen AM und FM und aktiviert den automatischen *Squelch*. Über *VOX* ist die integrierte Freisprechfunktion aktivierbar, die das AE 6390 ohne Druck auf die PTT-Taste des Handmikrofons automatisch auf Sendung gehen lässt. Ansprechempfindlichkeit und Haltezeit („Verzögerung“) der *VOX* sind neunstufig einstellbar. *EMG* schaltet direkt auf die Anrufkanäle 9 und 19, während über die Taste *SCAN/RF* ein Kanalsuchlauf aktiviert wird.

Mittels Zweitfunktion *RF Gain* reduziert man bei Bedarf die Empfindlichkeit des Empfängers. Solche Einstellungen erfolgen übersichtlich im Einstellmodus mithilfe des Kanalschalters und des Displays. Die Tasten *P1*, *P2* und *P3* lassen sich mit drei Funkkanälen programmieren, die nun per Direktwahl sofort zur Verfügung stehen. Dies ist insbesondere dann komfortabel, wenn man im Fahrzeug regelmäßig auf festgelegten, weit auseinanderliegenden Kanälen funkt. Die bei Bedienvorgängen hörbaren Quittungstöne sind deaktivierbar.

Zum Lieferumfang des Albrecht AE 6390 gehören das erwähnte Handmikrofon, ein DIN-Einbaurahmen mit zwei Entriegelungsschlosseln, eine Mikrofonhalterung, ein Montagebügel mit Befestigungsschrauben, ein Stromversorgungskabel und eine gedruckte Bedienungsanleitung. Im Funkfachhandel ist das CB-Mobilgerät Albrecht AE 6390 für rund 120 € im Angebot.

■ Maas PT-4502+

Unter anderem an Gleitschirmpiloten wendet sich das PMR446-Handfunkgerät PT-4502+ von Maas. Das robuste und mit einer Masse von 236 g leichte Gerät ist gemäß US-Standard MIL-STD-810E, der den Einsatz von Technik unter rauen Umweltbedingungen zertifiziert, gegen Staub und Spritzwasser geschützt. Für die Bedienung stehen auf der Frontseite sechs Tasten bereit, ergänzt durch die seitlichen PTT- und Monitortasten. Über

Mit seinem neuen PMR446-Handfunkgerät PT-4502+ wendet sich Maas unter anderem an Gleitschirmpiloten.

Werkfotos



Buchsen lässt sich eine Hörsprechgarnitur anschließen. Herkömmliche Drehknöpfe zur Einstellung von NF-Lautstärke und Rauschsperrung sind nicht vorgesehen, was beim Gleitschirmflugeinsatz eher von Vorteil ist: Man wählt die Parameter einmal wie benötigt und läuft nicht Gefahr, während des Fluges versehentlich etwas zu verstellen.

Zur Ausstattung des PT-4502+ gehören unter anderem eine neunstufig einstellbare *VOX*-Funktion, ein dreistufiger Energiesparmodus, ein programmierbarer Notrufkanal, CTCSS/DCS-Codes. Der Lieferumfang umfasst neben dem Funkgerät einen Akkumulator, ein Standladegerät, einen Gürtelclip und eine Anleitung. Im Fachhandel ist das Maas PT-4502+ für rund 160 € erhältlich.

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de/
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgierunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
26. 6.	Berg-DX ab 22 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0430-0625	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0558-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0600-0625	Radio Rumänien International – 9700
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0600-1900	Radio Gloria – 6140 (Testsendungen via Radio Onda; LUX)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-2200	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St.-Martini-Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1000-1100	Kölsch in die Welt – 6070 (unregelmäßig So; D-r)
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig; D-h)
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1030-1100	Evang. Missionsgemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (2. So/Monat; D-n)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-1230)
1130-1225	Stimme von Türkiye – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880
1500-1600	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1658-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1700-1800	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1730-1825	Stimme von Türkiye – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat und folgender Fr; D-r)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 11 775, 13 810 (Musikprogramm)
1800-2000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425 , 12 015
1900-2000	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2100-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg,
-r Rohrbach, -w Winsen/Aller,
-ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fettdruck**
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ Sendungen für Myanmar

Am 24.4. hat der Kurzwellen-Senderbetreiber Encompass Digital Media Ltd. zusätzliche Ausstrahlungen für die *Democratic Voice of Burma* (DVB) von 0100 UTC bis 0130 UTC auf 9430 kHz und von 1300 UTC bis 1330 UTC auf 17 500 kHz aufgenommen. Diese Sendungen wurden täglich über die Sendestation Dhabayya, Vereinigte Arabische Emirate, ausgestrahlt und waren eine Reaktion auf das Erdbeben in Myanmar: Das spezielle Programm wandte sich an betroffene Menschen in der Region und sollte ihnen Informationen unter anderem über humanitäre Hilfsaktionen bringen. Bei Redaktionsschluss galt noch, dass diese Sendungen auf vierzehn Tage begrenzt waren, möglicherweise sind sie aber auch über diesen Zeitraum hinaus zu hören.



Die Mitglieder der HFCC koordinieren die von ihnen verwendeten KW-Frequenzen und veröffentlichen Sendepläne.

Solche Ausstrahlungen auf KW für Menschen in einer von einer Katastrophe betroffenen Region sind ein Ergebnis der Initiative *Internationales Radio für Katastrophenhilfe* (IRDR) der *High-Frequency Coordination Conference* (HFCC). Die HFCC ist eine Gruppe von Senderbetreibern und Programmproduzenten, die sich zur Vermeidung von Interferenzen um die Koordinierung von Sendekanälen für den KW-Rundfunk bemühen. So lassen sich Mehrfachbelegungen von Frequenzen im Idealfall verhindern.

■ IRDR-Initiative

Die HFCC stellt den Hintergrund und die Ziele ihrer IRDR-Initiative wie folgt vor und nimmt dabei Bezug auf den Notfunk der Funkamateure: Seit seinen Anfängen in den 1920er-Jahren ist das Potenzial des KW-Funks als Kommunikationsmittel bei Notfällen bekannt. Diese Nutzung der Kurzwellen ist immer noch sehr präsent, etwa bei den Funkamateuren, die zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts bei ihren Experimenten deren Eigenschaften für die unabhängige Kommunikation über gro-



Radio208 beendet seine Ausstrahlungen im Mai.

ße Entfernungen entdeckten. Der Amateurfunkdienst ist seitdem ein Kommunikationsmittel auf Kurzwelle und weiteren Frequenzbereichen, „wenn alles andere versagt“. „Diese Rolle des Amateurfunks wird sowohl von der Öffentlichkeit als auch von den weltweiten Institutionen, die die Nutzung des Funkpektrums verwalten und regulieren, anerkannt, geschätzt und gewürdigt“, erklärt die IRDR-Initiative.

Im Gegensatz dazu bleibe das enorme technische Potenzial des internationalen KW-Rundfunks, der mit Sendeanlagen arbeitet, die zehn- oder hundertmal leistungsfähiger sind als die des Amateurfunks, in Notfällen fast ungenutzt. „In dem Moment, in dem lokale und sogar regionale Kommunikations- und Informationsnetze etwa bei einer Naturkatastrophe am dringendsten benötigt werden, sind diese oft zerstört oder überlastet und die Bevölkerung leidet unter einem Informations-Blackout.“ Ein KW-Radio ist dann mitunter die einzige Informationsquelle, die noch bleibt.

Obwohl die lebensrettende Rolle des internationalen Rundfunks auf Kurzwelle nachgewiesen sei und durch Umfragen nach den jüngsten Katastrophen bestätigt wurde, seien keine konkreten internationalen Projekte entworfen und kein Rechtsrahmen entwickelt worden. „Aus diesem Grund entwickelt die HFCC in Zusammenarbeit mit den arabischen Staaten und den asiatisch-pazifischen Rundfunkgesellschaften ein IRDR-Projekt mit koordinierten Frequenzen, die vom HFCC in Übereinstimmung mit der Internationalen Vollzugsordnung Funk verwaltet werden.“

■ Koordinierte Frequenzen

Für die Ausstrahlung von humanitären Hörfunksendungen in Katastrophengebiete haben sich die Mitglieder des HFCC auf die folgenden KW-Kanäle geeinigt, die rund um die Uhr für den Einsatz zur Verfügung stehen: 5910 kHz, 7400 kHz, 9430 kHz, 11 840 kHz, 13 620 kHz, 15 650 kHz, 17 500 kHz, 18 950 kHz, 21 840 kHz, 26 010 kHz. Eine bestimmte Sendearbeit erwähnt die HFCC-Liste nicht für die IRDR-Initiative, doch kommt aufgrund der großen Verbreitung geeigneter Empfänger in der Praxis nur AM infrage. Eine komplette Liste der HFCC-Mitglieder steht unter <https://new.hfcc.org/members.phtml> online. Aktuelle Kurzwellen-Sendepläne von Stationen, die ihre Frequenzen über die HFCC koordinieren, sind unter <https://new.hfcc.org/data/a25> zugänglich. Dort sind auch Informationen von europäischen Kurzwellen-Inlandsdiensten unter anderem aus Deutschland, den Niederlanden und Dänemark vertreten. Zu

beachten ist, dass nicht alle beim HFCC registrierten Frequenzen tatsächlich bzw. über den kompletten genannten Zeitraum aktiv sind.

Auch die Frequenzbehörde Dänemarks koordiniert die von privaten dänischen Stationen genutzten KW-Kanäle über die HFCC. Der dänische Senderbetreiber und Wellenjäger Stig Hartvig Nielsen hat kürzlich einige Änderungen für die von ihm betriebenen Senderprojekte bekannt gegeben. So ist geplant, im Laufe des Juni mit 3965 kHz (400 W) und 25 820 kHz (100 W) vom Standort Hvidovre den Sendebetrieb von *World Music Radio* (WMR, <https://wmr.dk>) auf zwei weiteren KW-Frequenzen zu starten. Ab 1.7. sendet WMR voraussichtlich auf 3965 kHz 0000 UTC bis 2400 UTC, 5930 kHz 0000 UTC bis 2400 UTC, 15 700 kHz 0500 UTC bis 2200 UTC, 25 800 kHz 0000 UTC bis 2400 UTC, 25 820 kHz 0000 UTC bis 2400 UTC. *Radio208* (www.radio208.dk) stellt den Betrieb unter anderem aus Kostengründen ein, dies betrifft die Frequenzen 1440 kHz und 5970 kHz.

Damit endet nun endgültig die Mittelwellenausstrahlung in Dänemark. WMR hatte die Übertragung auf 927 kHz bereits vor einem halben Jahr abgeschaltet, gefolgt von 1422 kHz vor einigen Wochen. Auf 1440 kHz sendet Stig aus der Nähe von Kopenhagen noch mit 300 W, was bei Erscheinen dieses Beitrags ebenfalls bereits Geschichte ist. Neben den hohen Kosten ist ein weiterer Grund für die Abschaltungen die Schwierigkeit, von der dänischen Frequenzbehörde eine vorübergehende Genehmigung für weitere Sendungen auf



World Music Radio ist weiter auf Kurzwelle aktiv und nimmt zusätzliche Frequenzen in Betrieb. Die Ausstrahlungen auf der Mittelwelle 1440 kHz enden.

Mittelwelle zu erhalten. Eine permanente Sendelizenz wird dafür nicht vergeben. Der Inlandssender *Danmarks Radio* hatte seine Übertragungen auf 1062 kHz bereits 2011 beendet. Die dänische Langwelle 243 kHz verabschiedete sich am 31.12.2023 mit einer Sonder-sendung. Dank des privat betriebenen *World Music Radio* ist Dänemark aber auch weiterhin auf Kurzwelle vertreten.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung Juni 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Bereits während der ersten Monate dieses Jahres erweckte die Sonne den Eindruck, dass sich das Gravitationszentrum der Sonnenaktivität von der südlichen in die nördliche Hemisphäre verschiebt. Jetzt können wir diesen Trend deutlicher sehen. Obwohl die Progressionskurven der Sonnenaktivität fallende Werte aufweisen, ist es möglich, dass wir auf einen weiteren Aufwärtstrend der Sonnenaktivität in diesem Elfjahreszyklus hoffen können. Dabei treten die aktiven Regionen vorzugsweise nördlich des Sonnenäquators auf. Das nährt die Aussicht auf einen verbesserten Zustand der Ionosphäre und damit auf nochmals günstigere Ausbreitungsbedingungen auf den oberen Kurzwellenbändern im kommenden Herbst.

Für Juni 2025 gibt es folgende Vorhersagen für die Sonnenfleckenzahl R : NOAA/SWPC 143,9; SIDC (WDC-SILSO) Brüssel 136 (nach der klassischen Methode) und 138 (nach der kombinierten Methode). Bei BOM SWS (Australien) lesen wir $R = 121,1$. Unsere Ausbreitungsdiagramme beruhen auf $R = 120$.

Während des Aprils erlebten wir viele Tage, die geomagnetisch gestört waren, logischerweise auch mit abgesenkter Grenzfrequenz der F2-Schicht. Das war unüblich und kam überraschend. Die schlechtesten Ausbreitungsbedingungen herrschten am 5., 7., 9. und 16. April. Eine Beruhigung und damit bessere Ausbreitungsbedingungen erfolgten in der letzten Dekade nach dem 23. April. Das waren die sechs geomagnetisch ruhigsten Tage im gesamten Monat. Interessant war die positive Phase der Störungsphase am 3. April. In den letzten Tagen des Monats entwickelte sich die große Sonnenfleckengruppe AR4079 am nordöstlichen Sonnenrand bis zu einer Ausdehnung von über einem Tausendstel der Sonnenfläche.

Wir erwarten gegenwärtig keinen großen Anstieg der Sonnenaktivität. Es ist für unsere

ren Ionosphärensommer, speziell in den Monaten Juni und Juli, in der nördlichen Hemisphäre auch nicht wichtig. Die Sonnenaktivität wird mehr oder weniger auf dem gegenwärtigen Pegel bleiben. Das geomagnetische Feld wird, verglichen mit den vergangenen Wochen, ruhiger werden. Insgesamt erwarten wir dadurch eine bessere Ionosphäre.

Messungen und Beobachtungen im April 2025 lieferten die folgenden Monatsmittelergebnisse: SIDC $R_i = 140,6$, DRAO SF = 162,4 und zum wiederholten Mal einen ziemlich hohen geomagnetischen Index aus Wingst mit $A = 18,9$. Für den vergangenen Oktober wurde die geglättete Sonnenfleckenzahl $R_{12} = 160,8$ berechnet.

Legende zu den Diagrammen

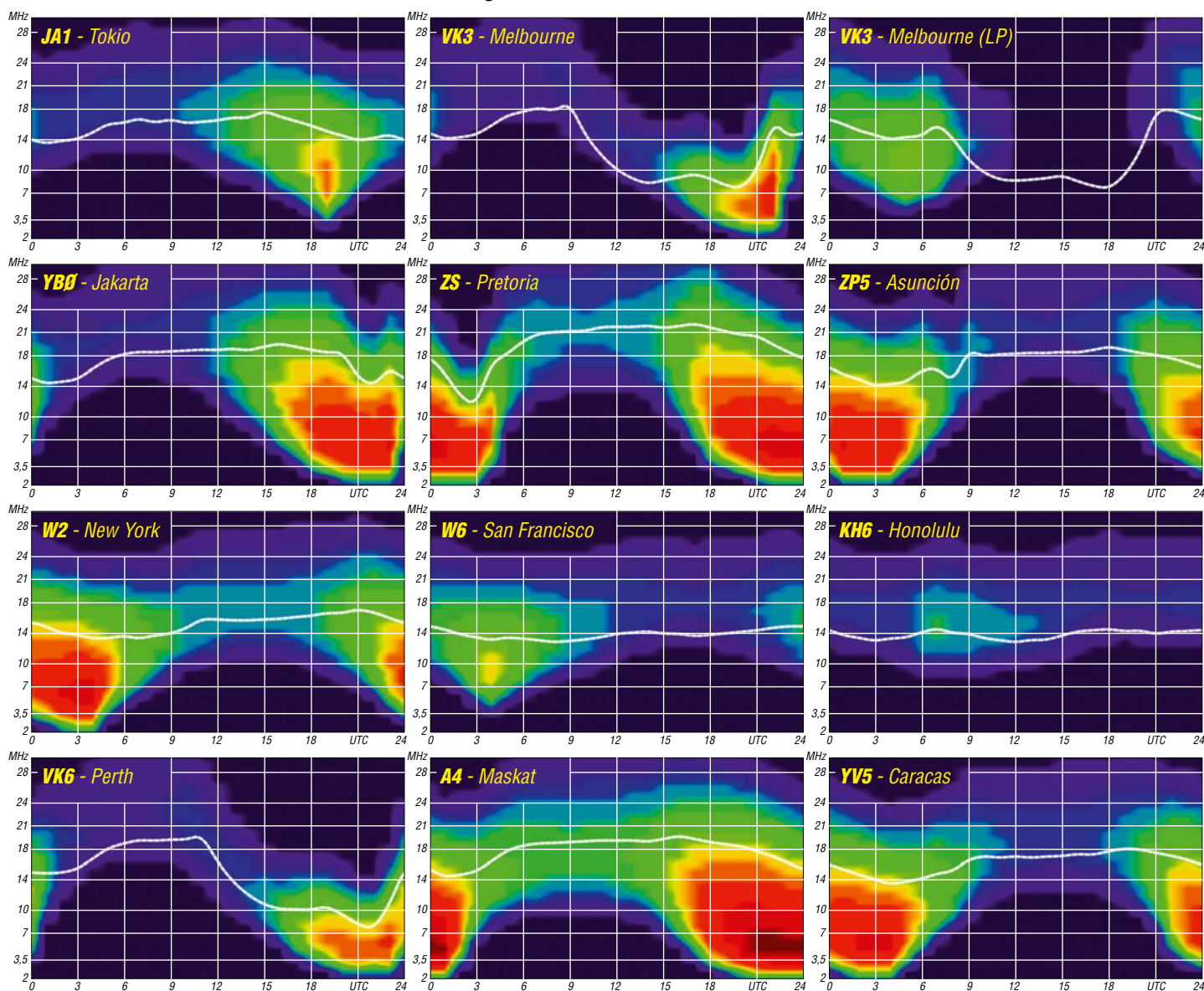
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

Optische Telegrafie – Semaphorentag 2025

In Frankreich stellte 1791 Claude Chappe erstmals seinen optischen Telegrafen vor. Über ein verbessertes System konnten bereits drei Jahre später Nachrichten zwischen Paris und Lille ausgetauscht werden. Nach und nach entstand ein sternförmiges Kommunikationsnetz, das Paris mit strategisch wichtigen Orten verband. An jeder Telegrafestation befand sich ein Signalmast mit Flügelarmen. Zwischen den Stationen musste Sichtverbindung bestehen. Größere Entfernungen erforderten zusätzliche Relaisstationen.

Die Nachrichten wurden vor der Übertragung codiert und anschließend zeichenweise von Stationen zu Station übermittelt. In der Empfangsstation ermittelte man per Fernrohr von der benachbarten Sendestation aus die Stellung der Flügelarme.

An Relaisstationen wurde diese Flügelstellung am eigenen Signalmast zur Weitergabe eingestellt. Hinter einer bestimmten Flügelstellung verbarg sich ein vereinbarter Buchstabe oder eine Zahl. Je nach Code war es auch möglich, Dienstsignale oder ganze Sätze einer bestimmten Flügelstellung zuzuordnen.

Napoleon I. erkannte frühzeitig die Vorzüge des Telegrafen. Informationen aus den entlegens-



Nachbau der Signalanlage an Station Nr. 4 (Telegrafenberg Potsdam) der ehemaligen optischen Telegrafienlinie Berlin–Koblenz

Foto: DL7UAW

ten Landesteilen und besetzten Gebieten erreichten ihn nicht erst nach Tagen, sondern bereits innerhalb weniger Stunden. Ein zeitlicher Vorsprung, um schneller auf veränderte politische oder militärische Lagen zu reagieren. Das linke Rheinufer, einschließlich der Stadt Mainz, war zeitweise von französischen Truppen besetzt. Ab dem 29. Mai 1813 konnte auch Mainz über die neu errichtete Linie Metz–Mainz aus dem französischen Telegrafennetz erreicht werden. Nach nicht einmal einem Jahr endete der Betrieb abrupt, denn preußische Truppen erreichten am 1. Januar 1814 Bad Kreuznach und unterbrachen dort die Telegrafienlinie. In Preußen selbst dauerte es noch bis zum Jahr 1833, ehe die optische Telegrafienlinie Berlin–Köln–Koblenz vollständig in Be-

trieb gehen konnte. Sie wiederum wurde 1849 durch eine elektrische Telegrafienverbindung abgelöst. Das neue System war schneller und darüberhinaus unabhängig von der Tageszeit oder den Wettereinflüssen.

Wenn heute Kommunikationsverbindungen über Lichtwellenleiter geführt werden, nutzen sie noch immer die Prinzipien aus der Anfangszeit: Nachrichten werden codiert und zeichenweise, mittels optischer Systeme, von Station zu Station übertragen.

Der DARC-Ortsverband Mainz, DOK K07, plant am 24. 8. einen *Semaphoren-Tag*. In Erinnerung an die ehemalige optische Telegrafienlinie Metz–Mainz sollen 23 Standorte mit Bezug zur Trassenführung temporär mit Amateurfunkstationen besetzt werden. Von Station zu Station wird dann per UKW-Handfunkgerät eine Nachricht von Mainz nach Metz übermittelt.

Da sich die Standorte teilweise an exponierten Punkten befinden, besteht durchaus eine Chance, dieses Experiment auch von weiter entfernten Empfangsorten zu verfolgen. Es ist zwar keine spezielle Beteiligung von Höramateuren vorgesehen, aber das Organisations-team um Wolfgang, DF7PN, und Thomas, DL7FBT, wird sich sicher darüber freuen, wenn ergänzend zur Veranstaltung auch noch Empfangsberichte eingehen. Aktuelle Informationen zum Projektstand sind unter [2] zu finden.

Literatur

[1] <http://dl0mz.de>

[2] <https://md.freifunk-mwu.de/s/29GN-k7mZ>

[3] www.optischetelegraph4.de

Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@darf.de

Bergfunktechnik

Im SOTA-Reflektor werden unter dem Titel *3D prints for SOTA* interessante Lösungen für den Bergfunkeinsatz vorgestellt (reflector.sota.org.uk/t/3d-prints-for-sota/29246).

So kann man z. B. Lösungsvorschläge für Steckverbinder, Balungehäuse, Masthalter und Antennenbauteile finden, teilweise sind auch die entsprechenden Konstruktionsdaten verlinkt. QMX-User können jetzt auch in SSB aktiv werden, ein Firmware-Update wurde veröffentlicht. Wer ein passendes Mikrofon sucht, kann sich im QRP-Forum unter www.qrpforum.de dazu informieren. Hier gibt es einen Thread zum Thema Mikrofonkapseln für QMX.

Bergfunk-Angebot für Menschen mit Behinderungen

Der Verein für Aktivurlaube und Sport wäre bereit, mit bergfunkinteressierten Funkamateuren auf einige Gipfel im österreichischen Dachsteingebiet zu klettern. Wir haben einige

Gipfel herausgesucht, die auch mit Rollstühlen erreichbar sind. Die eigene Technik muss allerdings mitgebracht werden.

Die angepeilten Zeiträume sind der 7. bis 12. 7. sowie der 23. und 24. 8. 2025. Das Angebot ist allerdings nicht kostenlos, die genauen Preise erhalte ich noch. Weitere Informationen sind unter dl7ujm@darf.de zu erfragen.

Tnx Info Arnold Hübsch, OE1IAH, und Jürgen Mothes, DL7UJM

SOTA-Reise nach Finnland zum OH73ELK-Haus

Arnold, OE1IAH, schreibt: „Dieses Jahr wurde als Ziel der SOTA-Reise das Blockhaus OH73ELK gewählt. Das Blockhaus steht auf einer Insel im Südosten von Finnland. Dort wollen wir, OE1IAH, OE1RHC, OE1MVA, OE1LZS und OE3BAJ, vom 1. bis 6. 6. intensiven Funkbetrieb betreiben. Es gibt ein spezielles Diplom des Hauses: je eine Funkverbindung zu den zehn OH-Regionen und zusätzlich noch eine Verbindung zum Call OH73ELK. Infos zum Haus und dem *ELK-Award* sind auf oh73elk.net/de zugänglich.

Wir planen vom 29. 5. bis 9. 6. abermals entlang der Route möglichst viele SOTA-Ziele zu aktivieren. Es sollen etwa 15 bis 20 Gipfel werden. Diese werden selbstverständlich vorab auf den SOTA-Diensten angekündigt. In allen



Elkhaus unter dem Polarlicht

Foto: OE1IAH

durchreisten Ländern mit Ausnahme von OE soll zumindest ein SOTA-Ziel aktiviert werden. Wir streben die SOTA-Wertung *Activated Entire Association* in den drei baltischen Ländern an. Damit gibt es für alle Funkamateure Möglichkeiten, seltene Länder als *Jäger* zu arbeiten. Bevorzugte Frequenzen auf 40 m sind 7,030 MHz und 7,090 MHz sowie auf 20 m 14,060 MHz und 14,285 MHz in CW und SSB.

Auch das 30-m-Band wird auf 10,116 MHz genutzt. Es gibt ein Erinnerungsdiplom wie in den vergangenen Jahren. Die Karten werden nach der Rückkehr von OE1IAH ausschließlich via Büro versendet.“

Einen Zeitplan und weitere Infos zum Haus sind unter oe1iah.at/Betrieb/OH73ELKReise_2025.shtml zu finden.

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

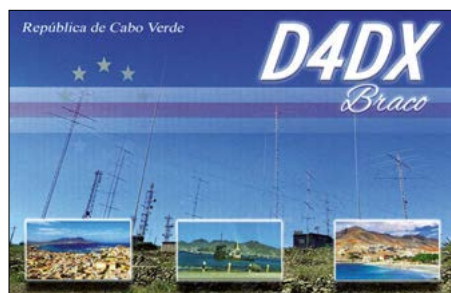
URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 3. 4. bis 6. 5. 2025

■ Condx

Zu Beginn des Monats April waren wir mit einer stark gestörten Geomagnetik aufgrund eines koronalen Massenauswurfs konfrontiert. Die Bänder oberhalb 20 m waren oft nicht nutzbar. Bis zur Monatsmitte ging es dank zahlreicher Flares der Kategorien C und M, verbunden mit starkem Sonnenwind, so weiter. Der solare Fluxindex kam über die 170 nicht hinaus. Die Bänder 15 m und darüber standen nur für wenige Öffnungen zur Verfügung. Es gipfelte in bis in mitteleuropäische Breiten hin sichtbarem Nordlicht am 16./17. 4. Obwohl diese Störungen auch ihre Auswirkungen auf den unteren Bändern zeigten, war in dieser Zeit dort häufig mehr DX zu holen als auf den oberen Bändern. Am solaren Flux änderte sich in der zweiten Monathälfte ebenso wie an den Sonnenwindgeschwindigkeiten nicht viel. Jedoch beruhigte sich die Sonnenaktivität so weit, dass wir wieder regelmäßige, gute Ausbreitungsbedingungen bis in die höchsten Kurzwellenbereiche verzeichnen konnten.



■ DXpeditionen – Rückblick

Die große Überraschung war wohl die Anerkennung der SV1GA/A-Aktivität von Mt. Athos für das DXCC. Was für die einen wertvolle und letztlich unerwartete Diplompunkte darstellen, war für die anderen ein Bruch der ARRL mit den eigenen Regeln. Wie auch immer, die zahlreichen neuen Punkte werden neben der Freude, die sie bringen, wohl auch so manchen Cent in die Diplomkasse des DXCC spülen.

Die zweite Überraschung: YL2GM wurde am 27. 4. unter ZS8W aktiv. Mit viel Glück sollte er bis Mitte Mai die Möglichkeit gehabt haben, die Seltenheit von Marion Is. unter den DXCC-Gebieten bzw. IOTA AF-021 ein wenig zu verringern. Seine Zeit auf den Bändern wurde u. a. durch verschiedene Arbeiten auf der Forschungsbasis beschnitten. Auch diese DXpedition wurde begleitet von Diskussionen um ihre Rechtmäßigkeit.



Das deutsche Team VP2VI brachte es in 18 Tagen auf 173 454 Verbindungen mit über 38 000 verschiedenen Stationen. Etwa die Hälfte der Kontakte fand in FT8 statt, der Rest verteilt sich gleichmäßig auf SSB und CW. HD8G konnte in acht Tagen mehr als 50 000 Kontakte loggen. Auch hier ist mehr als die Hälfte der Verbindungen FT4 und FT8 zuzuschreiben. Mit 46 % QSO-Anteil profitierte Europa am meisten bei dieser Aktivität. TX9A hatte unter den eingangs beschriebenen schwierigen Ausbreitungsbedingungen insbesondere via Polregionen zu leiden. Unter dem Strich gab es 80 511 QSOs, von denen ein Großteil in FT8 verbucht werden kann. Daher auch die Doppel-QSO-Rate von nahezu 27 %.

■ Kurz-Infos

Die Funkaktivität 9N7AA ist seit 25. 4. mit über 180 000 Verbindungen beendet. QSL via LoTW, Club Log oder direkt über S56DX. – In naher Zukunft könnte T30TTT von Western Kiribati noch einmal für ungefähr drei Wochen aktiv werden. – KU9C vermittelt jetzt für KP2M. – P29XZ geht via EA5GL direkt.

■ Inseln für IOTA AS-1787P

Bislang war Pillar Rock als einzig zählbare Insel für diese IOTA-Gruppe ausgewiesen. Der Zustand des Felsens muss nach Auswertung jüngster Informationen jedoch als sehr desolat und damit lebensgefährlich für jeden potenziellen DXpeditionär bezeichnet werden. Deshalb wird Pillar Rock von der Liste gestrichen. Möglicherweise zählt jedoch Hope Island für diese IOTA-Gruppe. Um dies abschließend zu untersuchen, wird eine finale Entscheidung darüber erst nach dem 1. 9. 2025 getroffen.

■ Vorschau

Europa: Ein Team um ON4ANN hat sich für den 6. bis 13. 6. von Jersey mit IOTA EU-013 unter **MJ/OP2D** angekündigt. Es wird Betrieb in SSB, CW und FT8 in Aussicht gestellt. Den QSL-Service übernimmt MOURX über sein OQRS. – IK8VRH und IW8BVN möchten Ventotene Island mit IOTA EU-045 vom 30. 5. bis 2. 6. aktivieren. Man will unter **IB0DX** in CW und FT8 von 160 m bis 10 m funken. IR0DX kommt auf 6 m zum Einsatz. QSL via IK8VRH.

Afrika: **TO974REF** ist an den Maiwochenenden zum letzten Mal vom 29. 5. bis 1. 6. von Reunion mit IOTA AF-016 auf 40, 20, 15 und 10 m in CW, SSB und digital aktiv. – LA9GY arbeitet bis 20. 6. unter **3DA0GY** in Telegrafie und ein wenig SSB. QSL via Heimatrufzeichen.

Amerika: **WC6DX** plant von San Clemente Island mit **NA-066** vom 23. bis 26. 5. aktiv zu sein. QSL nur mit Papierkarte nach den Instruktionen auf seiner QRZ.com-Seite. – Vom 26. 5. bis 8. 6. funkt **J6/SM0FPR** auf Kurzwelle im Urlaub auf IOTA NA-108 überwiegend in Telegrafie. QSL via Heimatrufzeichen, LoTW und Club Log.

FS/K9EL ist vom 4. bis 18. 6. während seines Urlaubs gelegentlich ab 40 m aufwärts aktiv. Der Fokus liegt aber eher auf dem 50-MHz-Bereich. QSL via OQRS auf Club Log oder via LoTW. – In seiner Freizeit beabsichtigt **TG9/AF4CZ** vom 18. 6. bis 9. 7. von 40 m bis 10 m in FT8 und FT4, vielleicht auch in SSB zu funken. QSL via LoTW. – **K6VHF/HR9** wird noch einmal im Juni von Roatan mit IOTA NA-057 auf 80 m bis 6 m in FT8, FT4, SSB, RTTY und CW präsent sein. QSL via K6VHF direkt oder OQRS auf Club Log sowie LoTW.



Die Grupo DX Caracas will vom 20. bis 24. 6. unter **YW6M** von Chimana Segunda Island mit IOTA SA-090 in den Grenzen des Mochima Island National Park in SSB, CW, digital und via SAT QRV sein. QSL via W4DTA.

Asien: **AU2M** soll Arnala Island mit IOTA AS-169 vom 28. bis 31. 5. in CW, SSB und FT8 (F/H) aktivieren. QSL via M0OXO-Service. – **JD1BQP** ist vom 14. bis 16. 6. von Chichijima mit IOTA AS-031 vorwiegend auf 6 m in SSB in FT8 und FT4 aktiv. QSL direkt via J1IHD.

Ozeanien: **F6BCW** geht vom 26. 5. bis 8. 6. als **TX5U** auf das Tuamotu-Archipel mit IOTA OC-066 und funkt von 40 m bis 6 m in CW und SSB. Bestätigungen für die DXpedition nach Französisch Polynesien gibt es via OQRS auf Club Log und das LoTW wird nach sechs Monaten bedient.

Im Zeitraum 6. bis 11. 6. sind **JH1MLO** als **T88HR** und **JH1FKR** als **T88TJ** von Koror mit IOTA OC-009 in der Luft. Funkbetrieb soll von 80 m bis 6 m in SSB und FT8 erfol-

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
VP2VI	1827 0300	HH2K	18077 0600
80 m		15 m	
DP0GVN	3573 2200	TX9A	21010 0900
40 m		12 m	
W3RJ	7020 0600	HD8G	24893 1830
30 m		10 m	
VP2VI	10106 0500	B100IARU	28029 0800
20 m			
8A100IARU	14027 1830		



gen. Karten gibt es via Büro oder direkt über die Heimatrufzeichen. T88TJ bietet auch LoTW an. – GOVJG ist vom 11. bis 27. 6. unter **FO/GOVJG** von Bora Bora mit IOTA **OC-067** zu arbeiten. QSL via LoTW. Vom 11. bis 28. 6. plant ZL1RS unter **YJORS** Betrieb auf 6 m, vielleicht aber auch auf 10 m. Er arbeitet FT8 und EME. QSL via Heimatrufzeichen und über das LoTW. –

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ Drei CubeSats und eine Nutzlast verglüht

Laut eigener Berechnung mit dem Programm SatEvo verglühte *PRISM* am 16. 4., *Orbcraft-Zorkiy* am 12. 4., *Yomogi* am 31. 3. und laut www.space-track.org verglühte *BGS ARPIT (POEM 4)* am 4. 4. in der Erdatmosphäre.

■ Hades-ICM neu im Orbit

Hades-ICM von AMSAT-EA ist ein 1,5-PocketQube-Satellit. Seine Hauptmission ist ein FM-Repeater für Telefonie. Er kann auch von FSK abgeleitete Modi wie FT-4 und FT-8 umsetzen und steht ständig zur Verfügung. Ein Subton ist nicht nötig.

Uplink: 145,875 MHz FM

Downlink: 436,666 MHz FM

Wie bei *Hades-R* wurde auch ein Smart-IR-Graphen-Experimentiermodul der Universität Manchester (UK) integriert. Als Verbesserung gegenüber früheren Missionen beträgt die maximale Sendeleistung 250 mW, wenn die Batterie geladen ist. Der Satellit kann auch SDR-basierte Telemetrie und CW-Meldungen sowie in Zusammenarbeit mit *icMercury* realisierte Sprachmeldungen senden. Es kommt die gleiche Software für die Demodulation/Decodierung wie bei *Hades-R* zum Einsatz. Weitere Informationen sind unter www.amsat.org/two-way-satellites/hades-icm zu finden.

Hades-ICM startete am 15. 3. mit der SpaceX-Mission-Transporter-13 von der Vandenberg Space Force Base in den Orbit. Am 31. 3. um 0737 UTC wurde der PocketQube vom *D-Orbit ION-SCV-017 Orbital Transfer Vehicle* endgültig in den Orbit ausgesetzt. Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten ist 63492.

Noch einmal wird Palau im Juni aktiviert. Vom 19. bis 23. 6. ist JA0JHQ unter **T88PB** von IOTA **OC-009**, insbesondere für den All Asia DX Contest in CW aktiv. QSL direkt an das Heimatrufzeichen oder via LoTW.

QSL-Splitter

Das Logbook of The World bestätigte: 5X3K, 5Z4FOC, 6Y7EI, 9N7AA, 9Y4/DF8AN, CY0MM (2002), EI90IRTS, FK8IK, J28MD, KP2B, OY1CT, PJ7AA, SV9/IK2EDD, TK/R5GA, V44KAI, VP8CIW, VP8TXF, XE3WM (2015), XT2MD und Z22AO. Diese QSL-Karten wurden über das Büro vermittelt: D4DX, FM/F6BWJ, HL2ZN, IS0/DL2JRM, JY5HX, TX7L und ZL7IO. Die Post brachte QSL-Karten von 3D2AG und 3D2AG/p (Rotuma)

■ Fram2Ham-Mission

SpaceX startete am Montag, dem 1. 4., die private Astronautenmission *Fram2* vom Kennedy Space Center. Die Dragon-Raumkapsel beförderte vier private Astronauten in eine polare Umlaufbahn und war damit die erste bemannte Mission, die direkt über den Nord- und Südpol flog. Nach dreieinhalb Tagen im Orbit wasserte die Raumkapsel am Freitag, dem 4. 4., sicher im Pazifischen Ozean vor der Küste Kaliforniens.

Eines der herausragenden Merkmale der Mission war *Fram2Ham*, eine Amateurfunkinitiative unter der Leitung der Missionspilotin Rabea Rogge (LB9NJ/KD3AID), einer Robotikforscherin aus Deutschland.

Am 1. 4., nur wenige Stunden nach Erreichen der Umlaufbahn, stellte Rabea Rogge den allerersten Amateurfunkkontakt aus einer Raumkapsel her. Auf der Frequenz 437,550 MHz beantwortete sie Fragen von Studenten der Technischen Universität Berlin während einer Live-Stream-Sitzung mit Schwerpunkt auf MINT-Themen.

Die Mission umfasste auch SSTV-Übertragungen, die von Rabea mit einem akkumulatorbetriebenen Icom IC-705 gesendet wurden. Funkamateure und Studenten entschlüsselten erfolgreich die aus der Umlaufbahn gesendeten Bilder. Diese waren Teile eines Gesamtbildes und mussten in einem Wettbewerb zusammengesetzt werden, um Polarregionen zu identifizieren.

Die Mission *Fram2* und *Fram2Ham* waren eine Homage an das norwegische Forschungsschiff *Fram* (https://de.wikipedia.org/wiki/Fram_%28Schiff,_1892%29), mit dem zwischen 1893 und 1912 drei Expeditionen in der Arktis und Antarktis durchgeführt wurden. Diese Expeditionsregionen mussten erkannt werden. Dann wurden die Bilder zur Auswertung auf eine Online-Galerie der ARISS (*Amateur Radio on the International Space Station*) geladen.

Mehr Informationen sind unter <https://fram2.ham.com> verfügbar.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL

Das CW-Wochenende im Jagdhof Klein-Heilig-Kreuz in Kleinluder war ein voller Erfolg und hat den rund 75 Teilnehmern viel Freude und Spaß gebracht. Die neu gefundene Unterkunft hat sich hervorragend bewährt und auch das kommende CW-Wochenende 2026 findet dort wieder statt (Termin: 27. bis 29. 3. 2026). Auf der Mitgliederversammlung der AGCW wurden bei der turnusmäßigen Neuwahl des Vorstandes Michael, DF4WX, als 1. Vorsitzender, Lothar, DL1DXL, als 2. Vorsitzender, Susanne, DC4LV, für das Sekretariat und Joachim, DL1LAF, als Kassenwart in ihren Ämtern bestätigt. Volker, DJ9BM ist auf eigenen Wunsch ausgeschieden. Lieber Volker, herzlichen Dank für die langjährige Arbeit im Vorstand. Neu in den Vorstand gewählt wurde Ingo, DJ2XY, als 3. Vorsitzender.

FMC und HSC trafen sich ebenfalls zu Versammlungen. Die weiteren angebotenen Vorträge und Veranstaltungen wurden ebenso gut besucht.

Nach sechs Jahren Pause fand die Deutsche Telegrafiemeisterschaft (DTM) mit neuem Konzept von Frank, DL2CC, zur großen Freude aller Beteiligten wieder statt (siehe gesonderte Beiträge zur Veranstaltung). Theo, PA3HEN, nahm auch an den Wettbewerben teil und erlangte damit die AGCW-Trophy Nr. 92/2025 – herzlichen Glückwunsch!

Die nächste große Amateurfunkveranstaltung mit Beteiligung der AGCW ist die Ham Radio in Friedrichshafen. Wir freuen uns auf zahlreiche Besucher auf unserem Stand in Halle A1-290. **Ingo Lübberstedt, DJ2XY**

■ Neues aus dem HSC

Vlad, 4K9W, HSC #1531, ist leider verstorben. – Wir gratulieren Theo, PA3HEN, HSC #1995, zur Erlangung der Sticker für das WHSC 3,5 MHz und 7 MHz. – Die HSC-Versammlung während des CW-Wochenendes Ende März war mit 28 Funkfreunden sehr gut besucht. Einige nutzten die Chance, an den Wettbewerben zum Deutschen Telegrafiepokal teilzunehmen. Andere aktivierten die AGCW-Klubstation DL0SLW.

Link des Monats: Ein Programm, das – ähnlich wie der HSC – längere (Klartext-)QSOs durch Urkunden fördert, befindet sich auf der Website <https://cwops.org/qtx-awards> der CW Operators (CWOPS) unter der Rubrik QTX KW-CW-Conteste (Auswahl) im Juli:

IARU Region 1 CW Fieldday: 7./8. 6., 1500 UTC ... 1459 UTC

WW South America Contest CW: 14./15. 6., 1500 UTC ... 1459 UTC

JARL All Asian DX Contest CW: 21./22. 6., 0000 UTC ... 2359 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Neue D-STAR-Repeater mit Gateway 3.2

Mitte April wurden zwei neue Icom-Repeater mit der Gateway-Software G3.2 installiert und in Betrieb genommen.

Beim Ersten handelt es sich um den D-STAR-Repeater DB0NMS-B in Neumünster-Gadeland. Er arbeitet auf 439,750 MHz mit einer Ablage von -9,4 MHz und befindet sich auf dem privaten Gelände von Eyke Michler, DK7LE. Am 12. April traf die Zulassungsurkunde der Bundesnetzagentur bei ihm ein, so dass er den Repeater umgehend aktivieren konnte. Wie Eyke weiter mitteilte, lässt sich D-STAR an diesem Standort nicht nur lokal nutzen. Auch eine Registrierung als Gateway im Icom-Reflektornetz ist bereits umgesetzt. Somit können weltweite Funkverbindungen abgewickelt werden. DK7LE wünscht allen Interessierten im Raum Neumünster viel Spaß mit dem neuen D-STAR-Einstieg DB0NMS (Informationen aus [1]).

Der Zweite, der 2-m-Repeater DB0NGR-C, befindet sich in der Nähe von Meppen an der Ems, JO32LO. Die genutzte Frequenz ist 145,5875 MHz (-0,6 MHz) in D-STAR und es kann auch mit 100 Hz CTCSS in FM gearbeitet werden.

Da man derzeit noch auf der Suche nach einem geeigneten Rechenzentrum für einen DPlus-Reflektor in Deutschland ist, verwenden beide Repeater den Reflektor REF096, Modul B, zur Vernetzung. Vielen Dank an Timm Schneider, OE5STM, für die Einrichtung und die umfangreiche Hilfe.

■ Repeater und DV-Vorträge auf der Ham Radio

Auch auf der diesjährigen Ham Radio wird es wieder die Messe-Repeater auf den bekannten Frequenzen geben. Die aktuelle Zuteilung



Messe-Repeater DB0COM

Fotos: DL1YBL



Repeater-Antennen auf dem Messehochhaus

der BNetzA für DB0COM ist eingetroffen und beinhaltet folgende Frequenzen: TX 439,575 MHz (-7,6 MHz), DB0COM-B im Reflektor XLX456C; TX 145,700 MHz (-0,6 MHz), DB0COM-C im Deutschlandreflektor DCS001C; TX 1298,675 MHz, DB0COM-A im Reflektor XLX456S (-28 MHz). Alle Repeater funktionieren auch in FM mit 67 Hz CTCSS.

In diesem Jahr bekommt der 23-cm-Repeater eine bessere Antenne, damit er wenigstens das gesamte Messegelände abdeckt. Auch ein MMDVM-Repeater wird wieder auf der Frequenz 439,975 MHz (-9,4 MHz) zu erreichen sein. Alle Relaisfunkstationen befinden sich wie immer auf dem Messehochhaus.

Der DV-Vortrag am Samstag um 12 Uhr ist exklusiv für das Brandmeister-Team mit dem Schwerpunkt auf TETRA vorgesehen. Meinen Vortrag *KI-Reasoning-Modelle und Expertensystem für D-STAR und DMR* werde ich voraussichtlich am Samstag um 16.30 Uhr halten.

■ Rolle der künstlichen Intelligenz im Amateurfunk und in der Zukunft (3)

Der schwierigste aller Tests namens *HLE – Humanity's Last Exam Initiative* (die letzte Prüfung der Menschheit) versucht, noch schwierigere und komplexere Fragen für die Bewertung von KI-Systemen zu entwickeln. Diesen Test bestehen derzeit die wenigsten KI-Modelle auch nur näherungsweise.

Anfang April 2025 haben laut einem Bericht der Berliner Zeitung [2] an der Universität San Diego zwei KI-Sprachmodelle erstmals den sogenannten *Turing-Test* bestanden. Benannt nach dem britischen Mathematiker Alan Turing, gilt dieser Test seit Jahrzehnten als Maßstab für maschinelle Intelligenz.

Demnach schafften es die Modelle *GPT-4.5* von OpenAI und *LLaMa-3.1*, das hinter Metas künstlicher Intelligenz steht, menschliches Verhalten so überzeugend zu imitieren, dass ein menschlicher Beobachter den Unterschied nicht erkennen konnte. Getestet wurden vier Systeme (*Eliza*, *GPT-4o*, *LLaMa-3.1-405B* und *GPT-4.5*) in zwei randomisierten, kontrollierten und vorregistrierten Turing-Tests an unabhängigen Gruppen. Dafür

rekrutierten die Wissenschaftler 126 Studenten und 158 Personen aus dem Online-Datenpool *Prolific*. Die Teilnehmer unterhielten sich 5 min lang gleichzeitig mit einem anderen menschlichen Teilnehmer und einem dieser Systeme, bevor sie beurteilten, welchen Gesprächspartner sie für einen Menschen hielten. Wenn die Befrager nicht in der Lage waren, verlässlich zwischen einem Menschen und einer Maschine zu unterscheiden, hatte die Maschine bestanden. Dieser Punkt wurde nun erreicht.

KI-Modelle sollten menschliche Persona annehmen

Wenn die KI aufgefordert wurde, eine menschenähnliche Persona anzunehmen, stuften die Probanden *GPT-4.5* in 73 % der Fälle als Mensch ein – häufiger als den echten menschlichen Gesprächspartner. Derzeit wurde *LLaMa-3.1*, das ebenfalls aufgefordert war, eine menschenähnliche Persona anzunehmen, in 56 % der Fälle als Mensch eingestuft. Dies war „nicht signifikant häufiger oder seltener als die Menschen, mit denen sie verglichen wurden“, wie das Team betont. Der Test gilt aber dennoch als bestanden.

Limitierter Wissensstand gängiger Large-Language-Modelle

Ein grundlegendes Problem gängiger *Large-Language-Modelle* (LLM) ist ihr limitierter Wissensstand, der primär auf der Tatsache beruht, dass diese Modelle auf historischen Datensätzen trainiert werden und daher keine eigene Fähigkeit besitzen, auf Echtzeitinformationen zuzugreifen. Dieses sogenannte *Knowledge Cut-off Date* (Wissensstichtag) markiert die zeitliche Grenze des Wissens, das während des Trainings in das Modell eingeflossen ist. Alles, was nach diesem Datum geschah oder entdeckt wurde, ist dem Modell in seiner ursprünglichen Form nicht bekannt. Interessanterweise gibt es Berichte über Inkonsistenzen und Fehler in den von LLMs selbst angegebenen Stichtagen, was die Schwierigkeit der genauen Bestimmung des Wissensstandes weiter verdeutlicht.

Der begrenzte Wissensstand ist eine fundamentale Einschränkung von vortrainierten LLMs. Da diese ihr Wissen aus den Trainingsdaten ableiten, können sie keine Informationen über Ereignisse oder Entwicklungen haben, die nach dem Zeitpunkt der Datensammlung stattgefunden haben. Dies schränkt ihre Anwendbarkeit in Szenarien ein, die aktuelles Wissen erfordern.

Wissenslücken und deren Auswirkungen

Die Wissenslücken in LLMs können sich in vielfältiger Weise manifestieren. Beispielsweise sind diese Modelle oft nicht in der Lage, korrekte Antworten auf Fragen zu aktuellen Ereignissen zu geben. Dies kann sich auf einfache Anfragen wie „Wer hat die letzte Bundestagswahl gewonnen?“ beziehen, aber auch komplexere Fragen zu aktuellen Nachrichten oder Entwicklungen betreffen.

Wissensstichtage ausgewählter Large-Language-Modelle

Modellname	Anbieter	Wissensstichtag	Quelle
GPT-3	OpenAI	Oktober 2020	OpenAI/Internet
GPT-4	OpenAI	September 2021	OpenAI/Internet
GPT-4 (1106-preview)	OpenAI	April 2023	OpenAI/Internet
GPT-4 (vision-preview)	OpenAI	April 2023	OpenAI/Internet
GPT-4 (0125-preview)	OpenAI	Dezember 2023	OpenAI/Internet
GPT-4-turbo (2024-04-09)	OpenAI	Dezember 2023	OpenAI/Internet
GPT-4o (2024-05-13)	OpenAI	Oktober 2023	OpenAI/Internet
OpenAI o1-mini (2024-09-12)	OpenAI	Oktober 2023	OpenAI/Internet
Llama 3 (8B)	Meta	März 2023	Community
Llama 3 (70B)	Meta	Dezember 2023	Community
Llama 3.1 (8B)	Meta	Dezember 2023	Community
Llama 3.1 (70B)	Meta	Dezember 2023	Community
Llama 3.3 (70B)	Meta	Dezember 2023	Community
Claude 3 Opus	Anthropic	August 2023	
Gemini 1.5 Pro	Google	Mai 2024	Google

In sich schnell verändernden Domänen wie der wissenschaftlichen Forschung oder der Technologieentwicklung kann veraltetes Wissen zu falschen Schlussfolgerungen oder irrelevanten Informationen führen. Ein LLM, dessen Wissen auf Daten von vor einigen Jahren basiert, wird möglicherweise keine Kenntnisse über die neuesten Durchbrüche in der künstlichen Intelligenz oder in der medizinischen Behandlung bestimmter Krankheiten haben. Darüber hinaus besteht die Gefahr der potenziellen Verbreitung von Fehlinformationen, wenn große Sprachmodelle veraltetes Wissen als aktuell präsentieren oder plausible, aber faktisch falsche Aussagen generieren. Wissenslücken in LLMs können zu inkorrekten oder irreführenden Antworten führen und

die Vertrauenswürdigkeit der Modelle untergraben. In kritischen Bereichen wie Medizin oder Nachrichtenwesen kann das schwerwiegende Folgen haben.

Diskussion der Herausforderungen bei der direkten Aktualisierung von LLMs

Die direkte Aktualisierung des Wissens in LLMs durch ein vollständiges Umtrainieren (*Retraining*) stellt enorme technische und wirtschaftliche Herausforderungen dar. Der immense Rechenaufwand und die damit verbundenen Kosten für das Umtrainieren großer Modelle mit Milliarden von Parametern sind kein wirklich gangbarer Weg. Zudem besteht das Risiko des *katastrophalen Vergessens*, bei dem das Modell beim Training mit neuen Da-

ten wertvolles, zuvor erlerntes Wissen verlieren kann.

Die Komplexität der Datenpflege und -aufbereitung für ein kontinuierliches Lernen ist ebenfalls nicht zu unterschätzen. Die Sammlung und Aufbereitung qualitativ hochwertiger, aktueller Trainingsdaten, die zudem frei von *Bias* und schädlichen Inhalten sind, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Schließlich ist es technisch sehr schwierig, spezifische Wissensfehler in den komplexen neuronalen Netzen von LLMs zu lokalisieren und gezielt zu korrigieren.

Die linksstehende Tabelle ermöglicht einen direkten Vergleich des aktuellen Wissensstandes verschiedener populärer Sprachmodelle. Dies ist besonders für Praktiker und Forscher relevant, um die Eignung eines bestimmten Modells für eine bestimmte Anwendung besser einschätzen zu können, insbesondere wenn es auf aktuelle Informationen ankommt. Die Diskrepanzen zwischen verschiedenen Modellen und sogar innerhalb von Modellfamilien unterstreichen die Notwendigkeit, diese Information bei der Auswahl eines LLMs zu berücksichtigen.

(wird fortgesetzt)

Jochen Berns, DL1YBL

Literatur

- [1] <https://nord-ostsee-rundspruch.de/2025/04/nord-ostsee-rundspruch-nr-558-16-kw-2025>
- [2] www.berliner-zeitung.de/news/studie-kuenstliche-intelligenz-besteht-erstmal-den-turing-test-li.2313723

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ 24. QRP- und Selbstbautreffen Thüringen 2025

Trotz des plötzlichen Todes von Helmut Seifert, DL2AVH, dem langjährigen Organisator des Thüringer QRP- und Selbstbautreffens, wird dieses Event auch 2025 durchgeführt, diesmal am Freitag, dem 20., und Samstag, dem 21. Juni.

Die Veranstaltung findet abermals im und um den Gasthof *Zu den grauen Ziegenböcken* (www.ziegenboecke.de) statt, der im Waldgebiet südlich von Serba liegt. Bei Übernachtungswünschen im/am Gasthof bitte telefo-

nisch über (03 66 01) 90 51 86, 0171-614 82 88 oder via E-Mail an info@ziegenboecke.de Rücksprache halten. Die Anreise ist auch mit dem Zelt oder einem Wohnwagen möglich, wobei die geringen Pauschalen von 5 € bzw. 10 € pro Nacht, gegebenenfalls zuzüglich einer für Strom, die Nutzung der Dusche beinhalten. Die Adresse für das Navigationsgerät lautet: Zu den grauen Ziegenböcken 1, 07616 Serba. Am Freitag ist ab 19 Uhr ein erster Treff im und am Gasthof vorgesehen, bei dem man schon erste Eindrücke austauschen und über den Amateurfunk fachsimpeln kann. Die Gaststätte wird geöffnet sein und auf Wunsch Abendessen servieren.

Am Samstag sind nach der Eröffnung um 10 Uhr und einem von Thomas Herrmann, DL1AMQ, verfassten Nachruf auf Helmut, DL2AVH, wieder diverse Vorträge geplant. Andreas Lindenau, DL4JAL, wird seinen bereits im FA 3/25 bis FA 5/25 beschriebenen BM10 vorstellen. Dies ist ein CW-QRP-Transceiver für 160 m bis 10 m, bei dem Steckmodule zum Umschalten der Bänder dienen. Peter Solf, DK1HE, wird einen 145-MHz-Mastvorverstärker präsentieren, der auf einem rauscharmen und großsignalfesten MMIC (PG-103) basiert und den er um ein Steuerteil erweitert hat.

Ludwig Niebel, DH8WN, berichtet danach von der *Kunst des Weglassens* und schaut dabei dem Fünfband-Transceiver QMX von QRP Labs (<https://qrp-labs.com/qmx.html>) unter den Gehäusedeckel.

Ullrich Hänert, DC1UH, stellt anschließend eine Steuerung vor, die für die Abstimmung einer Magnetic Loop gedacht ist. Nachdem Andreas Auerswald, DL5CN, Mittel und Wege zur Suche und Beseitigung von HF-Störungen vorgestellt hat, wird Peter Hanzl, DL1OHS, zur mittlerweile schon klassischen Fuchsjagd am Ende des Treffens aufrufen, bei der es eher um die Teilnahme und den Spaß, als um Hochleistungsport und vordere Plätze geht.

Noch offene Fragen zum Treffen werden von Rainer Schinkmann (dl2amd@dark.de), Ludwig Niebel (dh8wn@dark.de) und Gero Schusser (dl4alj@dark.de) per E-Mail beantwortet.

■ QMX und QMX+ nun auch für SSB nutzbar

Die bereits seit gut zwei Monaten auf <https://qrp-labs.com/qmxp/ssbbeta.html> verfügbare Betaversion der Firmware für den QMX und den QMX+ hat Hans Summers, G0UPL, der Entwickler dieser QRP-Transceiver, am 2. Mai 2025 in die offizielle Version 1.2.000 überführt. Einige der von Nutzern eingebrachten Änderungs- und Verbesserungsvorschläge wurden dabei bereits berücksichtigt.

Diese Firmware versetzt die bisher nur für CW (A1A) nutzbaren Geräte in die Lage, auch in der Sendart SSB arbeiten zu können. Die Grundlagen des als *Polar Modulation SSB* bezeichneten Verfahrens sind auf der genannten Website ebenso dargestellt, wie die mit dieser Firmware abgedeckten Funktionen und das Verfahren zum Laden der neuen Firmware.



QRP-Transceiver BM10 auf dem Stationstisch; die Bandumschaltung erfolgt durch ein seitlich eingestecktes Modul. Foto: DL4JAL

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:

Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:

Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS

Am Fort 6, 13591 Berlin

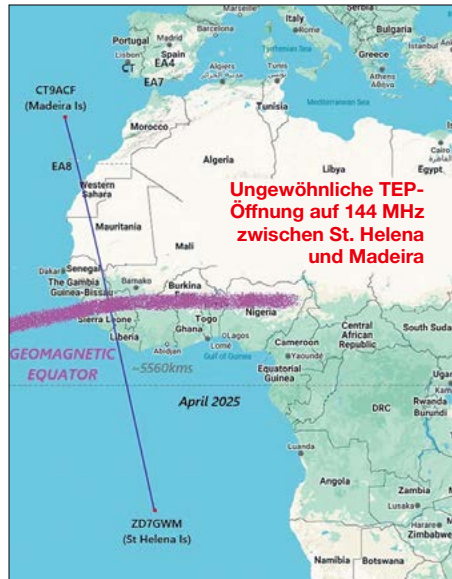
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ 5560 km TEP-Verbindung auf 144 MHz zwischen St. Helena und Madeira

Die Trans-Äquatorial-Ausbreitung (TEP) ermöglicht Funkverbindungen über den Äquator hinweg, ist dabei jedoch stark von äußeren Faktoren abhängig. Insbesondere müssen sich beide beteiligte Stationen in annähernd gleicher Entfernung zum magnetischen Äquator und auf etwa dem gleichen Längengrad befinden.

An dieser Stelle hatten wir schon des Öfteren über die faszinierende Ausbreitung berichtet, wenngleich aufgrund der oben beschriebenen Reflexionsregeln die Wahrscheinlichkeit für QSOs auf 2 m aus Deutschland in den Süden Afrikas nahezu null ist. Andererseits ist das TEP-QSO ZD7GWM–CT9ACF am 27.4. auch nicht gemäß der TEP-Regeln verlaufen.

Gary auf St. Helena (IH74DB) im Südatlantik hatte im Herbst 2024 und im Frühjahr 2025 immer wieder Stationen in Spanien und Portugal



Die Krümmung des magnetischen Äquators ermöglichte das QSO zwischen ZD7 und CT3

Grafik: EI7GL

per TEP erreicht. Im Südwesten der Iberischen Halbinsel versucht fast jeden Abend ab 1930 UTC eine Gruppe von Funkamateuren, mit ihm sowie mit Stationen in Namibia auf 144 MHz ins QSO zu kommen. Doch diesmal war es anders: Üblicherweise müssen TEP-Signale den geomagnetischen Äquator im rechten Winkel, also mit 90°, kreuzen. Das bedeutet, dass der übliche Weg von St. Helena in die südlichen Regionen Spaniens und Portugals führt. Die bisherigen QSOs belegen das auch.

Ungewöhnlicherweise beginnt sich der geomagnetische Äquator nahe der Westküste Afrikas zu krümmen: Nur so wurde der Funkpfad zur Insel Madeira ermöglicht. Deshalb kam die Verbindung eher unerwartet. Die Entfernung von 5561 km ist für TEP auf 144 MHz normal. Die „normalen“ Wege von ZD7GWM zu EA4, EA7 und dem CT-Festland waren gleichzeitig zum QSO „offen“.



Screenshot bei EA7/DL8FCL am 12.4.: Zwischen 2022 UTC und 2031 UTC glückte ein 2-m-QSO mit ZD7GWM

Screenshot: DL8FCL

Auffällig ist bei dieser Verbindung, die im WSJT-Mode Q65D (60 s) durchgeführt wurde, jedoch die ungewöhnlich große Spreizung des Zielgebiets aus Perspektive von ZD7GWM: CT9ACF befindet sich sehr weit entfernt von den anderen, früheren QSO-Partnern von ZD7GWM. Hinzu kommt, dass CT9ACF in Richtung Südosten über eine schlechte Abstrahlung verfügt, weil er über höhergelegene Berge hinwegkommen muss, die nötige Elevation beträgt 7°.

Zur Erläuterung: Die Bake ED8ZAA befindet sich in der gleichen Richtung wie ZD7GWM auf 1000 m Höhe. Die Entfernung beträgt nur 498 km, trotzdem ist ED8ZAA in IM12JU kaum zu hören. Wenn sie mal durchkommt, dann meist über Reflexionen an Bergen. Am Abend des 27.4. war die Bake mit 599+ zu hören, auf direktem Weg. Diese vermeintlich guten Tropo-Bedingungen waren überhaupt erst der Grund, dass CT9ACF und ZD7GWM einen TEP-Sked vereinbart hatten. Irgendwie werden diese Tropo-Bedingungen wohl unterstützt haben, denn der nötige Erhebungswinkel für TEP beträgt nur etwa 1°.

Die am weitesten von CT9ACF entfernten Stationen, die zuvor von ZD7GWM gearbeitet wurden, sind EA7KBX in IM87VK (1454 km von CT9ACF entfernt) und ein einzelner Kontakt mit EA3CJ im letzten Jahr in JN01SE (1899 km von CT9ACF entfernt). Damit ist die Breite der Zielstandorte deutlich größer als die erwarteten 1000 km. ZD7GWM verwendet nur 50 W Sendeleistung an einer vertikal polarisierten Rundstrahlantenne.

Seit September 2024 führte Gary an 100 bis 150 Abenden TEP-Skeds durch. CT9ACF ist mit zwei vertikal gestockten 9-Element-LFA-

Yagiantennen mit horizontaler Polarisation aktiv und verfügt über eine Endstufe. Damit ist nun der Beweis erbracht, dass TEP auch über solch „krumme“ Pfade möglich ist.

Vielleicht könnten auch von den Kanaren QSOs möglich sein, wenngleich aufgrund der scharfen Reflexionsbedingungen nicht zu ZD7GWM aber möglicherweise nach V5 (Namibia)? Die Ausbreitungssaison geht noch bis etwa Ende Mai und beginnt dann im September erneut. Bleiben wir gespannt.

Wenn TEP auf 2 m schon von Deutschland aus nicht zustande kommt, dann muss man eben verreisen. Walter, DL8FCL, war im April vier Wochen in Südspanien (IM76AL) und dort auf 2 m aktiv. Lasse, EA7/SM0KAK, schlug ihm vor, es doch auch einmal mit TEP zu versuchen. Tatsächlich gelang schon am zweiten Abend ein QSO mit ZD7GWM, dem im Verlauf der Tage noch vier weitere Verbindungen folgten.

EA7/DL8FCL arbeitet mit einem Yaesu FT-857 mit 50 W PEP, die Antenne ist eine selbstgebaute 2-m/-70-cm-Yagi nach DK7ZB mit fünf bzw. acht Elementen. Es war sehr erstaunlich, dass die Zonen, in denen ein QSO möglich ist, oft sehr klein sind und sich schnell verändern können. EA7/SM0KAK beispielsweise konnte die Signale von ZD7GWM nicht decodieren, während Walter ein QSO gelang und umgekehrt. Dabei liegen die beiden Standorte nur 90 km entfernt voneinander.

■ TEP aus dem Süden Afrikas

Anfang Mai war Bernie, ZS4TX, in Namibia, Botswana und Angola aktiv, um diese DXCC-Gebiete per EME auf 2 m und 70 cm zu aktivieren. Während der frühen Abendstunden – um den Sonnenuntergang herum tritt TEP am



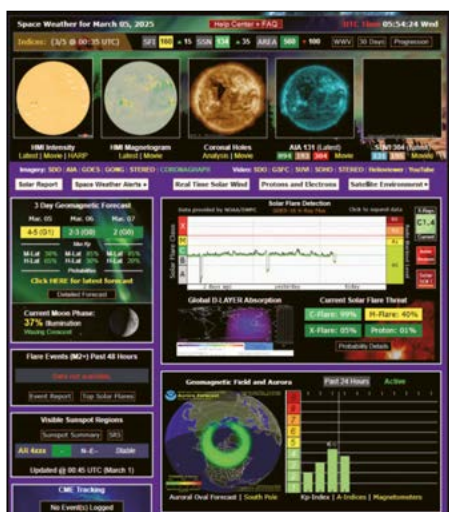
V5/ZS4TX im Locator JH92, nahe der Grenze zu Angola. Bernie arbeitete mit einer 18-Element-Antenne von M2 und EME-Power. Foto: ZS4TX

häufigsten auf – versuchte er auf 2 m, über diese Ausbreitung nach Europa zu funken. Tatsächlich klappte es ab und zu, etwa mit SV2DCD.

■ Website von Solarham eingestellt – oder auch nicht?

Kevin, VE3EN, berichtete Ende Februar, dass er seine bekannte Website solarham.com nach fast 20 Jahren einstellt. Aus persönlichen, familiären und gesundheitlichen Gründen sei ihm das zeitliche Engagement für die Updates nicht mehr möglich.

Einige Tage später relativierte VE3EN zum Glück ein wenig: Das abrupte Ende seiner Website scheint nicht mehr bevorzustehen, je-



Die wichtigsten Daten zur Sonnenaktivität und zum Erdmagnetfeld auf einer Seite aufbereitet: www.solarham.com Screenshot: DF2ZC

doch wird sie für einige Zeit nicht mehr regelmäßig überarbeitet. Immerhin, während des aktuellen Sonnenfleckensmaximums ist dies eine gute Nachricht. Denn auch für Funkamateure mit Fokus auf den UKW-Bereich ist solarham.com eine wichtige Informationsquelle, ob Radio-Aurora möglich ist oder nicht. Analog gilt das für x.com/solarham. Mittlerweile sucht Kevin Unterstötzer, die ihm einen Teil der Arbeit abnehmen könnten. Eine entsprechende Anfrage ist auf der Website eingestellt.

6 m/4 m im April

Gleich zum Monatsbeginn erfreute Jeff, TZ4AM, die SSB/CW-Fans auf dem Magic-Band, als er vom 1. bis zum 3.4. regelmäßig abends auf 50,100 MHz flotten Betrieb machte. Am 3.4. konnten südeuropäische Stationen dann in den Abendstunden mit 6W7/ON4AVT (IK14) ein seltenes Feld in CW abhaken. Der 6.4. brachte für südeuropäische Stationen VP8LP (GD18BH) in CW ins Log, während zur selben Zeit DPOGVN wieder in digitaler Sendart zur Stelle war. Ansonsten blieb es im Berichtszeitraum verglichen mit den Vormonaten ruhiger, was auf die fallende Sonnenaktivität und damit auch auf weiter sinkende Chancen für ergiebige F2-Öffnungen hindeutet.

Zwei Highlights aus der Welt der EME-QSOs

Zunächst lassen wir Uwe, DL1SUZ, von seiner Landeserstverbindung DL-BY berichten. Er schreibt: Am 5.5. konnte ich wahrscheinlich die Erstverbindung DL-BY auf 13 cm tätigen. Normalerweise passieren Erstverbindungen meist mit DXpeditionen und hier kann dann der Stärkere die Erstverbindung machen, oder aber man hat eine Verabredung und kann die DX-Station vor dem Pile-up arbeiten. Diesmal war alles anders.

Nach dem Contest am 4.5. habe ich gewohnheitsmäßig nochmal in den HB9Q-EME-Chat gesehen. Hier erfuhr ich, dass Terry, BA7NQ, gerade seine 13-cm-Ausrüstung fertiggestellt hatte. Er konnte dann sein erstes QSO auf

13 cm mit OH3LWP fahren. Ich habe also schnell die 13-cm-Ausrüstung im Spiegel montiert und Terry nach einem Versuch gefragt. Leider war in China die Elevation des Mondes zu diesem Zeitpunkt schon zu gering und Terrys Spiegel guckte schon in die Bäume. Wir vertagten uns also auf den 5.5. zwischen 1200 UTC und 1500 UTC. Ich hatte mir dabei aber leider nicht angesehen, wie zu dieser Zeit der Mond für mich sichtbar war, und am 5.5. um 1230 UTC guckte dann mein Spiegel noch in die Bäume. Also nochmals 2 h warten.

Um 1430 UTC konnte ich dann mein eigenes Echo mit -19 dB sehen und das QSO mit Terry klappte dann auch mit -19/-19 in der Sendart Q65-60C. Es war Terrys zweites QSO auf 13 cm. Die Ausrüstung bei BA7NQ ist ein 2,4-m-Spiegel und 75 W Sendeleistung, bei DL1SUZ ein 3,2-m-Spiegel und ebenfalls 75 W. Dies dürfte die erste Verbindung DL-BY auf 13 cm gewesen sein. Uwe widmet diese Erstverbindung seinem verstorbenen Freund Norbert, DL1SUN, der an diesem 5.5. seinen 70. Geburtstag gefeiert hätte.

Der zweite Bericht beschreibt Manfreds, DL7YC, neuestes Highlight. Am Sonntag, dem 3.5., gelang die Erstverbindung Europa-Asien auf 47 GHz, gleichzeitig natürlich die Landeserstverbindung DL-JA. Das ging auch nur via EME, in diesem Fall mit Mitsuo, JA1WQF, in Tokyo. Zum Einsatz kam bei Manfred, DL7YC, der bewährte 2,4-m-Primemefocus-Spiegel, gespeist mit 40 W aus einer TWT-PA, auf der RX-Seite ein 1,3-dB-NF-LNA. Mitsuo arbeitete mit einem 2,4-m-Cassegrain-Spiegel und einer 10-W-SSPA. Auf der Empfangsseite befand sich ein 2-dB-NF-LNA am Eingang. Benutzt wurde WSJT-X, Q65. Die ausgetauschten Feldstärken von Manfreds Seite waren -17 gegeben, -14 erhalten, Libration im absoluten Minimum.



Erstverbindung zwischen Deutschland und Japan auf 47 GHz Foto: DL7YC

Dieses QSO ist das Ergebnis einer Test- und Aufbauzeit der Stationen, die sich über fünf Jahre hinzog. Der FUNKAMATEUR gratuliert zu dieser Pionierleistung! Noch erwähnenswert ist, dass es bei dem QSO es mit Miguel, CT1BYM, einen SWL gab, der Manfred decodieren konnte, selbst jedoch sendeseitig noch nicht aktiv ist. Aber der Empfänger „geht“.

Mai-Contest bei DL4M

Trotz der eher mäßigen bis schlechten Bedingungen beim Mai-Contest kann sich das Ergebnis der Teammitglieder von DL4M (JO31QX) wirklich sehen lassen. Und dabei half sicherlich nicht nur der neue Spiegel für die Bänder

oberhalb 70 cm, der seit dem März-Contest in Betrieb ist.

Auch Murphy war mit von der Partie. Für die Maststation wurde ein kürzlich von Matthias, DL6MJ, repariertes Rotorsteuergerät eingesetzt. An diesem war der Netzschalter defekt und die aufgeklebte Skalenscheibe mit „Norden“ als Rotoranschlag wellig geworden. Aber all diese Kleinigkeiten ließen sich mit Bordmitteln beheben.

DL4M (JO31QX) im Mai-Contest

Band	QSOs	Punkte	Distanz
2 m	372	83 173	827 km
70 cm	117	26 625	627 km
23 cm	62	13 255	804 km
13 cm	20	4 404	630 km
9 cm	11	2 021	630 km
6 cm	7	1 572	630 km
3 cm	15	3 019	438 km

Diesmal gelangen DL4M auf 10 GHz auch Regenscatter-QSOs, die immerhin insgesamt 3019 Punkte ins Log brachten.



70-cm-Gruppe und Mikrowellen-Parabolspiegel bei DL4M Foto: DL4M

Ausblick Juni

Am 7./8.6. findet von jeweils 1400 UTC bis 1400 UTC auf allen Bändern ab 23 cm der DARC-Mikrowellen-Wettbewerb statt.

Die Meteorscatter-Freunde freuen sich zur gleichen Zeit über die Arietiden mit ihren rund 60 Sternschnuppen pro Stunde. Der Schauer erreicht am selben Wochenende sein Maximum. Gleich im Anschluss folgen die ζ-Perseiden mit dem Maximum am 13./14.6. Vor allem aber befinden wir uns nun in der Hochzeit der Sporadic-E-Ausbreitung. Auch auf 144 MHz dürften insbesondere im ersten Monatsdrittel immer wieder Öffnungen auftreten.

Eine Woche später, ab 14.6., lädt die AGCW wieder alle Telegrafiefreunde zum dritten VHF/UHF-CW-Contest im Jahr ein. Die Ausschreibung findet sich unter: www.agcw.de/contest/vhf-uhf

Auf gute Sporadic-E-Bedingungen hoffen die 6-m-Fans am 21. und 22.6., wenn ab 1400 UTC der zweite 50-MHz-Contest der IARU-Region-1 läuft. Auszutauschen sind Rapport, laufende Nummer und der komplette sechsstelligen Locator.

Generell dürfte sicherlich das Contestwochenende am 14. und 15.6. interessant werden, denn da laufen ab 0700 UTC auch einige lokale UKW-Kurzconteste z.B. in S5, 9A, OK und OE und die DUR-Aktivität.



■ 40. IARU-KW-Weltmeisterschaft

Die Vorbereitungen des deutschen Teams DA0HQ auf die diesjährige 40. KW-Weltmeisterschaft der IARU, am 12. 7. und 13. 7., laufen im Hauptquartier in Ilmenau (<http://dl5ant.darc.de>) auf Hochtouren.

Die aktuellen DA0HQ-Diplome und Sprint-Urkunden für die KW-WM im vergangenen Jahr sind über den Contest-Hub des DARC e.V. bzw. über die DARC-Website abrufbar.

Ben Bieske, DL5ANT

■ 70. UKW-Tagung 2025

Der gemeinnützige Funkamateurclub Weinheim e.V. (FACW) als Veranstalter, unterstützt vom Ortsverband Weinheim A20 im DARC e.V., richtet die Weinheimer UKW-Tagung mit freiwilligen Helfern ehrenamtlich aus, in diesem Jahr am 13. 9. Der Tagungsname ist eine Hommage an deren Gründer, die vor mehr als 70 Jahren mit cleveren Funkschaltungen Pionierarbeit in der Nutzbarmachung des VHF- und UHF-Bereichs geleistet haben. Seitdem beschäftigt sich die Tagung mit unterschiedlichsten Themen, von der Längstwellen bis zum Gigahertzbereich und geht weit über UKW-Projekte und Amateurfunk hinaus. Auch im Jubiläumsjahr 2025 will man ein vielseitiges Vortragsprogramm zusammenstellen und ruft Interessierte auf, mit einem Referat dazu beizutragen.

Für die 70. UKW-Tagung präsentiert man sich mit drei Themenbereichen: **Vergangenheit** – Blick zurück auf Meilensteine des Amateurfunks. Wie sah ein Sender vor 70 Jahren aus? Satellitenfunk, Gerätetechnik, Datenübertragung, eigene Entwicklungsprojekte usw.

Gegenwart – aktuelle Themen rund um Antennen und Funktechnik; Mikrocontroller, Computer-Anwendungen im Amateurfunk, SDR, HAMNET, digitale Verfahren, aber auch IoT, Bluetooth, LoRaWAN, Meshtastic, MeshCom und weitere Lösungen rund um den Einsatz von Funktechnik.

Zukunft – passend zum Bestreben, aktuelle Technik nutzbar zu machen, sollen Initiativen aufgegriffen werden, bei denen Amateure mit „Hobymitteln“ Themen besetzen, die kürzlich noch unerreichbar waren. Ein Vortragsbereich wird sich mit Klima, KI, Umweltsensorik und Erdbeobachtung sowie Katastrophenkommunikation befassen.

Zur Jubiläumstagung möchten die Veranstalter der Tagung über die traditionelle Zielgruppe des Amateurfunks hinaus die allgemein technisch interessierte Bevölkerung anziehen. Potenzielle Referenten finden umfassende Informationen zu Terminen (Redaktionsschluss 8. 8.) und Ablauf unter: <https://ukw-tagung.org>

Peter Wehrle, DL3PW,
UKW-Tagungsleiter

■ Selbstbauwettbewerb zur 70. UKW-Tagung

Der Funkamateurclub Weinheim e.V. lädt wieder zu einem Selbstbauwettbewerb rund um den Amateurfunk ein. Das Motto „Zurück in

die Zukunft“ würdigt die Wurzeln unseres Hobbys und schaut gleichzeitig nach vorn. Der Wettbewerb ist wie 2024 offen für alle Ideen rund um den Amateurfunk und die HF-Technik. Zum Jubiläum will man Beiträge gesondert hervorheben, in denen wirkungsvolle Schaltungen, „Minimal Art“, QRP, Röhrenschaltungen von früher nachgebaut oder im 21. Jahrhundert neu gedacht werden. Dabei kann, aber muss nicht die Schaltungstechnik von damals zum Einsatz kommen; es dürfen auch Halbleiter sein.

– Wer darf mitmachen? Der Selbstbauwettbewerb richtet sich an alle, die Lust haben, etwas rund um Amateurfunk und HF-Technik selbst zu machen. Auch nicht lizenzierte Gäste sind willkommen.

– Fertige Exponate: Selbstbauprojekte bitte am Samstag, dem 13. 9., morgens mit zur UKW-Tagung bringen.

– Dokumentation des Projekts: Diese möglichst eine Woche vor der Tagung elektronisch über sbw@ukw-tagung.org einreichen, spätestens aber zusammen mit dem Exponat.

Die Kategorien der Preise sind vorher nicht fixiert, damit auf die vielfältigen Möglichkeiten eingegangen werden kann. Zu den Bewertungskriterien gehören unter anderem (beliebige Reihenfolge): kreativer zweckdienlicher Einsatz von Material, großer Effekt mit einfachen Mitteln, besonderes historisches Interesse, Qualität der Ausführung, Qualität der Dokumentation.

Fragen beantwortet das Organisationsteam per E-Mail an: sbw@ukw-tagung.org

Günter Fred Mandel, DL4ZAO,
Dietmar Oelschlägel, DL2BZE,
Alexander Knochel, DK3HD

■ Hüfingen-Seminar mit großem Zuspruch

Am Wochenende vom 5. 4. auf den 6. 4. fand in der Hüfingen Lucian-Reich-Schule das jüngste Hüfingen-Seminar statt. Es liefen wieder drei parallele Projekte: Achim Marx, DH1AM, und Klaus Kuhnt, DF3GU, haben mit neun Teilnehmern aus ehemaligen Servernetzteilen ein Amateurfunk-Stationsnetzteil mit 13,8 V und 80 A gebaut, das auch für den Betrieb größerer Stationen reicht.

Udo Isaenko, HB9ERD, hielt einen Vortrag über modernes Radiobasteln für Einsteiger mit der Software GNUradio. Udo erklärte den acht Teilnehmern diesen digitalen „Radiobaukasten“, um anschließend mithilfe der neuen Kenntnisse einfache Empfangsmodule zu bauen und etwas über die Funktionsweise von SDRs zu lernen.

Besonders bemerkenswert war wieder das Jugendprojekt, diesmal von Matthias Bergdoldt präsentiert. Die Kinder und Jugendlichen montierten mit großem Engagement aus einem AATiS-Bausatz einen Fledermausdetektor, bei dem die Ultraschallfrequenz der Tiere in eine für uns Menschen hörbare Tonlage herabgesetzt wird. Die Projektkosten finanzierte der OV-Selbstbau A55. Das Team um Matthias Bergdoldt übernahm die Nachkontrolle und half bei der Inbetriebnahme. So konnte

wieder ein nachhaltiges Projekt der Jugendarbeit erfolgreich zum Abschluss gebracht werden.

Am Sonntag trafen sich die Teilnehmer zu einer abschließenden offenen Gesprächsrunde. Dank der vielen interessanten Vorträge wurde Wissen an die Anwesenden weitergegeben, ergänzt durch hilfreiche Praxistipps. Aus einem der Beiträge entstand spontan ein Thema für das nächste Hüfingen-Seminar, das für Herbst 2025 geplant ist. Den Termin und weitere Informationen geben die Organisatoren rechtzeitig bekannt.

Martin Sauerteig, DG6MS,
Distrikt A, Referat Öffentlichkeitsarbeit

■ Contest-Treffen und Pokale 2024 Distrikt Brandenburg

Auf Initiative von Ronny Kelm, DG5BRE, fand die jährliche Verleihung der Contest-Pokale für UKW und Kurzwellen an Stationen aus dem Distrikt Brandenburg am letzten Samstag im April beim OV Strausberg (Y21) statt. Eingeladen waren auch Interessierte aus benachbarten Distrikten, zudem hatte Ronny ein Vortragsprogramm organisiert.

Der erste Teil widmete sich den Pokalergebnissen, die der Referent für Funksport, Andreas Thron, DL8UAT, vortrug und zusammen mit Silvio Kunze, DM9KS, die Ehrungen vornahm. Es wurden Pokale an die bestplatzierten Brandenburger Stationen in den DARC-Wertungen der Klubmeisterschaft Classic und dem UKW-Contest-Pokal vergeben. Dies honoriert das funkerische Engagement im Distrikt, auch wenn es im bundesweiten Vergleich nicht für vordere Plätze in den o. a. Wertungen gereicht hat. Eine Ausnahme war 2024 der bundesweit zweite Platz bei den Mehrmannstationen im UKW-Contest-Pokal durch DM5D (Y43), dem UKW-Team des OV Elbe-Elster.

Nach den Ehrungen berichtete Mike, DL2OE, über seine DXpedition nach Patagonien und einige Staaten Südamerikas. Es folgte eine Präsentation von Reinhard, DL1BUG, der bei einer Einmann-DXpedition im März als TY5FR mit über 6000 QSOs auf Kurzwellen vielen DX-Jägern zu neuen Bandpunkten verholfen hat. Ronny, DG5BRE, deckte den UKW-Teil der Vorträge ab, indem er das UKW-Contest-Programm *Tucnak* mit seinen ausgefeilten Details demonstrierte.

Peter John, DL7YS

Afu-Welt

■ RSGB organisierte 3005 Prüfungen

Im vergangenen Jahr hat der britische Amateurfunkverband RSGB 3005 Lizenzprüfungen organisiert, von denen 2750 online abgelegt wurden. In diesem Zusammenhang konnte der Klub fast 2000 neue Mitglieder gewinnen. Positives gibt es außerdem bezüglich *Social Media* zu berichten: Auf dem Facebook-Kanal des RSGB wurden 6500 Follower hinzugewonnen und beachtliche 53 neue Videos veröffentlicht. **RSGB Radcom**



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ SOTA – Aktivität vom Buschberg

In diesem Frühjahr wurden Quad-Antennen für 2 m und 70 cm im Klublokal gebaut. Rest-exemplare kann man noch über den LV1-Vorstand beziehen.

Wie bereits beim Bau besprochen, sollen im nächsten Schritt die Antennen in Betrieb genommen werden. Diese Aktivität ist jetzt für den 14.6. von 10 bis 14 Uhr vom Buschberg (<https://sotl.as/summits/OE/NO-207>) nördlich von Wien geplant. Vom Parkplatz zum Radom der Austrocontrol sind nur ein paar Serpentinauf einer befestigten Straße zu überwinden. Oben befindet sich ein Spielplatz mit ausreichend Platz. Personen mit Behindertenausweis dürfen auch diese Straße hochfahren. Ziel ist der Spielplatz und nicht das Gipfelkreuz, um sich besser abstimmen zu können.

Der Buschberg hat ein niedriges RHC-Rating, in der Alpenvereinschütte gibt es Versorgung. Auch zählt der Buschberg zu einem der drei

wenigen Ziele im Weinviertel für die SOTA Ost Challenge 2025. Hier lassen sich wertvolle Multiplikatorpunkte erarbeiten. Wir wollen insbesondere auch Funkamateure einladen, die wenig Betriebserfahrung haben.

■ Fieldday bei der Ruine Prandegg

Vom 20. bis 22.6. findet wieder der Fieldday bei der Ruine Prandegg statt. Zu diesem Fieldday sind Funkamateure, Freunde und alle Interessierten eingeladen.

Die Ruine Prandegg ist aufgrund ihrer romantischen Hochlage ein empfehlenswertes Ausflugsziel. Veranstaltungsort ist das Gelände der Taverne zu Prandegg, Prandegg 3, 4274 Schöna im Mühlkreis, Locator JN78IJ. Die Burg zählt auch für das COTA- und WHA-Programm (OE-00728).

Der Fieldday beginnt am Freitag, dem 20.6., um 16.30 Uhr mit der Eröffnung und einem gemütlichen Beisammensein.

Am Samstag, dem 21.6., findet ab 10 Uhr der 80-m-ARDF-Peilwettbewerb statt. Eine Anmeldung ist unbedingt per E-Mail an peilen@oevsv.at erforderlich. Weitere Infos unter: www.oevsv.at/oevsv/veranstaltungen/80-m-Peilwettbewerb-bei-der-Ruine-Prandegg. Um 17 Uhr endet der Peilwettbewerb mit der Preisverleihung. Außerdem ist die Klubfunkstation OE5XBB aktiv. Änderungen und Aktualisierungen des

Programms können hier eingesehen werden: <https://oe5.oevsv.at/2025/prandegg>
Am Sonntag, dem 22.6., findet noch bis etwa 14 Uhr Fieldday-Betrieb statt, bevor dann die Heimreise angetreten wird.



Fielddaygelände

Foto: OE5, ÖVSV

Die Anreise kann bereits ab Donnerstag erfolgen, Caravancamping ist möglich und Zeltplätze stehen zur Verfügung. Strom, sanitäre Anlagen und WLAN sind vorhanden. Für Pilgerquartiere und Kojen kann man sich unter <https://taverne-prandegg.at> anmelden. In der näheren Umgebung stehen weitere Unterkünfte zur Verfügung, Anfragen beim Tourismusbüro unter: www.muehlviertleralm.at. Auf 145,4375 MHz sowie über den Repeater OE5XLL Lichtenberg (145,600 MHz oder 438,650 MHz) gibt es auch eine Einweisung.



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Notfallkommunikation im Kanton Wallis

Am 18.4., anlässlich des Weltamateurfunktags, wurden mehrere Walliser Funkamateure mit einer realen Notfallsituation mobilisiert: Schwere Schneefälle, die zwischen Mittwoch und Donnerstag das Oberwallis stark getroffen hatten, führten zu Stromausfällen, zur Isolation einiger Täler (Zermatt, St. Niklaus) und zum

Ausfall der Telekommunikationsnetze. Auf Nachfrage durch das kantonale Amt für Bevölkerungsschutz (OCPP) wurde von Marc, HB9DVD, Präsident der USKA-Sektion Wallis, HB9Y, umgehend ein Netz von Funkamateuren aufgebaut, um eine Notfallkommunikation herzustellen.

Repeaterverbindungen zwischen Zermatt, Moosalp und dem Zentralwallis wurden eingerichtet, die eine effektive Notverbindung zwischen den kantonalen und kommunalen Führungsstellen ermöglichten.

Dank des Einsatzes von Marco, HB9UQC, Peter, HB9HQA, und weiteren Mitgliedern von HB9Y konnten über mehrere Stunden hinweg funktionierende Funkverbindungen aufrechterhalten werden, die eine direkte Unterstützung für die Behörden ermöglichten. Am Ende des Tages wurde die Alarmstufe aufgehoben, nachdem die regulären Netzwerke wiederhergestellt waren.

Dieser Einsatz unter realen Bedingungen machte Verbesserungspotenziale sichtbar und bestätigte vor allem eines: Funkamateure bleiben ein unverzichtbares Glied in der Sicherheitskette der Krisenkommunikation.

Tnx Info Marc Torti, HB9DVD

■ Ehrung der USKA-Jubilare

Jubilare mit 50 Jahren USKA-Mitgliedschaft
Die traditionelle Ehrennadel wird den USKA-Mitgliedern per Post zugestellt. Der Versand der vor drei Jahren kreierten, dazugehörigen Urkunden erfolgt durch die Geschäftsstelle per E-Mail als PDF-Datei zum Selbstdrucken oder auf Wunsch auch als Printdokument.

Jubilare mit 60 Jahren USKA-Mitgliedschaft
Dafür gibt es ebenfalls eine Urkunde sowie

eine Ehrennadel (beides erst seit einem Jahr erhältlich).

Jubilare mit 70 Jahren USKA-Mitgliedschaft
Seit kurzem steht eine separate Urkunde bereit; eine Ehrennadel ist in Vorbereitung.



Jubilare mit 60 und 70 Jahren USKA-Mitgliedschaft sind gebeten, sich per E-Mail bei der Geschäftsstelle zu melden, falls sie diese Ehrendokumente wünschen. Man wird dann alles für sie erledigen (auch den Druck). Auf Wunsch werden diese Dokumente für alle Jubilare gerne auch rückwirkend zugestellt.

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Ehrendokumente selbstverständlich kostenlos sind und gerne auch an Auslandsmitglieder der USKA versandt werden. Sollte ein Jubilar fälschlicherweise nicht von der Statistik erfasst worden sein, möge er sich bitte direkt bei der Geschäftsstelle unter gs@uska.ch melden.



40m-Dipol als Back-up für die Repeaterverbindungen
Foto: HB9EXC



Juni 2025

1. 6.

15. Funkerbergbörse, 10 bis 14 Uhr, Funkerberg 20, Senderhaus 1, 15711 Königs Wusterhausen

2. – 6. 6.

AGCW-Aktivitätswoche [KW] (CW) 0000/2400

3. 6.

GMA Contest [2 m] (All) 1700/2100

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Nord-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

4. 6.

DIG Frühjahrcontest [80 m] (CW) 1830/1930

5. 6.

DIG Frühjahrcontest [80 m] (SSB) 1830/1930

7. – 8. 6.

ARRL International Digital Cont. [160 ... 6 m] 1800/2400

DARC-Mikrowellenwettb. (CW/SSB/FM) 1400/1400

IARU-Region 1 Fieldday [160 ... 10 m] (CW) 1500/1500

Green Party [KW] [CW/SSB/Digi] 0600/0600

UKSMG Summer Contest [50 MHz] (SSB/CW/FM/AM/SSTV/RTTY) 1300/1300

9. 6.

6. Mills On The Air, Infos unter www.cqgma.org

10. 6.

DARC-CW-Ausbildungscontest [80 m] 1800/1900

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Süd-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

12. 6.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

14. 6.

AGCW VHF/UHF-Contest [144 MHz/432 MHz] (CW) 1400/1800

Asia Pacific Sprint Contest [20/15 m] (SSB) 1100/1300

Selbstbau-Workshop Satelliten-Boden-Empfangsstation der Ortsverbände G21 und R04 des DARC e. V., 10 Uhr, Restaurant „Alter Bahnhof“, 41542 Dormagen, Johannesstr. 1, Anmeldung unter dd3ji@darc.de

VFDB-Contest [UKW] (CW/SSB) 1200/1500

14. – 15. 6.

GACW WWSA Contest [KW] (CW) 1500/1500

Portugal Day Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

REF DDFM 6-m-Contest (CW/SSB) 1600/1600

14. – 16. 6.

ARRL June VHF Contest (All) 1800/0300

15. 6.

9A Activity Contest [144 MHz...1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1500

DUR-Aktivitätscont. [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

GMA Contest [2 m] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

17. 6.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

19. 6.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

20. – 21. 6.

QRP- und Selbstbautreffen im Landgasthof „Zu den grauen Ziegenböcken“, 07616 Serba. Mehr auf S. 497 und auf: www.dl2avh.eu → QRP-Treffen, Thüringen

21. 6.

FIRAC VHF-Contest [2 m] (SSB) 1200/1700

European EME Contest [24 GHz] (CW/SSB) 0000/2400

EUCW Midsummer Straight Key Day (CW) 0800/2200

ARRL Kids Day [KW] (SSB) 1800/2400

21. – 22. 6.

IARU-Region 1 6-m-Contest (CW/SSB) 1400/1400

JARL All Asian DX Contest [160 ... 10 m] (CW) 0000/2400

Stew Perry Topband Challenge [160 m] (CW) 1500/1500

22. 6.

2-m-Einsteiger Contest (SSB) 1300/1500

Alpe Adria Contest [ab 70 cm] (CW/SSB/FM) 0700/1500

European EME Contest [10 GHz] (CW/SSB) 0000/2400

24. 6.

NRAU Activity Contest u. a. [≥ 2,3 GHz] (All) 1700/2100

27. – 29. 6.

48. Ham Radio und 74. Bodenseetreffen des DARC e.V. auf dem Messegelände in Friedrichshafen. Mehr auf: www.hamradio-friedrichshafen.de

28. – 29. 6.

King of Spain Contest [160 ... 10 m] (SSB) 1200/1200

29. 6.

Alexanderson-Tag, Liveübertragung der Wiederinbetriebnahme des Längstwellensenders Grimeton, SAQ; Aussendungen in CW auf 17,2 kHz; nähere Informationen unter: <https://alexander.n.se>

RSGB 50 MHz Contest [CW] 0900/1200

UFT QRP Contest (CW) 0600/0900, 1400/1700

30. 6. – 6. 7.

World Wide Award [KW] (CW/SSB/Digi) 0000/2400

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

ANjo-Antennen, Heinsberg	483
BaMaTech; Bad Döben	482
Batronix Elektronik, Preetz	475
CPI Vertex Antennentechnik GmbH, Duisburg	483
Fernschule Weber, Großenkneten-Westtrittum	483
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	481
HAM RADIO, Friedrichshafen	479
Haro electronic, Burgau	483
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	483
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	481
Hotel Hellers Krug, Holzminden	480
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	481
ILT Schule, Schweiz	501
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	478
Kusch, Dortmund	483
QSL-Collection, Wien	481
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	481
Sander electronic, Berlin	482
SDR-Kits, Großbritannien	482
Spiderbeam, Spremberg	482
UKW Berichte Telecommunications, Eggolsheim	485
UKW-Tagung, Weinheim	480
Vintronic, Flensburg	481
WiMo GmbH, Herxheim	479/480
electronicrepair.de, Schwaförden	481
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 7/25

ist am Donnerstag, dem 5. Juni 2025.

Vorschau auf Heft 7/25

São Tomé und Príncipe, S9Z:
Meine erste DXpedition

Mehrere Initiativen bemühen sich derzeit darum, junge Funkamateure für die Teilnahme an internationalen DXpeditionen zu begeistern. Dank eines Sponsorenprogramms der NCDXF erhielt der 17-jährige Angus Alexander, KJ7KOJ, im vergangenen März die Gelegenheit, sämtliche Aspekte einer solchen anspruchsvollen Funkaktivität zu erleben.



Ganzwellen-Schleifenantennen

Besonders zum portablen Einsatz bieten sich Ganzwellen-Schleifenantennen für den KW-Bereich an, da sie sich mithilfe von GFK-Masten und Querträgern oder Spannteilen relativ einfach aufbauen lassen. Als Hilfestellung für individuelle Projekte werden hier einige Grundlagenkenntnisse vermittelt.

... und außerdem:

- Experimentelles LoRa-Modem
- Leiterplattenentwicklung mit KiCad 9
- Tipps zum Kabelmanagement im Shack
- IM3-Messungen an Sendern
- Vorsicht beim Festplattenkauf!

erscheint am 25. 6. 2025



Vorgestellt: Icom IC-7760

Mit dem IC-7760 hat der japanische Hersteller Icom einen neuen KW/6-m-Transceiver für ambitionierte Funkamateure auf den Markt gebracht, der den Stand der Technik widerspiegelt. Er besteht aus einem Bedienteil und einer abgesetzten HF-Einheit. Der Beitrag stellt nicht nur das technische Konzept näher vor, sondern schildert auch erste Betriebserfahrungen mit dem Gerät.



Redaktionsschluss FA 7/25: 4. 6. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

amateurfunk

MIT **2025**
SOFTWARE- **DVD**

SOFTWARE-HIGHLIGHTS:

- ▶ **Kabeldämpfungsrechner** von DL4MW
- ▶ **ECAD: DipTrace** Platinenlayout
- ▶ **Simons World Map**
- ▶ **Visual Analyzer 2024**

MESSTECHNIK

- ▶ **Netzwerkanalysator und Spektrumanalysator**
- ▶ **GPSDOs: Hochpräzise 10 MHz aus dem Weltraum**
- ▶ **Was ist, was kann die FFT?**

KNOW-HOW

- ▶ **Drei besondere HF-Leitungen**
- ▶ **Vollduplex über einen Kanal**
- ▶ **SWR und Leitungsdämpfung**

Software für den **FUNKAMATEUR 2025**

ANTENNENTECHNIK

- ▶ **Aktivantennen** zum Senden und Empfangen
- ▶ **Antennen- und HF-Leitungen** simulieren mit NetCas
- ▶ **Mehrantennen-Systeme** und Raumdiversitäts-Verfahren
- ▶ **Grafisch und interaktiv** anpassen mit „Mr. Smith“

SELBSTBAU

- ▶ **Moderner QRP-Mobil-Transceiver**
- ▶ **Integrierte Schaltung** nachgebaut
- ▶ **Sprachausgabe** mit dem Pi Pico

FUNKPRAXIS

- ▶ **QRP mit Bits und Bytes**
- ▶ **ENAMS: Hochauflösendes Feldstärken-Monitoringsystem**
- ▶ **Audacity, der Streamrecorder**
- ▶ **Handtaste, Paddle, Keyer & Elbug**

AUF DVD:

Neues, Updates, Amateurfunk, Antennenberechnung, APRS, Audio, CAT, Digitale Modi, DAB, DMR, DX, Satelliten, SDR, SWL..., Große Linksammlung, Links zu noch mehr Software und viel Lesestoff (z. B. Faszination QRP-DX, Mysterium Totalreflexion u.v.m.)

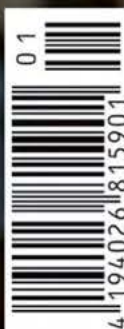
LESEBONUS: Buch als PDF

amateurfunk

Software für den Funkamateure

i Infotainment
Datenträger
enthält nur Lehr-
oder Infoprogramme

2025



2198-9656

VTH-Sonderheft

Amateurfunk 2025 mit DVD

Bestell-Nr. V-9925

Preis 15,90 · Versand (einzeln) 3,80 www.box73.de

ICOM

KW/50-MHz-TRANSCEIVER

IC-7760

***Ein innovatives Konzept für Ihr Shack:
Komplettes Bedienteil mit abgesetzter HF-Einheit***



**IC-7760
für weitere
Informationen**



**IC-7760
Technical
Report (engl.)**

Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icomeurope.com
Web: www.icomeurope.com

Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

HAM RADIO
Internationale
Amateurfunk-Ausstellung

27. - 29. Juni 2025
Messe Friedrichshafen

**Besuchen Sie uns
am Stand
A1-640!**

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

518 DXpedition S9Z nach
São Tomé und Príncipe

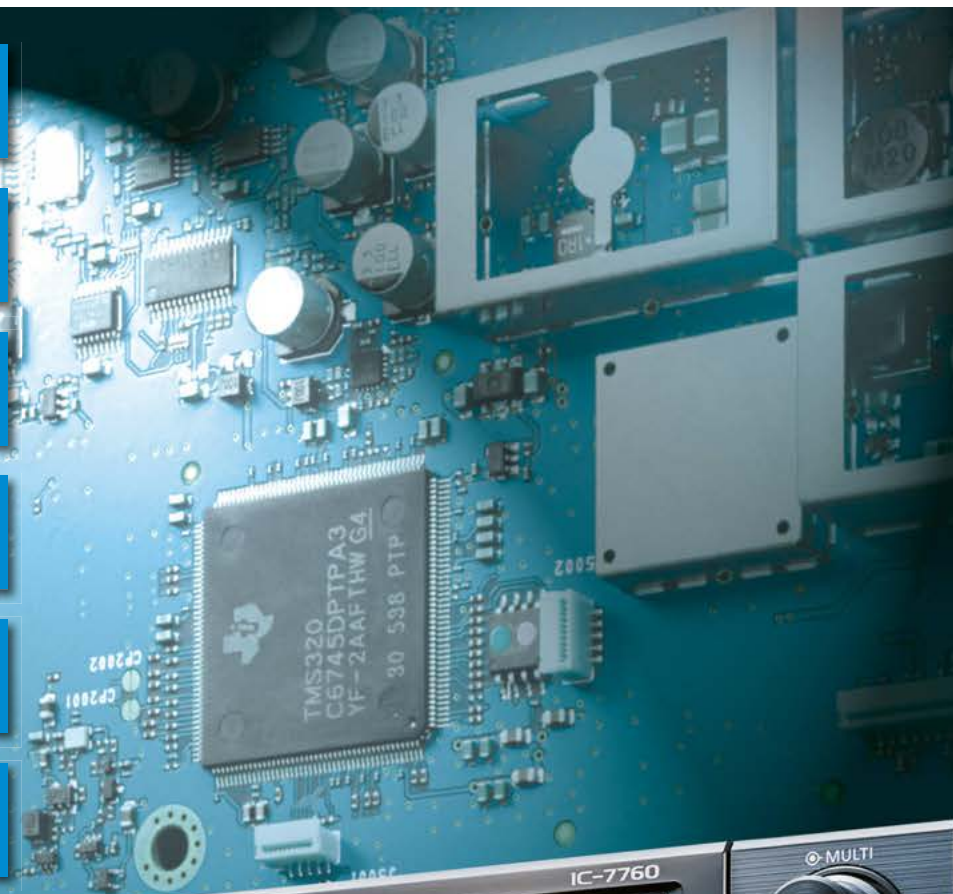
532 LoRa-Modul auf Arduino-
Basis zum Experimentieren

540 Fehler erkennen
in I²C-Bussystemen

548 Praxis der IM-Messung
an Sendern

552 Schaltpläne und Platinen
entwerfen mit KiCad 9

557 Tipps zu Ganzwellen-
Schleifenantennen



**KW/50-MHz-Transceiver
Icom IC-7760**



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt,
das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (0 30) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (0 30) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäkel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u. a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüscher, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäkel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau
Vertrieb PressUp GmbH, Hamburg

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskripthinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 59,30 € (PLUS-Abo 65,30 €), jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar. Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 6,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 63,50 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 69,50 €); Schweiz/Liechtenstein 74,- CHF (PLUS-Abo 79,- CHF)

Digital-Abonnement 49,- €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6,- € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOFIGH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5,- € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadata als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadata mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 4.6.2025 **Erscheinungstag:** 25.6.2025

Druckauflage: 24 100

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

„Wie Sie sehen, sehen Sie nichts“: Gefahr Blackout

Hierzulande sind die großen Stromausfälle mittlerweile in Vergessenheit geraten: etwa im Katastrophenwinter 1978/79 durch sneeelastbedingte Hochspannungsmastbrüche im Westen und Schwierigkeiten bei der Braunkohleförderung im Osten Deutschlands oder am 4. November 2006 europaweit durch das Abschalten einer wichtigen 380-kV-Leitung zur Ausschiffung des Kreuzfahrtschiffs Norwegian Pearl. Im Alltag sind die Stromnetze dagegen in ganz Europa nach dem Wachstum der regenerativen Energien ziemlich stabil.

Doch schon kleine Ursachen lassen diese vermeintliche Sicherheit kippen, wie man zuletzt Ende April in Spanien und Portugal sah. Die genaue Ursache für diesen Blackout wird immer noch diskutiert, von Sonnenwind über Hackerangriffe bis zu Bedienfehlern käme vieles infrage. Der hohe Vernetzungsgrad der Stromnetze stabilisiert diese zwar einerseits, kann aber andererseits bei Problemen zur unerwünschten Eskalation führen.

Hacker legten schon 2015 das Stromnetz der Ukraine lahm, später waren russische Bomben noch „erfolgreicher“. Die Gefahr durch Hackerangriffe – in diesem Fall auf Smart Meter – samt möglicher Folgen hat Marc Elsberg in seinem lesenswerten Roman „Blackout“ bereits 2012 ausführlich und plausibel beschrieben. Die Ursache waren dort sogenannte Lastabwürfe, die den Stromverbrauch massiv senken und das Netz dadurch destabilisieren.

Wurden diese im Roman provoziert, können sie im realen Netz ungewollt automatisch stattfinden, und zwar auch umgekehrt als Abwurf von Stromlieferanten, vom Großkraftwerk bis zum Mini-Wechselrichter am Balkonkraftwerk: Sobald die Netzfrequenz um mehr als einige Prozent von 50 Hz abweicht, etwa durch nicht mehr ohne Weiteres ausgleichbare Unter- oder Überlast, gehen die meisten Anlagen vom Netz. Dies kann zu einer Kettenreaktion führen.

Tatsächlich reichen plötzliche Leistungsschwankungen über 3 GW aus, um das europäische Verbundnetz aus dem Gleichgewicht zu bringen. Der Verband Solarpower Europe sorgt sich um die zahlreichen cloudvernetzten Wechselrichter aus chinesischer Produktion, die zwar gestaffelte, aber dennoch ähnliche Abschaltkriterien haben und zudem durch staatlich finanzierte oder eigenmächtig agierende Hacker abgeschaltet werden könnten. Marktführer Huawei, in 5G-Netzen hierzulande inzwischen aus Sicherheitsgründen ausgeschlossen, hat laut Risikomanagement-Dienstleister DNV eine Kapazität von 114 GW in europäischen Solarparks installiert. Sechs weitere chinesische Wechselrichterhersteller haben ebenfalls jeweils über 5 GW in Europa potenziell unter Kontrolle.

Es wäre auch deshalb grob fahrlässig, trotz eines prinzipiell stabilen deutschen Stromnetzes nicht auf möglicherweise mehrtägige Störungen vorbereitet zu sein. Dazu gehört unbedingt, die eigene Funkanlage längere Zeit aus netzunabhängigen Stromquellen speisen zu können, denn die öffentliche Kommunikationsinfrastruktur, ob kommerzieller Mobilfunk oder behördliches BOS-Netz, kann ebenfalls ausfallen, da sie nur für begrenzte Zeit autark funktioniert.

Es ist für jeden höchste Zeit, zu handeln.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Amateurfunk

São Tomé und Príncipe, S9Z: Meine erste DXpedition



Im vergangenen November belebte eine internationale DXpedition von der vor Westafrika gelegenen Inselrepublik São Tomé und Príncipe die Bänder. Zum Team gehörte der damals erst siebzehnjährige Angus Alexander, KJ7KOJ, der Dank einer verständnisvollen Schulleitung und eines Sponsorenprogramms die intensiven Pile-ups einmal von der anderen Seite erleben durfte. Angus berichtet voller Begeisterung über sein Funkabenteuer. Foto: Team S9Z

518

Icom IC-7760 – neuer KW/50-MHz-Transceiver (1)

522

Online-Logdienste im Vergleich (2)

526

Vertauschte Himmelsrichtungen in MMANA-GAL

536

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (2)

537

Praktische Ausführungen von Ganzwellen-Schleifenantennen



Speziell zum portablen Einsatz bieten sich Ganzwellen-Schleifenantennen für den KW-Bereich an, da sie sich mithilfe von GFK-Masten und Querträgern oder Spannleinen relativ einfach aufbauen lassen. Als Hilfestellung für individuelle Projekte werden hier einige Grundlagenkenntnisse vermittelt. Foto: DJ6SU

557

DA0HQ startet in der 40. IARU-Kurzwellen-Weltmeisterschaft



Am zweiten Juliwochenende jedes Jahres findet die IARU-Kurzwellen-Weltmeisterschaft statt. Auch 2025 ist die deutsche Headquarter-Station DA0HQ von mehreren Standorten aus wieder mit von der Partie. Auf sechs Amateurfunkbändern wird 24 h lang in den Sendarten SSB und CW gefunkt. Foto: DL4MW

578

Funk

Indisches Navigationssystem

529

Experimentelles LoRa-Modul auf Arduino-Basis



Viele Geräte und Anwendungen basieren auf der Mikrocontrollerfamilie ESP32 in Kombination mit einem LoRa-Modul. Manche Projekte lassen sich aber auch mit Entwicklungsboards realisieren, die auf einem Arduino basieren. Foto: F4GOH

532

CB- und Jedermannfunk

573

Aktuell

Editorial 507

Postbox 510

Markt 512

Ausbreitung Juli 2025 576

Inserentenverzeichnis 586

Vorschau FA 8/25 586

QTCs

AATiS e.V. 572

DX-QTC 574



QSL-Splitter 574

Bergfunk-QTC 577

SWL-QTC 577

Sat-QTC 579

CW-QTC 579

Digital-QTC 580

QRP-QTC 581

UKW-QTC 582

DL-QTC 584

Afu-Welt 584

OE-QTC 585

HB-QTC 585

Termine Juli 2025 586

Unser Titelbild



Mit dem IC-7760 hat der japanische Hersteller Icom ein neues Flaggschiff auf den Markt gebracht, das in mehrfacher Hinsicht den Stand der Technik widerspiegelt. Der erste Teil des Beitrag beschreibt das Gerätekonzept und die Ausstattung und zieht Vergleiche zu früheren Spitzenmodellen.

Werkfotos; Collage: DC2HB

BC-DX

BC-DX-Informationen

575



KTWR Guam sendet noch bis Ende Oktober über die auf dieser QSL-Karte abgebildete Kurzwellenanlage. QSL: DL1AX

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf www.funkamateur.de als PDF-Datei zu finden. Zusätzlich steht dort in diesem Monat die Übersicht „Kurzwellen in Deutsch“ zur Verfügung. Die erstgenannten Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateur.de> zugänglich.

Ausstellungen

48. Ham Radio 2025 und 74. Bodenseetreffen

516

Wissenswertes

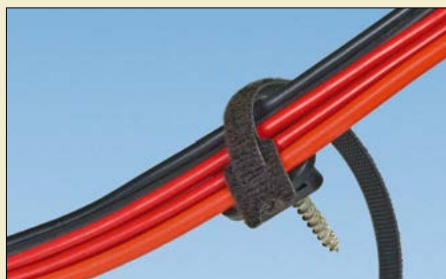
Augen auf beim Datenträgerkauf!



Transportable SSD-Laufwerke weisen eine hohe Performance auf und sind weitgehend unempfindlich gegen mechanische Einflüsse. Der Preis pro Gigabyte Speicherfähigkeit fällt stetig – doch nicht jedes vermeintliche Schnäppchen hält, was der Verkäufer verspricht. Foto: DM9JM

515

Leitungen übersichtlich verlegen



Nur in seltenen Fällen bleibt die Verkabelung eines Shacks unverändert, denn mit zunehmender Geräteausstattung wächst auch die Anzahl der Leitungen. Das führt oft zu Unübersichtlichkeit und unschön anzusehenden Kabelbündeln. Die Verwendung eines Kabelkanals ist allerdings auch nicht immer die optimale Lösung.

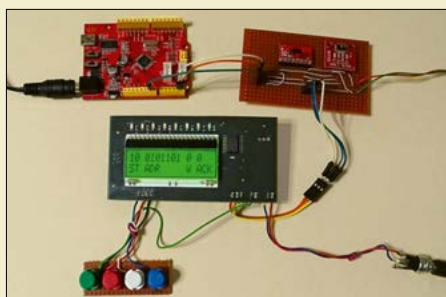
Foto: DL1DBL

547

Elektronik

Wenn das Durstgefühl nachlässt – oder: Lauflicht zur Trink-Erinnerung 530

Testgerät zur Fehlererkennung bei I²C-Bussystemen



Der I²C-Bus ist ein Standardverfahren der Datenübertragung zwischen Modulen und Schaltkreisen innerhalb von Geräten. Mittlerweile besitzt nahezu jeder Mikrocontroller und Sensor entsprechende Anschlüsse. Die Datenübertragung muss einem festgelegten Ablauf folgen und hier können Fehler auftreten. Bei der Suche nach den Ursachen hilft das beschriebene Testgerät. Foto: Sander

540

Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern (2) 544

Praxis der IM-Messung an Sendern am Beispiel des IC-7300



Die Linearität ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal von SSB-Sendern. Aus messtechnischer Sicht geht es dabei um den Pegelabstand zwischen dem Nutzsignal und den Oberwellen sowie zu den Intermodulationsprodukten. Wie man diese Parameter in der Praxis richtig misst und welche Fachbegriffe dabei eine Rolle spielen, wird hier erläutert. Screenshot: DC4KU

548

KiCad 9 – ein komfortabler Schaltplan- und Leiterplatteneditor 552

Fundstück



Mobilfunk vor 100 Jahren
Foto: Bundesarchiv,
CC BY-SA 3.0

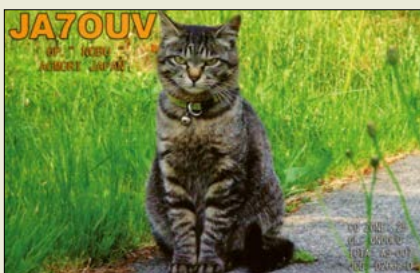
Rechtzeitig handeln – Supportende für Windows 10

Zum Editorial im FA 5/2025: Ich habe zig alte Rechner, die durch den Microsoft-Test fielen, erfolgreich mit einem Upgrade versehen. Den Hardware-Check nach eher willkürlichen Kriterien von Microsoft kann man immer noch umgehen und das vermutlich noch lange.

Die Lorbeeren für diesen Hack-Feinschliff gebühren der Zeitschrift c't, die „Wege aus der Upgrade-Falle für Windows 11“ in der Ausgabe 5/2025 und auf www.heise.de/select/ct/2025/5/softlinks/y7vh veröffentlicht hat.

Selbstverständlich sollte man alte Rechner vorher auf mindestens 8 GB RAM aufrüsten und eine SSD einbauen (OS-Migration z. B. via DiskGenius).
Hans-Jörg Kriebel, DL1HJK

Gegensätze: Große Katze – kleine Katze



© DC2HB

Computer-Interfaces

Besten Dank für den hilfreichen Beitrag „Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern“ im FA 5/2025 ab S. 372. Um Missverständnissen vorzubeugen, hier ein paar Anmerkungen dazu.

Der Yaesu FT-897 besitzt nicht, wie geschrieben, einen USB-Port. Vielmehr handelt es sich um eine CAT-Schnittstelle, bei der zwei serielle Leitungen RX_D und TX_D herausgeführt sind. Hier lässt sich, z. B. mithilfe eines USB-CAT-Kabels CT-62U, das einen USB-Seriell-Wandler enthält, ein Computer per USB anschließen.

Bei einer CAT-Steuerung ist keine zusätzliche PTT-Verbindung (Bild 5) notwendig. Man kann dann einfach per CAT-Software auf Sendung gehen.

Der USB-Isolator vor der USB-Soundkarte dürfte überflüssig sein, denn die galvanische Trennung in Richtung Transceiver ist bereits durch zwei Übertrager gewährleistet. Dass der feste Pegel am rückseitigen Audioausgang des FT-897 nicht ausreicht, um den Mikrofoneingang an der USB-Soundkarte anzusteuern, kann ich nicht bestätigen.

Tipp: Ausprobieren!

Nils Körber, DH0HAN

Kleine T-Antenne

Mit großem Interesse habe ich den Beitrag „Speisung eines 160-m-Kurzdipols als kleine T-Antenne“ im FA 3/25, S. 220 f., gelesen, da ich im FA 1/2005, ab S. 44 unter „Einstieg auf 160 m mit einfachen Mitteln: Es lohnt sich!“ einen ähnlichen Beitrag geschrieben habe.

Meine kleine T-Antenne ist ein unsymmetrisch gespeister Fritzel-Dipol FD3 für 40 m, 20 m und 10 m. Als Transceiver verwende ich einen Yaesu FT-817 mit maximal 5 W Sendeleistung. Die Anpassung geschieht über den Antennenkoppler Z11 zusätzlich einer 5-µH-Verlängerungsspule und eines 30 cm langen Drahtes am Innenleiter des 15 m langen RG213-Koaxialkabels, dessen Mantel frei war, zum 1:6-Balun. Es gibt kein wellenlängenabhängiges Gegengewicht. Stattdessen habe ich die Blitzschutzerdungsanlage für meinen 2-Element-Mini-Fritzel-Beam MFB23

zusammen mit zwei anderen kurzen Antennensträgern sowie den Dachrinnen, Abflussrohren und Tieffenerdern auf beiden Seiten meines Reihenmittelhauses als Gegengewicht angesehen.

Meine FD3 ist am Gartenende mit einem Holzmast 7 m hoch und nach 20 m am hausseitigen Ende auf einem Stahlrohr 9 m hoch gespannt, ein weiterer Meter von den 21 m Länge der FD3 ist dann noch zur Hausmitte zurückgebogen.

Im Jahr 2004 nutzte ich das Reverse Beacon Network noch nicht, weshalb ich die Eignung dieser Behelfsantenne an den QSO-Erfolgen gemessen und in meinem oben genannten Beitrag genau beschrieben habe. Es handelte sich dabei bis Ende 2004 fast ausschließlich um Telegrafie-QRP-Contest-Verbindungen. Ganz Europa ist erreichbar. Damals hatte ich 37 europäische DXCC-Gebiete gearbeitet, heute sind 49 per QSL-Karten und davon 44 im LoTW bestätigt.

Ferdinand Dahl, DJ3GE

VPN mit Wireguard

An dieser Stelle noch eine Ergänzung zum Beitrag „Aufbau eines virtuellen privaten Netzwerks mit WireGuard“ im FA 5/2025 ab S. 378. Die Datei wg-client1.conf wurde so verwendet, wie sie die Fritz-Box erzeugt hat, und nur der Dateiname geändert. In dieser Form funktioniert die Wireguard-Verbindung für alle möglichen Anwendungsfälle. Für den Einsatz im Amateurfunk hat mich Stephan Ruttinger, DA2SR, zu zwei Modifikationen ange-regt.

```
[Interface]
PrivateKey = SCHLÜSSEL=
Address = 192.168.20.231/24
DNS = 192.168.20.1
DNS = fritz.box ①

[Peer]
PublicKey = SCHLÜSSEL=
PresharedKey = SCHLÜSSEL=
AllowedIPs = 192.168.20.0/24,0.0.0.0/0 ②
Endpoint = NAMENAME.myfritz.net:53126
PersistentKeepalive = 25
```

1. Der zweite DNS-Eintrag kann, muss aber nicht, entfernt oder auskommentiert werden! Mit der DNS-Angabe in Form der IP-Adresse funktioniert die Namensauflösung.
2. Entfernen der Angabe 0.0.0.0/0: Mit dieser Angabe würde ein Gateway-Redirect konfiguriert. Dies hätte zur Folge, dass sämtlicher Internet-Verkehr des Clients in den Tunnel ginge und für eine höhere Netzlast in diesem sorgen würde. Die dadurch erhöhten Latenzzeiten könnten sich störend bei Sprachübertragungen auswirken.

Bei der Erstellung des Beitrags konnte die Fritz-Box noch nicht mit IPv6-Adressen bei Wireguard umgehen, was sich mittlerweile geändert hat. Entfernen



Sie deshalb auch den Eintrag `::/0` bei den *Allowed IPs*, wenn sich darin auch eine IPv6-Adresse befindet. Die Angabe `::/0` entspricht `0.0.0.0/0` bei IPv4. Die Dateiänderungen können Sie zum einen direkt auf der Shell mit einem Editor (nano, vi, o.ä.) vornehmen. Es funktioniert auch mit dem WireGuard-Client *Wiregurd*, Menü *Edit*.

Eine Vertiefung des Themas findet man auch unter: <https://administrator.de/tutorial/merkzettel-vpn-installation-mit-wireguard-660620.html>

Harald Zisler, DL6RAL

Remote-Betrieb mit Pi Connect

Unter Bezugnahme auf den Beitrag „Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi“ im FA 5/25, S. 367 und die hierauf bezogene Leserzuschrift in FA 6/25, S. 426 möchte ich kurz die Anwendung *Pi Connect*, die sich auf bestimmten Raspberry-Pi-Systemen nutzen lässt, ins Feld führen.



Raspberry Pi Connect

Diese ermöglicht browserbasiert den praktisch latenzfreien Zugriff auf einen Raspberry Pi über das Internet, wahlweise via Shell oder grafischer Oberfläche. Zwischen dem Client (Browser) und dem Raspberry Pi wird ein Peer-to-Peer-Netzwerk aufgebaut, worüber sich der Raspberry Pi fernsteuern lässt. Zweifelsohne vermag sich dies auch beispielsweise mittels VNC verwirklichen lassen, jedoch nicht ohne weitere (Fach-)Kenntnisse – gerade beim Einsatz über verschiedene Netze hinweg. Bestehend an *Pi Connect* ist diesbezüglich die Einfachheit der Einrichtung und Nutzung: Nach erfolgreicher Installation ist lediglich die Registrierung notwendig; es sind insbesondere keine Port-Weiterleitungen oder der Einsatz eines dynamischen DNS-Dienstes erforderlich. Anschließend ist der Raspberry Pi weltweit über das Internet steuerbar, sodass sich die Nutzung von *Digimodes remote* im Liegestuhl des heimischen Gartens geradezu aufzwingt. Details zu Systemvoraussetzungen, Installation und Konfiguration sind auf www.raspberrypi.com/software/connect zu finden.

Dr. Dennis Hoss, DO2ZZ

Pollin-Katalog

Im FA 5/2025 haben Sie auf S. 345 auf den neuen Pollin-Katalog mit dem einleitenden Satz „Im über 180 Seiten umfassenden Hauptkatalog 2025 ...“ aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, dass man ihn bei Pollin anfordern kann.

Daran kann man festmachen, wie sich die Zeiten ändern: Im Jahr 2021 hatte der Hauptkatalog noch 484 Seiten. Im August 2021 gab es dazu noch ein „Update zum Hauptkatalog 2021“ von weiteren 244 Seiten. Danach ging es mit der Seitenzahl bergab, während sich gleichzeitig der Eindruck verstärkte, dass im Katalog nur ein Teil des Vertriebsprogramms enthalten ist. 2024 hatte der Katalog noch 324 Seiten. Man kann nicht mehr erwarten, beim Durchblättern des Katalogs alles zu Gesicht zu bekommen, was es da zu kaufen gibt.

Kai-M. Lüdeke

Ja, so ist es. Wir erinnern uns auch noch an dicke Kataloge von Conrad Electronic, Reichelt Elektronik, Bürklin Elektronik, Mouser Electronics usw. Aber es ist schon vernünftig, die Druckwerke zu verschlanken, wenngleich es auch interessant sein kann, einfach einmal zu blättern.

Übrigens steht der Pollin-Katalog auch zum Herunterladen und Blättern am Rechner auf www.pollin.de/unsere-kataloge-und-prospekte als PDF-Datei zur Verfügung.

Red. FA

ERP-Preisfrage

Gefragt war, welche effektive Strahlungsleistung von einer mit 35 W gespeisten Richtantenne in Rückwärtsrichtung abgestrahlt wird, wenn die Antenne 7 dBd Gewinn und 16 dB Vor-Rück-Verhältnis aufweist.

Die Sendeleistung $P_S = 35 \text{ W}$ entspricht einen auf $P_0 = 1 \text{ W}$ bezogen Leistungspegel von:

$$P_S/\text{dBW} = 10 \cdot \lg\left(\frac{P_S}{P_0}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{35 \text{ W}}{1 \text{ W}}\right) = 15,4 \text{ dBW}$$

Bei der effektiven Strahlungsleistung (ERP) ist stets der Halbwellendipol die Bezugsantenne für den Antennengewinn. Mit $G_D = 7 \text{ dBd}$ Antennengewinn ergibt sich als ERP in Vorwärtsrichtung:

$$P_{\text{ERP Vor}} = P_S + G_D = 22,4 \text{ dBW}$$

Da für das Vor-Rück-Verhältnis $P_{\text{ERP Vor}} - P_{\text{ERP Rück}} = 16 \text{ dB}$ gilt, beträgt die Abstrahlung in Rückwärtsrichtung somit:

$$P_{\text{ERP Rück}} = 22,4 \text{ dBW} - 16 \text{ dB} = 6,4 \text{ dBW}$$

Dies entspricht:

$$P_{\text{ERP Rück}} = 1 \text{ W} \cdot 10^{6,4 \text{ dBW/dBW} \cdot 0,1} = 4,4 \text{ W}$$

Das Ergebnis ist unabhängig vom verwendeten Bezugssystem, hier $P_0 = 1 \text{ W}$. Bei Verwendung von $P_0 = 1 \text{ mW}$ ergeben sich in den Zwischenschritten lediglich Leistungspegel in Dezibel/Milliwatt (Einheit dBm).

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Helena Grieser
Klaus Göbel, DL5AB
Alexander Schenk, DL2DSA

Herzlichen Glückwunsch!

Uhren-Preisfrage

Wann stehen die sich kontinuierlich bewegenden Stunden- und Minutenzeiger einer Uhr zum vierten Mal nach 12 Uhr wieder exakt übereinander?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 31.7.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Kraft-Preisfrage vom FA 6/25 können Sie sich noch bis zum 30.6.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de



Titelbild

Die Redaktion erreichten mehrere Anfragen nach der Antenne auf dem Titelbild des FA 5/2025.

Abgebildet ist die MC-750 von Chelegance, von der jedoch lediglich der Speisepunkt und die Verlängerungsspule zu sehen sind. Die Antenne diente hierbei nicht als Messobjekt für den abgebildeten Antennenanalysator FA-VA6.

Red. FA

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch





Der SDR-Transceiver Flexradio AU-520M besitzt ebenso wie der AU-510M eine Bedienfront, die den Betrieb auch ohne Computer ermöglicht. Die Steuerung des AU-520 und AU-510 kann per Maestro-Bedieneinheit, iOS-App oder PC/Mac lokal per LAN oder im Remote-Betrieb über das Internet erfolgen.

Aurora-Serie vorgestellt

Auf der Hamvention stellte Flexradio vier SDR-Transceiver der neuen Aurora-Serie vor. Alle arbeiten mit einem 16-Bit-ADU und Direktabtastung, wodurch klassische analoge Signalfade entfallen – das Ergebnis ist ein großer Dynamikbereich. Bei den Modellen AU-510/510M ermöglichen zwei voneinander unabhängige Empfänger gleichzeitiges Arbeiten in verschiedenen Bändern und Sendarten, inklusive Crossband-Vollduplexbetrieb. Die Modelle AU-520/520M besitzen jeweils zwei sogenannte Spectral Capture Units, wodurch vier Empfänger zur Verfügung stehen sowie SO2R-Fähigkeit und Diversity-Funktionen ermöglicht werden. Letztere bieten bei schwachen Signalen oder durch Mehrwegausbreitung bedingtem Fading erhebliche Vorteile, indem zwei Antennenpfade ausgewertet werden. Die Sendeleistung beträgt 500 W PEP von 1,8 MHz bis 30 MHz sowie 200 W PEP auf 6 m. Die Endstufe erreicht einen Wirkungsgrad von bis zu 80 %. Das sorgt für weniger Abwärme und ermöglicht einen kleineren Kühlkörper sowie ein insgesamt kompakteres und leichteres Gehäuse.

Der integrierte automatische Antennentuner kann Fehlanpassungen bis maximal $s = 3$ verarbeiten. Weitere Merkmale sind adaptive Verzerrung (SmartSignal), ein Transverteranschluss, ein 10-MHz-Referenzeingang sowie eine GNSS-Zeitbasis (TCXO, optional GPSDO mit GPS, Galileo, GLONASS).

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein integriertes Weitbereichsnetzteil.

Durch die Remote-Fähigkeit (SmartLink) lassen sich AU-510 und AU-520 netzwerkbasierend steuern: entweder lokal über LAN oder über das Internet – per Maestro-Bedieneinheit, iOS-App oder PC/Mac.

AU-510M und AU-520M basieren auf der Architektur des AU-510 bzw. AU-520, sind aber zusätzlich mit einer integrierten Bedienfront inklusive 8-Zoll-Touchscreen ausgestattet. Durch das lokal bedienbare Frontpanel sowie einen HDMI-Ausgang auf der Rückseite lässt sich das Gerät ohne PC oder externe Steuereinheit nutzen.

Erste Geräte sollen im November für 7000 € bis 11 000 € verfügbar sein (Preis modellabhängig).

Flexradio, 4616 W. Howard Lane, Suit 8-600, Austin, TX 78728, USA; www.flexradio.com
Bezug: autorisierter Fachhandel

AU-510/510M, AU-520/520M

SDR-Transceiver

- Amateurfunkbänder: 160 m, 80 m, 60 m, 40 m, 30 m, 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 10 m, 6 m
- Sendeleistung: 500 W, 125 W AM auf 160 m... 10 m 200 W, 50 W AM auf 6 m
- Sendarten: SSB, CW, AM, SAM, FM, RTTY, Digimodes
- Empfangsbereich: 30 kHz... 54 MHz
- Direktabtastung: 122,88 MS/s (AU-510/510M) 245,76 MS/s (AU-520/520M)
- Wideband Dynamic Range: > 145 dB (AU-510/510M) > 155 dB (AU-520/520M)
- Reciprocal Mixing Dynamic Range (RMDR): 115 dB (AU-510/510M) 110 dB (AU-520/520M) jeweils bei 2 kHz Offset
- Spectral Capture Units: 1 (AU-510/510M) 2 (AU-520/520M)
- Anzeige (AU-510M/520M): 8-Zoll-Touchdisplay, 1920 x 1200 Pixel; HDMI 1920 x 1200 Pixel
- Netzteil: 80... 264 V AC, integriert
- Leistungsaufnahme: 35 W Empfang, 675 W Senden
- Abmessungen (B x H x T): 356 mm x 171 mm x 337 mm

Markt

Mobilfunk-Twinbander TM-D750E

Kenwood präsentierte auf der Hamvention den Mobilfunktransceiver TM-D750. Der auf dem europäischen Markt als Twinbander verfügbare TM-750E für das 2-m- und 70-cm-Band bietet sowohl klassischen analogen FM-Betrieb als auch die digitale Sendart D-STAR. Er deckt damit traditionelle und moderne Kommunikationsanforderungen ab und empfängt Sprache und Daten simultan. Der eingebaute KISS-TNC unterstützt APRS mit Digipeater-Funktion sowie Paketkommunikation mit 1200/9600 Bit/s und iGate-Betrieb. Ein GPS-Modul samt Patch-Antenne ist integriert. Für Echolink ist das Gerät ebenfalls geeignet. Der D-STAR-Zugang gestaltet sich über Bluetooth, USB und integriertes WLAN flexibel. Im Direct Mode ist D-STAR ohne Zusatzgeräte nutzbar. Mithilfe des MMDVM-Befehls lässt sich das Gerät im Reflector Terminal Mode über einen per USB oder Bluetooth angeschlossenen Windows-PC bzw. Android-Gerät mit einem D-STAR-Reflektor verbinden.



Der TM-D750E kann aufgrund des zweiteiligen Designs an die jeweilige Einsatzsituation angepasst werden. So lässt sich die Haupteinheit beispielsweise unauffällig unter dem Sitz oder im Kofferraum des Autos befestigen, während das abnehmbare Bedienteil mit integriertem Lautsprecher am Armaturenbrett seinen Platz findet. Das TFT-Display mit 3,45 Zoll Bilddiagonale, hoher Helligkeit und weitem Blickwinkel stellt alle wichtigen Informationen übersichtlich dar. Die intuitive Bedienung mit Sprachführung (vier Geschwindigkeitsstufen, über 900 Phrasen) macht es Neueinsteigern leichter, mit dem Gerät zurechtzukommen, während erfahrene Funkamateure wohl vor allem dessen Vielseitigkeit schätzen werden.

Das integrierte Bluetooth-Modul ermöglicht drahtlosen Betrieb mit Headsets. USB-C- und Micro-SD-Anschlüsse an beiden Einheiten runden die Anschlussmöglichkeiten ab. Preis und Verfügbarkeit standen zum Redaktionsschluss noch nicht fest.

JVCKenwood Deutschland GmbH, Konrad-Adenauer-Allee 1-11, 61118 Bad Vilbel; Tel. (061 01) 498 85-0; www.kenwood.de
Bezug: autorisierter Fachhandel

TM-D750E

Mobilfunktransceiver

- Frequenzbereiche: 144... 146 MHz, 430... 440 MHz
- Sendarten: FM, D-STAR (GMSK)
- Sendeleistung: 50 W, auf 5 W oder 10 W reduzierbar
- Antennenanschluss: SO239-Buchse
- Anzeige: TFT-Farbdisplay, 3,45 Zoll Diagonale
- 32-Bit-DSP-Einheit: u. a. zur ZF-Verschiebung, Rauschminderung und als Notch-Filter
- Bluetooth-Schnittstelle, 2 x Micro-SD-Karten-Slot, USB-C-Anschluss, Lautsprecher, KISS-TNC (1200/9600 Bit/s)
- Frontabmessungen (B x H): 183 mm x 93 mm

Das Bedienteil und die Haupteinheit des TM-750E lassen sich bei Bedarf getrennt voneinander montieren und über ein Kabel verbinden.

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern. Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. Red. FA

Ein Großteil der **OptiBeam**-Antennen, hier die 11-Element-Antenne **OB11-5** für die fünf Bänder von 20 m bis 10 m, soll bis spätestens Sommer 2025 wieder bei **WiMo** verfügbar sein.



WiMo übernimmt OptiBeam

WiMo gab die Übernahme von **OptiBeam Antennentechnologien** zum 1. Juni 2025 bekannt. OptiBeam steht seit über zwei Jahrzehnten für qualitativ hochwertige Yagi-Antennen – insbesondere im KW-Bereich – und hat hinsichtlich Leistung, Robustheit und Innovationskraft einen guten Ruf. Mit der Übernahme integriert WiMo das OptiBeam-Portfolio in das eigene Vertriebsprogramm. Die Produktion wird schrittweise an den Standort Herxheim verlagert und durch bestehende Fertigungskapazitäten ergänzt. Spätestens bis zum Sommer 2025 soll ein Großteil der Produktion vollständig übernommen sein. Das Ziel ist, OptiBeam-Antennen fortzuführen, Kundenservice und Ersatzteile langfristig zu sichern und Entwicklungspotenziale zu nutzen. **WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com**

Neben der mit einer schweren Gusseisenplatte ausgestatteten **Begali Camelback** ...



... und der überwiegend aus Edelstahl gefertigten **Begali Sculpture Janus** werden während der Ham Radio am Bonito-Messestand weitere Morsetasten ausgestellt und erhältlich sein.



Neue Begali-Tasten

Die bei **Bonito** erhältliche **Camelback** von **Begali** ist eine Handmorsetaste mit guter Haptik und präziser Tastenreaktion. Mit dem Sockel aus Gusseisen bringt sie 1,6 kg auf die Waage. Die Anbauteile sind vergoldet und somit korrosionsbeständig, die Kontakte bestehen aus Silber. Preis: 199 €
Die **Sculpture Janus** ist ein Paddle mit geringen Abständen, das sich mechanisch vom Squeeze- in den Einhebel-Modus umstellen lässt. Die Taste ist aus Edelstahl gefertigt, wobei bewegliche Komponenten aus Flugzeugaluminium bestehen. Sie wiegt 1,7 kg und verfügt über hochwertige Kugellager sowie vergoldete Kontakte. Preis: 675 €
Tipps und Informationen rund um Begali-Tasten können Besucher während der Ham Radio am Messestand A1-526 direkt von Bruna Begali erhalten.
Bonito, Dennis Walter, Gerichtsweg 3, 29320 Hermannsburg, Tel. (0 50 52) 60 52; E-Mail: anfragen@bonito.net; www.bonito.net



SteppIR beendet Endkundengeschäft

Seit 2001 hat **SteppIR** laut eigenen Angaben tausende mechanisch einstellbare, fernabgestimmte Yagi-, Vertikal- und Dipolantennensysteme hergestellt. Einer kurzen Meldung ist zu entnehmen, dass man die Produktion von Antennen und Zubehör für Endverbraucher zum 31. August 2025 aufgrund verschiedener Faktoren beenden wolle. Ersatzteile würden verkauft, solange der Vorrat reicht. Bezüglich Garantieleistungen und technischer Supportanfragen sollen sich keine Änderungen ergeben. „Angesichts unserer langjährigen Erfahrung treffen wir diese Entscheidung nicht leichtfertig, sondern sind zu dem Schluss gekommen, dass sie für unseren laufenden Betrieb notwendig ist, um sicherzustellen, bestehenden Kunden weiterhin effizienten Produktsupport bieten können.“, so SteppIR weiter.
Information: <https://consumer.steppir.com>

Z-Match-Jubiläumsauflage

40 Jahre ist es her, dass die **Funkbox Hard & Software** mit Software für den Commodore C-64 an den Start ging. Seither wurde in der Werkstatt nützliches Zubehör für Amateurfunkstationen entwickelt. Zum Jubiläum legt man den mit 10 W belastbaren Antennenkoppler **Z-Match** neu auf, der sich zur Anpassung endgespeister Halbwellenantennen auf 15 m, 17 m, 20 m, 30 m, 40 m und nun auch für 80 m eignet. An die SO239-Buchse wird der Sender angeschlossen, an die Polklemme und die Schraubverbindung der Antennendraht bzw. das Gegengewicht. Die Jubiläumsserie ist als Komplettbausatz mit vorbestückter Platine und Gehäuse konzipiert und für 59 € erhältlich.

Funkbox Hard & Software, Am Bach 7, 88069 Tettnang, www.funkbox.de, info@funkbox.de

Neuer Icom-Katalog

Pünktlich zur Ham Radio gibt es von Icom einen aktualisierten Amateurfunkkatalog. Auf 20 Seiten erhält man einen Überblick über das Sortiment an Funkgeräten und Empfängern. Detaillierte Informationen zu den Geräten lassen sich mittels QR-Codes abrufen.
Halle A1 Stand 640
Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm, Tel. (0 61 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com

Stepp-IR-Antennen, hier eine DB18E an der Station von LZ2BE, besitzen zur Abstimmung ein Metallband, dessen Länge im Elementrohr fernabgestimmt verändert werden kann.

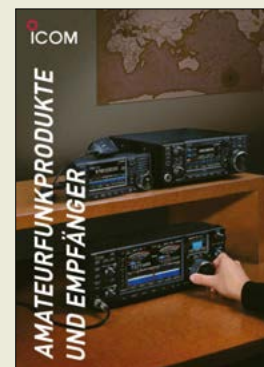


Die ersten fünf Besteller mit dem Stichwort **Funk-amateur** im Kommentar erhalten das **Z-Match** für 40 €.

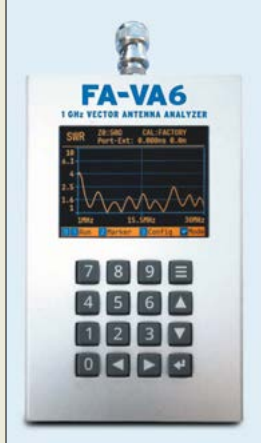
Z-Match

Antennenkoppler

- Komplettbausatz
- Frequenzbereich: 3,5 ... 21 MHz
- Belastbarkeit: 10 W
- Abmessungen (B x H x T): 60 mm x 105 mm x 55 mm
- Masse: 110 g
- Preis: 59 €



Der neue Icom-Katalog **Amateurfunkprodukte und Empfänger** ist während der Ham Radio in Halle A1 am Stand 640 erhältlich.



Komplett aufgebauter Antennenanalysator FA-VA 6

FA-VA 6

Antennenanalysator

- Frequenzbereich: 0,01 ... 1000 MHz
- Anzeige: SWV, Impedanz, Rückflussdämpfung, Smith-Diagramm
- Zeitbereichsmessung: Längenbereiche 6 ... 200 m, Impulsantwort, Sprungantwort
- Messeingang: BNC-Buchse, 50 Ω
- Display: 320 x 240 Pixel, 2,8 Zoll, IPS-TFT-Farbdisplay
- Stromversorgung: 3,7 V/3180 mAh Li-Ionen-Akkumulator
- Abmessungen (B x H x T): 135 mm x 85 mm x 28 mm
- Masse: 270 g
- Einführungspreis: 289 €



Rauscharmes Vorverstärkermodule HFM-LNA-6G

HFM-LNA-4G/6G

LNA-Module

- Frequenzbereiche: 0,1 ... 4000 MHz (4G), 10 ... 6000 MHz (6G)
- Verstärkung: 20 dB
- Rauschmaß: 0,7 dB bei 2 GHz
- Anschlüsse: 2 x SMA, USB-C
- Preis: 38,50 €

RF Basic set

Nahfeldsonden

- RF-R 400-1: H-Feldsonde, 30 MHz ... 3 GHz
- RF-R 3-2: H-Feldsonde, 30 MHz ... 3 GHz
- RF-B 3-2: H-Feldsonde, 30 MHz ... 3 GHz
- RF-U 2.5-2: H-Feldsonde, 30 MHz ... 3 GHz
- RF-E 02: E-Feldsonde, 30 MHz ... 1,5 GHz
- RF-E 05: E-Feldsonde, 30 MHz ... 3 GHz
- Preis: auf Anfrage

Markt

Neues aus dem Leserservice

Mit dem von Michael Knitter, **DG5MK**, entwickelten und im FA 5 und 6/2025 beschriebenen Antennenanalysator **FA-VA 6** lassen sich Messungen im Frequenzbereich von 10 kHz bis 1 GHz durchführen. Der weitestgehend vorgefertigte Bausatz enthält die SMD-bestückte und getestete Platine einschließlich des Grafikdisplays und der 4x4-Silikontastatur sowie ein bearbeitetes und bedrucktes Gehäuse aus eloxiertem Aluminium. Vorbestellungen zum Einführungspreis sind bis zum 30.6.2025 beim **FA-Leserservice** möglich. Die Lieferung erfolgt etwa ab Mitte Juli.

Der FA-VA 6 kommt in einem stabilen Kunststoffkoffer mit entsprechendem Schaumstoffausschnitt. Zum Lieferumfang gehören eine ausführliche Bauanleitung, ein USB-Kabel (Laden, Fernsteuerung), der Akkumulator und ein einfaches SOL-Kit zum Selbstbau. Der Zusammenbau erfordert lediglich das Einlöten der Akkumulatorhalterung.

Aufgrund von Transportbeschränkungen betreffend Gefahrgüter ist eine Lieferung mit Akkumulator nur innerhalb Deutschlands möglich. Kunden aus dem Ausland bestellen bitte den **FA-VA 6-A** für 285 €.

Mit dem **HFM-LNA-4G** und **HFM-LNA-6G** sind zwei rauscharme Vorverstärker erhältlich, die die Frequenzbereiche von 100 kHz bis 4 GHz bzw. 10 MHz bis 6 GHz abdecken und nominell 20 dB Verstärkung aufweisen. Die Module enthalten jeweils einen via USB-C ladbaren 300-mAh-Akkumulator, sodass sie sich z.B. direkt an einen Messeingang oder an die Antennenbuchse eines Empfängers anschließen und bei Bedarf über einen Schiebeschalter aktivieren lassen.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateure.de, shop@funkamateure.de



Ten-Tec Model 594 Phoenix

Ten-Tec hat bisher nur wenige Informationen zum **Model 594 Phoenix** veröffentlicht. Doch Besucher der Hamvention konnten Näheres am Messestand erfahren.

In dem mit einem großen Farbdisplay ausgestatteten Gehäuse verbirgt sich ein für SSB, CW, AM, FM, PSK und Digimodes nutzbarer SDR-Transceiver, wahrscheinlich für alle Amateurfunkbänder von 160 m bis 6 m. Die Sendeleistung ist mit maximal 100 W angegeben. Mit dem standardmäßig enthaltenen A/D-Umsetzer stehen zwei voneinander unabhängige Empfangskanäle innerhalb desselben Bandes zur Verfügung. Ein optional nachrüstbarer, zweiter ADU bietet die Erweiterung auf zwei Empfänger für unterschiedliche Bänder. Die Empfindlichkeit ist mit -134 dBm MDS angegeben. Die Bandbreite soll von 300 Hz bis 6 kHz einstellbar sein.

Auf der Frontseite befinden sich Buchsen für Kopfhörer, Mikrofon und USB 2.0, auf der Rückseite zwei SO239-Buchsen, Buchsen für Zubehör, Banddaten, 13,8 V, HDMI und USB 3.0 sowie ein Predistortion-Eingang. Der integrierte automatische Antennentuner soll Fehlanpassungen bis maximal $s = 10$ auf 160 m bis 10 m (ohne 6 m) verarbeiten. Der Remote-Betrieb über einen integrierten Web-Server ist vorgesehen.

Dishtonix Inc./Ten-Tec Company, PO Box 24222, Huber Heights, OH 45424, USA, www.tentec.com

Zwar waren bei dem auf der Hamvention vorgestellten Muster des **Ten-Tec Model 594 Phoenix** zwei Knöpfe noch nicht aufgesteckt, ...



... doch das Farbdisplay und die Anschlussmöglichkeiten lassen auf einen großen Funktionsumfang schließen.

Fotos: OK1RP, <https://ok1rp.blogspot.com/2025/06/ten-tec-is-back-model-594-phoenix.html>

Model 594 Phoenix

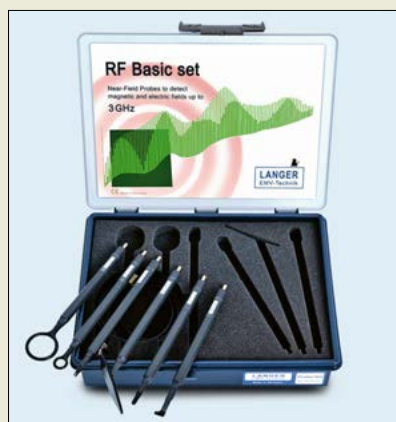
SDR-Transceiver

- Amateurfunkbänder: 160 ... 6 m
- Empfänger: 300 kHz ... 55 MHz, durchgehend
- Sendarten: SSB, CW, AM, FM, PSK, Digimodes
- Sendeleistung: 5 ... 100 W, einstellbar
- Empfindlichkeit: -134 dBm MDS
- Frequenzgenauigkeit: 5 Hz
- Frequenzstabilität: 0,5 ppm
- Versorgungsspannung: 13,8 V
- Stromaufnahme: RX < 2 A, TX 20 A
- Abmessungen (B x H): Frontseite 230 mm x 105 mm
- Einführungspreis: 3750 US-\$

Nahfeldsonden für den Bereich von 30 MHz bis 3 GHz

Mit dem **RF Basic set** bietet die **Langer EMV-Technik** ein Werkzeug für die entwicklungsbegleitende Diagnose der elektromagnetischen Störaussendungen von Elektronikbaugruppen an. Das Set richtet sich insbesondere an Entwickler und Prüftechniker, die einen fundierten Einstieg in die EMV-Messtechnik suchen. Es umfasst sechs passive Nahfeldsonden zur Messung elektrischer und magnetischer Felder im Frequenzbereich von 30 MHz bis 3 GHz. Mithilfe der unterschiedlichen Sondenköpfe können HF-Störquellen schrittweise lokalisiert und deren Koppelmechanismen analysiert werden. Für allgemeine Analysen dienen die Sonden **RF-R 400-1** und **RF-E 02**, die relevante Störgrößen für leitungsgebundene und gestrahlte EMV-Tests (Antennenmessung) detektieren. Die höher auflösenden **RF-R 3-2**, **RF-B 3-2**, **RF-U 2.5-2** und **RF-E 05** ermöglichen eine

präzise Untersuchung der Feldverteilung und Feldorientierung direkt auf der Baugruppe. **Langer EMV-Technik GmbH, Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannewitz, Tel. (0351) 43 00 93 29; www.langer-emv.de, sales@langer-emv.de**



Die Nahfeldsonden des **RF Basic set** werden in einem stabilen Transportkoffer geliefert. Ein 1 m langes Messkabel SMB-BNC gehört dazu.

Augen auf beim Datenträgerkauf!

JENS MERTING – DM9JM

Transportable Solid-State-Laufwerke erfreuen sich großer Beliebtheit, denn sie weisen eine hohe Performance auf, sind weitgehend unempfindlich gegen mechanische Einflüsse und der Preis pro Gigabyte Speicherkapazität fällt stetig. Doch nicht jedes vermeintliche Schnäppchen hält, was der Verkäufer verspricht.

Vor einiger Zeit fiel mir beim Stöbern in den Angeboten einer chinesischen Online-Handelsplattform ein USB-SSD (Solid State Drive) mit einer Speicherkapazität von 1 TB zu einem Preis von 20 € auf. Nach dem Lesen der Kommentare erwarb ich ein solches Exemplar.

Auch die kostenlose Variante des Datenrettungs-Tools *Recuva* [1] konnte nur wenige Dateien erkennen und erfolgreich kopieren. Nach einem Blick in die Datenträgerverwaltung von Windows stellte ich fest, dass von den 931 GB freiem Speicherplatz noch etwa 880 GB unbe-



Bild 1:
Vermeintliches
Schnäppchen
im ansprechenden
Aluminiumgehäuse

Fotos: DM9JM

Einige Wochen später hielt ich meine Bestellung in Händen. Das rot eloxierte Aluminiumgehäuse machte einen guten Eindruck, Bild 1. Nachdem ich das Gerät mit dem PC verbunden hatte, bescheinigte mir Windows einen Datenträger mit 931 GB freiem Speicherplatz.

■ Fehlerbild

Das neue Laufwerk sollte künftig als Backup-Speicher für bereits bestehende Datensicherungen sowie für sonstige Dokumente, Fotos und Videos seinen Dienst verrichten. So kopierte ich u.a. eine 100 GB große Datensicherungsdatei meines Notebooks auf dieses Laufwerk. Der Datendurchsatz war nicht der beste, aber eine hohe Performance hatte ich in dieser Preisklasse ohnehin nicht erwartet. Einige Zeit später wollte ich von diesem Datenträger zwei Videodateien auf den PC übertragen, was jedoch nicht gelang. Beide Dateien wurden zwar im Verzeichnis des SSD mit ihrer jeweiligen Dateigröße angezeigt, dennoch schlugen auch weitere Kopieraufträge fehl. So versuchte ich mein Glück mit anderen Dateien, was jedoch nur bei einigen wenigen Erfolg hatte.

nutzt sein sollten. Und das, obwohl ich doch mittlerweile mehr als 250 GB Daten dort gespeichert hatte?

■ Analysetools

Nun wurde ich stutzig und recherchierte im Internet nach einer Diagnosesoftware für externe Datenträger. Dabei stieß ich auf das kostenlose Programm *H2testw* [2]. Hierbei handelt es sich um ein unter Windows lauffähiges Programm zur Überprüfung der Speicherkapazität und Datenintegrität von USB-Sticks, Speicherkarten und Festplatten. *H2testw* schreibt hierzu Testdaten auf das gesamte Speichermedium und liest diese anschließend

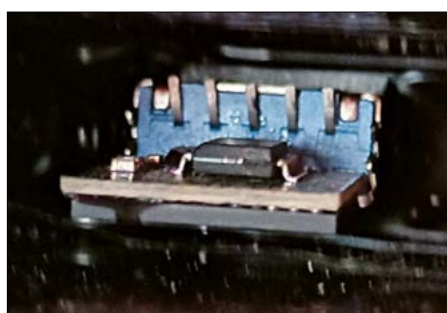


Bild 2: Im Gehäuse eingeklebt Innenleben eines USB-Sticks

wieder aus. Dieser Vorgang kann bei einem großen Speichervolumen relativ lange dauern, da das gesamte Medium beschrieben und gelesen wird. Mit diesem Tool analysierte ich nun die Festplatte und erhielt ein ernüchterndes Ergebnis: Statt der vermeintlichen 880 GB waren nur noch etwa 63 GB verfügbar!

Da ich nun in diesen Datenträger kein Vertrauen mehr hatte, er ohnehin nicht brauchbar war und mir der Aufwand für eine Reklamation bei dem Preis nicht verhältnismäßig erschien, beschloss ich, mir das Innenleben des Gehäuses anzusehen. Dieses war aus einem Profilstück gefertigt und an den Enden mit eingeklebten Kunststoffdeckeln verschlossen. Im Inneren stieß ich auf eine große Menge einer zähen, gummiartigen Klebstoffmasse, die den Blick auf die verbauten Komponenten verwehrt. Also öffnete ich das Gehäuse mit einer Blechschere.

Was ich hier sah, war sowohl verblüffend als auch erschreckend: Bei dem vermeintlichen SSD handelte es sich nämlich um das Innenleben eines USB-Sticks, Bild 2. Und um das Gewicht eines realen SSD vorzutäuschen, war einfach nur ein größeres Bruchstück einer Keramik-Bodenfliese im Gehäuse eingeklebt.

Das war eine absolute Mogelpackung! Von außen toll anzusehen, aber das Innenleben mit Vollverklebung vor neugierigen Blicken gut gesichert, um eventuellen Rückgaben oder Reklamationen erst einmal aus dem Weg zu gehen. So war mit Sicherheit bei jedem verkauften Exemplar ein ordentlicher Gewinn erzielt worden.

■ Erkenntnisse

Meine darauffolgenden Recherchen ergaben, dass schon seit Jahren zahlreiche Fälle mit gefälschten Datenträgern auftraten. Deren Mikrocontroller wurden manipuliert, um dem Betriebssystem eine entsprechend größere Speicherkapazität vorzugaukeln.

Da ich hierbei auch lernte, dass die durchweg positiven Kommentare bei gewissen Anbietern ganz offensichtlich nicht immer die Wahrheit widerspiegeln, beziehe ich meine Datenträger jetzt nur noch bei bekannten deutschen Händlern und habe damit auch eine sichere Rückgabemöglichkeit bei fehlerhaften Produkten.

jens.merting@t-online.de

Bezugsquellen

[1] CCleaner: Datenrettungs-Tool Recuva.
www.ccleaner.com/de-de/recuva

[2] Heise Medien GmbH & Co. KG: H2Testw – kostenloses Analyse-Tool für Datenträger. www.heise.de/download/product/h2testw-50539

48. Ham Radio 2025 und 74. Bodenseetreffen

REDAKTION FUNKAMATEUR

Vom 27. bis 29. 6. reisen Funkamateure und Technikinteressierte aus allen Teilen Europas und von anderen Kontinenten nach Friedrichshafen am Bodensee. Dort bieten die Amateurfunkmesse Ham Radio und das Bodenseetreffen wieder Gelegenheiten, neue Amateurfunktechnik zu erleben, auf dem Flohmarkt Bauteile für Bauprojekte zu finden oder bei Fachvorträgen Anregungen fürs Hobby zu gewinnen. Nicht zuletzt steht an den drei Messtagen der persönliche Erfahrungsaustausch mit lange bekannten und neuen Funkfreunden im Fokus.

Mit *Remote Radio – Connecting the World* widmet sich das Motto der diesjährigen Ham Radio einem Thema, für das sich immer mehr Funkamateure interessieren: dem Send- und Empfangsbetrieb über eine per Internet ferngesteuerte Amateurfunkstation. Unser Amateurfunkgesetz lässt hierzulande einen solchen „unbesetzten, fernbedienten Betrieb einer ortsfesten

diesem Anlass zur Ham Radio ein neues offenes Standkonzept angekündigt hat, sind zahlreiche weitere Amateurfunkverbände und Aktivitätsgruppen aus dem In- und Ausland in Friedrichshafen vertreten. Dazu gehört die *International Amateur Radio Union (IARU)*, die sich seit 100 Jahren auf Funkkonferenzen erfolgreich für die Interessen des Amateurfunks einsetzt.



Hersteller von Amateurfunktechnik erwarten Besucherinnen und Besucher in der großen Messehalle A1, um Produkte vorzustellen und über künftige Projekte zu informieren.

Amateurfunkstelle“ mittlerweile zu. Dies eröffnet Funkamateuren, die am eigenen Standort keine effiziente Antenne aufbauen können oder von einem hohen Störpegel beim Empfang geplagt werden, neue Perspektiven für ihr Hobby. Wie sich dies technisch realisieren lässt, zeigt ein Projekt des DARC e.V., das seit April bundesweit im Testbetrieb läuft und während der Ham Radio offiziell gestartet wird. Neben dem DARC e.V., der in diesem Jahr sein 75. Gründungsjubiläum feiert und zu

Gebrauchte Funktechnik und Bauteile sowie Stücke für die private Gerätesammlung finden Interessierte an den Ständen des Technikflohmarktes in den Hallen A3 und A4.



Besser als jede Online-Präsentation: An den Ständen bekannter Hersteller lassen sich aktuelle Amateurfunkgeräte aus der Nähe erleben. Fotos: Messe Friedrichshafen

Am Stand der IARU in Messehalle A1 können sich Interessierte über die Arbeit des Weltverbands informieren und überdies unter anderem am Messesamstag um 13 Uhr Betreiber von Youtube-Kanälen treffen, die regelmäßig Amateurfunkthemen behandeln.

Das geplante Vortragsprogramm, das auszugswise auf der folgenden Seite abgedruckt ist, befasst sich wieder mit zahlreichen Facetten des Amateurfunks und bestätigt dessen große thematische Vielfalt. Funksportlich interessierte Funkamateure treffen sich am Messesamstag zu den Vorträgen der *BCC Contest University*,

während am Samstag die *Software Defined Radio Academy* aktuelle Erkenntnisse aus dem SDR-Bereich vermittelt. Freunde des Portabelfunks tauschen sich unter anderem beim *Outdoor Amateur Radio Forum* oder beim IOTA-Forum aus. Einsteiger erhalten beim Vortrag „CW-Ausbildung online“ Anregungen, während Fortgeschrittene den Rekordversuch in Hochgeschwindigkeits-Telegrafie am Samstag um 10.30 Uhr auf der Bühne im Foyer West verfolgen werden.



An jugendliche Technikinteressierte richten sich Selbstbauaktionen am Stand von AATiS und die Ham Rally mit Preisverlosung.

Zum Messeprogramm gehören ferner Aktionen, die sich insbesondere an jugendliche Interessierte wenden. Darunter das internationale Jugendtreffen am Samstagvormittag und die Preisverleihung für den YOTA-Contest. Hinzu kommen Selbstbauprojekte am Stand von AATiS oder die beliebte *Ham Rally*, bei der Technik spielerisch vermittelt wird. Zu den Höhepunkten im Nachwuchsbereich zählen die Präsentationen von Jugendforscht-Preisrä-



gern. Wie sich Jugendliche für solche anspruchsvollen Projekte motivieren lassen, ist eines der Themen der AATiS-Lehrerfortbildung am Messesamstag. In diesem Jahr widmen sich die Referentinnen und Referenten dem Schwerpunkt „Facetten der Kommunikation“; sie berichten unter anderem über Amateurfunk als Begabtenförderung und ein Kryptografie-Projekt. Die Ham Radio 2025 öffnet am Freitag und Samstag von 9 bis 18 Uhr, am Sonntag von 9 bis 15 Uhr. Eintrittskarten sind vorab deutlich vergünstigt online unter www.hamradio-friedrichshafen.de/besuchen/oeffnungszeiten-tickets erhältlich.

Auszug aus dem Programm der Ham Radio 2025 (Stand: 6.6.); die vollständige Veranstaltungsübersicht steht unter <https://talks.darc.de/hamradio-2025/schedule> zur Verfügung.

Freitag, 27. Juni 2025

10.00 – 11.30 Uhr
Eröffnungsveranstaltung mit Pressekonferenz
Stephanie C. Heine, DO7PR; Raum Österreich

10.30 – 16.15 Uhr
Lehrerfortbildung
Dr. Roman Dengler, DK6CN,
Dr. Karsten Hansky, DL3HRT;
Halle A2, Raum 2

10.45 – 11.15 Uhr
„Jugend forscht“ – Das kann ich auch!
Lehrerfortbildung, Dominique Haas
Halle A2, Raum 2

11.00 – 11.30 Uhr
Ich beobachte lästige Störungen, was sollte ich tun?
Klaus Eichel, DL6SES, Andreas Lock, DG8AL
Treff.DARC

11.00 – 11.45 Uhr
Wieviele dB hat der Hermannskogel?
Roland Schwarz, OE1RSA; Raum Schwarzwald

11.00 – 12.00 Uhr
DX FT8 – Portable GUI Tablet

11.15 – 12.00 Uhr
FT8 Transceiver
Barbaros Aşuroğlu, WB2CBA,
Charles Hill, W5BAA; Raum Liechtenstein

11.15 – 12.00 Uhr
Amateurfunk als Begabtenförderung
Lehrerfortbildung, Dr. Harald Gerlach, DL2SAX
Halle A2, Raum 2

12.00 – 12.30 Uhr
Funkwetter: Radio-Blackouts, Bandrauschen, Aurora – was steckt dahinter?
Tom Kamp, DF5JL; Treff.DARC

12.00 – 12.45 Uhr
Aktuelle Infos aus dem DARC-Referat

12.00 – 13.00 Uhr
Conteste
Paul Schimanski, DF4ZL; Raum Liechtenstein

12.00 – 13.10 Uhr
Das CrypTool-Projekt
Lehrerfortbildung, Dr. Doris Behrendt
Halle A2, Raum 2

12.00 – 13.10 Uhr
The Propagation of Decametric Waves
Christian Fürst, F5UII; Raum Schwarzwald

12.00 – 15.30 Uhr
DATV-Forum
Dr. Uwe Kraus, DJ8DW; Raum Schweiz

12.00 – 17.00 Uhr
BCC Contest University
Dr. Michael Höding, DL6MHW
Halle A2 Raum 1

12.30 – 13.45 Uhr
In Folge nun zum Strahlungsverhalten unterschiedlicher Antennen(formen)
Ralf Rudersdorfer, OE3RAA
Raum Österreich

13.00 – 13.45 Uhr
ENAMS – bisherige Ergebnisse und zukünftige Entwicklung
Andreas Lock, DG8AL; Raum Liechtenstein

13.00 – 14.30 Uhr
Outdoor Amateur Radio Forum
Dzianis Lukashevich, DD1LD
Dr. Martin Rothe, DF3MC; Raum Berlin

14.00 – 15.30 Uhr
100 Jahre Rundfunk in Deutschland – die ersten 50 Jahre
Martin Steyer, DK7ZB; Raum Österreich

14.00 – 15.30 Uhr
Debugging QRP-Labs QMX and QMX+
Dr. Ludwig Niebel, DH8WN
Raum Liechtenstein

14.15 – 15.15 Uhr
Faszination Weltall – Der Funkkontakt des Gymnasiums der Stadt Meschede zur ISS
Lehrerfortbildung, Josef Sommer, DL8DBN
Halle A2, Raum 2

15.15 – 16.15 Uhr
Organisation ist wichtig! Damit (m)ein Workshop nicht zum Desaster wird
Lehrerfortbildung, Bernd Kalch, DB1BKA
Halle A2, Raum 2

16.00 – 17.30 Uhr
Einführung Transistorschaltungen
Andreas Krüger, DJ3EI; Raum Österreich

16.00 – 18.00 Uhr
The Enigma and other Historic Cipher Machines XI
Tom Perera, W1TP, Paul Reuvers, PE1BXL,
Marcus Simons, PE1RRT; Raum Schweiz

Samstag 28. Juni 2025

10.00 – 10.30 Uhr
Wasser- und Siedekühlung in Endstufen für den Amateurbereich
Dr. Günther Knebel, DK6ET; Raum Schweiz

10.00 – 11.00 Uhr
VarAC – HF Chat Reinvented – for Fun and for EmComm
Irad Deutsch, 4Z1AC; Halle A2, Raum 2

10.00 – 11.00 Uhr
HF-Messtechnik: Klein gegen groß – nanoVNA & Co. messen und kalibrieren
Björn Bieske, DL5ANT
Raum Schwarzwald

10.00 – 11.30 Uhr
IOTA-Forum
Andreas Salder, DK5ON
Jan-Henrik Schulz, DG8HJ; Halle A2, Raum 1

10.00 – 11.30 Uhr
Ausbildung 2.0 mit 50ohm.de
Dr. Matthias Jung, DL9MJ
Lars Weiler, DC4LW; Raum Österreich

10.00 – 18.00 Uhr
SDR-Akademie
Markus Heller, DL8RDS
<https://2025.sdrc.io>
Raum Berlin

10.30 – 12.00 Uhr
Wavelog – Logbuchsoftware im Web
Wavelog-Team; Raum Schweiz

10.55 – 11.25 Uhr
Ich beobachte lästige Störungen, was sollte ich tun?
Klaus Eichel, DL6SES
Andreas Lock, DG8AL
Treff.DARC

11.00 – 10.00 Uhr
ARISS-Funkkontakte mit der ISS
Oliver Amend, DG6BCE
Raum Schwarzwald

11.00 – 11.45 Uhr
EFHW-Portabelantenne aus der Bastelkiste
Dr. Ludwig Niebel, DH8WN
Halle A2, Raum 2

11.00 – 12.30 Uhr
Funken im Ausland – CEPT-Regelungen und Gastlizenzen
Dr. Hans Schwarz, DK5JI; Raum Allgäu

11.45 – 12.30 Uhr
N3B V/U/SHF SDR IF Transceiver V2 Design
Baris Dinc, OH2UDS, TA7W
Raum Österreich

12.00 – 12.30 Uhr
DIY: Funkwettervorhersage selbstgemacht
Tom Kamp, DF5JL; Treff.DARC

12.00 – 13.30 Uhr
Brandmeister und TetraPack News
Artem Prilutskii, DL5ABM
Halle A2, Raum 2

12.00 – 13.30 Uhr
Fernsteuerung der Funkstation mit Web-Links
Walter Schmutz, HB9AGA
Raum Liechtenstein

12.30 – 13.00 Uhr
Rückblick auf 5 Jahre Schulkontakte mit der Antarktis
Dr. Karl-August Eichhorn, DK3ZL;
Treff.DARC

12.30 – 14.00 Uhr
Schleifenantennen für die Kurzwellen in Theorie und Praxis
Martin Steyer, DK7ZB; Raum Österreich

13.00 – 15.00 Uhr
Contest Forum
Helmut Heinz, DK6WL; Halle A2, Raum 1

13.30 – 15.00 Uhr
DL8JDX – (K)eine DXpedition im Pazifik
Dr. Volker Strecke, DL8JDX; Halle A2, Raum 2

13.30 – 15.00 Uhr
DARC-Remoteprojekt
Roland Wolf, DL1EHP; Raum Schweiz

14.00 – 14.30 Uhr
Propagation Monitoring 2-m-Band mit AIS
Jörg Drechsel, DM4DL; Treff.DARC

14.00 – 15.00 Uhr
Contest über 100 THz
Dr. Harald Gerlach, DL2SAX,
Luis Santiago, HB9HJU; Raum Liechtenstein

14.00 – 15.30 Uhr
SOTA Conference
Dr. Jürg Regli, HB9BIN
Luis Santiago, HB9HJU; Raum Österreich

14.30 – 15.00 Uhr
PARUS Series: Taiwan's Amateur Radio CubeSat Program – Expanding Opportunities for Global Ham Collaboration
Randson Huang, BV2DQ, WJ2I; Treff.DARC

15.00 – 16.00 Uhr
SSB-Sender – Aufbau und korrekter Betrieb
Andreas Auerswald, DL5CN
Halle A2, Raum 2

15.00 – 16.30 Uhr
Das Smith-Diagramm richtig lesen
Wolfgang Beer, DK2FQ; Raum Schweiz

15.00 – 16.30 Uhr
Wavelog – Online Logging Software
Wavelog-Team; Raum Liechtenstein

15.00 – 18.00 Uhr
DX-Forum Organized by DARC Chapter DX of DARC and the GDXF
Andreas Salder, DK5ON
Jan-Henrik Schulz, DG8HJ
Halle A2, Raum 1

15.30 – 16.15 Uhr
Aktuelles aus dem Frequenzmanagement
Bernd Mischlewski, DF2ZC
Martin Weber, DL5DS; Treff.DARC

16.00 – 17.30 Uhr
XT2MD – DXpedition nach Burkina Faso, eine Up-and-Down-DXpedition
Emil Bergmann, DL8JJ; Halle A2, Raum 2

16.00 – 17.30 Uhr
Elektrotechnik, Pinguine, Amateurfunk – Fünf Wochen an der Station Neumayer III in der Antarktis
Dr. Michael Hartje, DK5HH; Raum Österreich

16.30 – 17.30 Uhr
KI-Entwicklungen und Reasoning-Modelle
Jochen Berns, DL1YBL; Raum Liechtenstein

16.30 – 18.00 Uhr
QO-100 portabel in LU aus GG23
Conrad Holle, DL7UE; Raum Schweiz

16.50 – 18.20 Uhr
Rockall – offizieller Film

16.50 – 18.20 Uhr
Premiere in Deutschland
Emil Bergmann, DL8JJ; Halle A2, Raum 2

São Tomé und Príncipe, S9Z: Meine erste DXpedition

ANGUS ALEXANDER – KJ7KOJ

Mehrere Initiativen bemühen sich darum, junge Funkamateure für die Teilnahme an internationalen DXpeditionen zu begeistern und so an diesen sehr anspruchsvollen Bereich des Amateurfunks heranzuführen. Dank Sponsorenprogrammen unter anderem der North California DX Foundation erhielt der 17-jährige Angus Alexander, KJ7KOJ, im vergangenen November für zehn Tage die Gelegenheit, sämtliche Aspekte einer solchen Funkaktivität vor Ort zu erleben.

Meine Begeisterung für DX erwachte während der Corona-Pandemie, als man nicht viel unternehmen konnte. In dieser Zeit entwickelte sich auch Interesse an der Geografie und den Ländern der Welt. Seitdem habe ich die meisten der größeren DXpeditionen in mein Log bekommen und es macht mir großen Spaß, Neues über die aktivierten Länder und die Hintergründe der Funkaktivitäten zu erfahren.



Schließlich wurde ich neugierig, wie ich selbst an einer DXpedition teilnehmen könnte. Nachdem ich mit meinem Vater gesprochen hatte, kontaktierten wir Mitglieder unseres örtlichen DX-Klubs, dem *Western Washington DX Club*, da dieser mehrere erfahrene DXpeditionäre zu seinen Mitgliedern zählt. Durch einen dieser Kontakte bekam ich die Gelegenheit, als *Remote-Operator* an der N5J-Funkaktivität von der Insel Jarvis teilzunehmen. Doch das war nur der Anfang: Durch den Kontakt zu einem anderen Amateurfunkklub ergab sich die Möglichkeit, an einer Funkaktivität aus dem westafrikanischen Inselstaat São Tomé & Príncipe, Präfix S9, teilzunehmen. Aufgrund meiner erfolgreichen Beteiligung an N5J bot mir die *Northern California DX Foundation* (NCDXF) an, mich im Falle einer Teilnahme innerhalb des neuen Jugendprogramms zu unterstützen. Das war eine Gelegenheit, die ich nicht verpassen wollte!

■ Schule und Hobby

Die S9Z-DXpedition war für November 2024 geplant. Eine Herausforderung für alle Funkamateure meines Alters ist die Balance zwischen der Arbeit für die Schule und außerschulischen Aktivitäten, wie dem Amateurfunk. Nach längeren Diskussionen mit meinen Eltern und Verantwortlichen meiner Schule entschied man, dass eine Teilnahme an dieser Reise nach Afrika mir Erfahrungen ermöglichen wür-

de, die ich nicht versäumen sollte. Gemeinsam mit meinen Lehrern entwickelte ich einen Plan, wie ich den Unterrichtsstoff nachholen könnte, den ich während meiner etwa dreiwöchigen Abwesenheit versäumen würde. Zum Glück wurde dies dadurch etwas vereinfacht, dass die Reise kurz vor dem Feiertag für *Thanksgiving* beginnen würde.

Das S9Z-Team bestand aus 15 Funkamateuren aus der ganzen Welt. Zwei davon kannte ich bereits, nämlich meinen Vater Robin, W7YED, und Mike, N6MZ. Nach-



V.l.n.r.: Angus, KJ7KOJ, Mike, N6MZ und Robin, W7YED



dem ich die beeindruckenden Biografien der übrigen Teilnehmer gelesen hatte, war ich etwas eingeschüchtert, da einige der erfahrensten DXpeditionäre zum Team gehörten.

Anfang November 2024 flogen wir von Seattle über London nach Lissabon, wo wir uns am Freitag, dem 8. 11., zu einem gemeinsamen Abendessen trafen. Dort begegnete ich zum ersten Mal allen Mitgliedern des Teams und nutzte die Gelegenheit, sie persönlich kennenzulernen. Anschließend hielten wir im Hotel ein Teamtreffen ab, um die nächsten Tage zu planen. Wir gingen früh zu Bett, um am folgenden Morgen um 9 Uhr den Flug nach São Tomé anzutreten.

Da es nicht möglich war, die Ausrüstung schon vor Beginn der Aktivität zum Ziel unserer DXpedition zu schicken, war bereits das Einchecken aller Teilnehmer mit 39 Gepäckstücken, davon viele mit Übergewicht und Übergröße, eine Herausforderung. Zum Glück hatten wir uns bereits 3 h vor dem Abflug am Flughafen eingefunden. Allerdings benötigten wir diese Zeit auch, um unseren Flug rechtzeitig zu erreichen.

■ São Tomé und Príncipe

São Tomé und Príncipe ist eine kleine Inselnation vor der Küste Westafrikas im Golf von Guinea. Bis zur Ankunft portugiesischer Seefahrer um das Jahr 1470 waren die Inseln unbewohnt. Während die dortige Wirtschaft im 16. Jahrhundert hauptsächlich Zucker exportierte, verlagerte man sich später auf die Produktion von Kaffee und Kakao.

Im Jahr 1975 erlangte São Tomé und Príncipe die Unabhängigkeit von Portugal und hat heute eine stabile demokratische Regierung. Auf den beiden Hauptinseln mit einer Gesamtfläche von 1000 km² leben etwa 240 000 Menschen. Der Inselstaat liegt fast exakt auf dem Äquator, was den Funkausbreitungsbedingungen in alle Teile der Welt zugute kommt.

Unser Flug von Lissabon war lang, verlief ohne besondere Vorkommnisse und bot wunderschöne Blicke auf die enorm große Sahara. Um 17 Uhr Ortszeit landeten wir. Da São Tomé wie erwähnt fast auf dem Äquator liegt, geht die Sonne dort um 5 Uhr morgens auf und um 17 Uhr frühabends unter. Der Wechsel von Tag zu Nacht und umgekehrt verläuft so schnell, dass es, als wir aus dem Flughafen kamen, bereits dunkel war. Nichts hätte uns auf die uns erwartende Hitze und Luftfeuchtigkeit vorbereiten können. Ich habe während Ausflügen mit meiner Familie in den USA bereits extreme Hitze erlebt, nicht jedoch in Kombination mit hoher Luftfeuchtigkeit. Dass man rund um die Uhr schwitzt und lediglich Ventilatoren für etwas Linderung sorgen, war etwas, an das ich mich gewöhnen musste.

Die Zoll- und Passkontrollen bei der Einreise verliefen ohne Schwierigkeiten; später erfuhr ich, dass dies bei Reisen nach Afrika nie garantiert ist. Nach dem Verlassen des Flughafens beluden wir drei Kleintransporter und traten die Fahrt zum Hotel an. Selbst in der Dunkelheit konnte ich erkennen, dass ich mich in einer von meiner gewohnten Umgebung vollkommen verschiedenen Welt befand. Die Fahrt dauerte 45 min auf gut instand gehaltenen, aber gewundenen Straßen. Diese waren teilweise in einem besseren Zustand als einige Straßen zu Hause in den USA; wohl eine Hinterlassenschaft der früheren portugiesischen Herrschaft.



Teilansicht der „Reifentreppe“ zu unserer Unterkunft



Die Hütte befand sich auf der Spitze eines etwa 50 m hohen Hügels.



Gemeinsamer Aufbau eines der drei Hex-Beams

Funkstandort und Unterkunft

Das Hauptgebäude unseres Hotels war mit einem großen offenen Raum, daran anschließender Küche und einem weiteren Bereich zum Essen ausgestattet. Den offenen Raum nutzten wir als Shack für unsere Funkstationen. In einem benachbarten Nebengebäude waren die meisten Mitglieder des Teams untergebracht. Außerdem gab es den „Herzinfarkthügel“, wie wir die Erhebung scherzhaft nannten. Diese lag hinter dem Hauptgebäude und erreichte eine Höhe von über 50 m. An ihrer Spitze stand eine neu errichtete Hütte, die mein Vater und ich bewohnen würden. Der Weg zu unserer Unterkunft bestand aus einer „Treppe“ mit 100 Stufen aus mit Beton gefüllten Autoreifen. Diese mussten wir jeweils bewältigen, wenn wir in unser Zimmer wollten. Das war aufgrund der Hitze und der Luftfeuchtigkeit ziemlich anstrengend. Andererseits half es uns, in Form zu bleiben und einige überflüssige Pfunde zu verlieren.

Ursprünglich war geplant, einen unserer Hex-Beams auf dem Hügel zu errichten. Doch nachdem der Rest der Gruppe den Aufstieg einmal selbst erlebt hatte, wurde dieser Plan schnell aufgegeben. Mein Vater und ich sind überzeugt, dass wir trotz der Stufen die beste Unterkunft hatten, da wir von der Veranda aus einen herrlichen Blick auf die Küste und den Atlantik genossen. Am Horizont konnte man viele Fischerboote beobachten. Da wir den Hügel nun nicht mehr für die Hex-Beams benötigten, nutzten wir ihn

wegen der freien Rundumsicht als perfekten Ort zum Aufbau der EME-Station.

Antennen

Der Plan sah vor, nach der Ankunft umgehend einen unserer drei Hex-Beams zu installieren, um möglichst früh den Funkbetrieb unter S9Z zu beginnen. Anschließend sollte das Gelände erkundet werden, um einen geeigneten Ort für die beiden anderen Richtantennen zu finden.



Angus, KJ7KOJ, ist sichtlich stolz auf die Teilnahme an seiner ersten DXpedition.

Wir bildeten vier Gruppen: Eine war für die Hex-Beams, die zweite für den 80-m-/160-m-Vertikalstrahler, die dritte für die Einrichtung der Funkarbeitsplätze und die letzte für den Aufbau der Station für 6-m- und QO-100-Betrieb verantwortlich.

Am Morgen des 10.11. war die Station für QO-100 als erste funkbereit und bald standen die ersten Verbindungen im Log von S9Z. Nach dem Mittagessen loggte ich gegen 13 Uhr Ortszeit den ersten Kurzwellenkontakt in FT8. Von nun an waren für die kommenden neun Tage mindestens zwei Kurzwellenstationen rund um die Uhr unter S9Z in der Luft.

Am Montag stellten wir den zweiten Hex-Beam und die Antennen für 30 m sowie 6 m auf. Tags darauf folgten der dritte Hex-Beam sowie eine *Half-Square* für 40 m, womit der Antennenbau komplett war. Eine Aktivität auf 60 m hatten wir ursprünglich nicht geplant, aber nachdem wir einige Anfragen erhalten hatten, zogen wir einen Dipol hoch und es gelangen etwa 700 Verbindungen auf diesem Band. An manchen Tagen waren nun bis zu sieben Stationen gleichzeitig aktiv: vier auf Kurzwelle, eine auf 6 m, eine für QO-100 und eine für EME/RS-44.



Typischer S9Z-Funkarbeitsplatz

■ Funkbetrieb

Mit Ausnahme der ersten Tage, die größtenteils mit dem Aufbau der Antennen ausgefüllt waren, sah mein Tagesablauf wie folgt aus: Ich stand frühmorgens auf, nahm ein schnelles Frühstück zu mir und unterhielt mich anschließend mit der Nachtschicht, um mich über die Ausbreitungsbedingungen während der Nacht zu informieren. Danach ging ich ins Shack und funkte einige Stunden in FT8 oder SSB. Meistens hatte ich nur wenig Zeit zum Mittagessen. Nachmittags übernahm ich, abhängig von den Ausbreitungsbedingungen und den Schichten der anderen Teilnehmer, eine weitere SSB-Schicht. Anstelle eines festen Schichtplans hatten wir entschieden, die Bänder und Sendarten je nach den gegebenen Ausbreitungsbedingungen zu aktivieren. Sobald die Bedingungen für den Betrieb in CW oder SSB nicht gut genug waren, gaben wir dem Digimode FT8 den Vorzug. Wie erwartet, waren die Ausbreitungsbedingungen auf den unteren Bändern direkt nach dem örtlichen Sonnenuntergang am besten.



Robin, W7YED, beim QO-100-Satellitenbetrieb

Obwohl ich bereits Pile-up-Erfahrungen in großen Contesten gesammelt hatte, hatte mich nichts auf die immense Zahl der Stimmen vorbereitet, die nach meinem ersten CQ-Ruf in SSB auf mich einströmten. Zum Glück konnte ich von einigen der erfahrensten SSB-DXpeditionären

im Team lernen und nach rund einer Betriebsstunde fühlte ich mich schon sicherer. Wirklich stolz war ich, als mich nach Ende der Schicht einer der Kameraden, nachdem er mir beim Abarbeiten eines Europa-Pile-ups zugehört hatte, mit den Worten lobte: „Das war großartig.“ Ich war auch etwas nervös, dass so viele Kameras der anderen Teilnehmer auf mich gerichtet waren. Man könnte fast denken, dass ein so junger DXpeditionär etwas ganz Besonderes wäre ... Erstaunt war ich, dass der Andrang der Anrufer nie nachließ, und zwar selbst dann nicht, wenn das Band abseits unserer Frequenz wie „tot“ erschien. Einige CQ-Rufe reichten aus, um ein weiteres Pile-up zu starten. Ich hatte wirklich jede Menge Spaß!

Als Bewohner des pazifischen Nordwestens der USA und „leidender 7er“ war es für mich ein besonderes Vergnügen, das 6-m-Band in Aktion zu sehen. In unse-

Für die Funkarbeitsplätze stand uns im Hauptgebäude ein großer offener Raum zur Verfügung.

rem Teil der USA, dem „7er-Land“, hat man bereits Glück, wenn es ein- oder zweimal im Jahr eine Bandöffnung auf 6 m in Richtung der anderen US-Staaten gibt; umso seltener sind echte DX-Öffnungen. Während S9Z-Funkkontakte auf 6 m in Richtung USA eine ständige Herausforderung waren, konnten wir über 1400 mit Stationen außerhalb der USA loggen und verfehlten das gesteckte Ziel von 1500 Verbindungen nur knapp. Wir freuen uns, dass wir einer Reihe von



Angus, KJ7KOJ, beim SSB-Betrieb und rechts Max, I8NHJ, im CW-Pile-up

glücklichen DXern auf 6 m ein neues DXCC-Gebiet verschaffen konnten.

■ EME und Satellitenbetrieb

Als ich erfuhr, dass während der S9Z-Aktivität auch EME-Betrieb geplant war, trug dies zu meiner Vorfreude auf das Abenteuer zusätzlich bei. Ich hatte das Amateurfunkhobby mit dem Funkbetrieb über die FM-Satelliten AO-91 und AO-92 begonnen. Was mich noch mehr faszinierte, war die Möglichkeit eines Funkkontaktes mithilfe von Reflexionen von Signalen an der Mondoberfläche. Max, I8NHJ und N5NHJ, war maßgeblich beteiligt am EME-Betrieb während der S9Z-DXpedition. Obwohl unsere 70-cm-Endstufe leider bereits ab der zweiten Nacht defekt war, gelangen immerhin 15 EME-Kontakte.

Nachdem diese Aktivität vorzeitig beendet war, hatten mein Vater und ich die Idee, die EME-Station während einiger



Überflüge des RS-44-Satelliten zu nutzen. Zum Glück hatten wir eine modifizierte Arrow-Antenne mitgenommen. So konnten wir die 70-cm-EME-Ausrüstung für den Downlink und den 3-Element-Arrow-Strahler für den Uplink auf 2 m nutzen. RS 44 war der einzige Amateurfunksatellit, dessen Ausleuchtzone auch Europa erreichte. Obwohl wir nur Zeit für drei Überflüge hatten, konnten wir 18 Verbindungen mit europäischen Stationen loggen. Außerdem gelang ein überraschender Kontakt mit unserem „Nachbarn“ Shinjo, ZD7G, auf der südwestlich von uns gelegenen Insel St. Helena. Er hatte erst eine Woche zuvor den Betriebsablauf über den LEO-Satelliten kennengelernt. Diese Kontakte gehörten für mich zu den Höhepunkten der Aktivität.

■ Inselerkundungen

Obwohl der Funkbetrieb selbstverständlich Vorrang hatte, gab es Gelegenheit zum Entspannen. Meinem Vater und mir hatte man eine Fahrt zur „blauen Lagune“ angeboten. Die Straßen zu diesem

Naturpark waren mehr ländlich und recht holprig, sodass wir für die rund 8 km Strecke über 30 min mit dem Auto benötigten. Die Haupttransportmittel auf den Inseln sind gelbe Kleintransporter und Motorrad-Taxis. Letztere sind eher unsicher und der hinter dem Fahrer sitzende Passagier muss die Sachen festhalten, die gerade zu transportieren sind. Die Motorrad-Taxis mit ihrer Ladung sorgten jedenfalls für sehr „interessante“ Anblicke auf den Straßen.

Die „blaue Lagune“, eine flache Bucht, ist Teil des Naturparks *Obô de São Tomé*. Die Lagune machte ihrem Namen alle Ehre und wir bestaunten dort das „blaueste“ Wasser, das wir je gesehen haben. Der Parkplatz war ein kleiner schlammiger Bereich, umgeben von Baobab-Bäumen. Mit ihren umfangreichen Stämmen und kleinen Kronen unterschieden sich diese von allen Bäumen, die ich bis dahin gesehen hatte. Entlang des Strands boten Händler den Touristen, die den malerischen Ort besuchen, Schnitzereien und andere Souvenirs an.

Einen zweiten Ausflug per Bus hatten unsere portugiesischen Freunde organisiert. Während eine S9Z-Funkstation weiterhin bemannt war, besuchte der Rest des Teams eine ehemalige Kaffeeplantage, das heutige Nationalmuseum und die größte ehemalige Kakaopflanzung der Inseln. Die Tour endete mit einem Besuch des botanischen Gartens, wo ich aus der Rinde eines Baums ein Stück Zimt gewinnen konnte.

■ Abreise

Viel zu schnell war es an der Zeit, das Ende der DXpedition vorzubereiten. Das Team versammelte sich, um den Abbau der Antennen und Stationen zu besprechen. Dabei erstellten wir einen Plan, um die verbleibende Betriebszeit in SSB und CW zu maximieren und dennoch genügend Zeit zum Abbau und Verpacken der Ausrüstung zu haben. Wir wussten, dass es endgültig Zeit war, die Aktivität zu beenden, als in der Nacht vor dem Abbau



Für QO100-Betrieb verwendeten wir diese Antenne.

des letzten Hex-Beams die Hotelmanagerin mit ihrem Auto ein Abspannseil der Antenne abriss. Dies führte dazu, dass die Antenne krachend zu Boden stürzte. Zum Glück wurde niemand verletzt und der Vorfall erleichterte den Abbau um einiges. Unser Abflug von der Insel verlief unspektakulär, mit Ausnahme eines aufziehenden Gewitters, das unser *Boarding* um 30 min verzögerte.

■ Ergebnisse

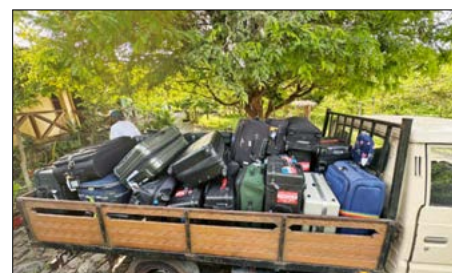
Insgesamt loggten wir 52 242 Kontakte mit 15 150 Individualrufzeichen. Hiervon entfielen gerundet 30 000 Verbindungen auf FT8, 10 000 auf SSB und fast 12 000 auf CW. Obwohl wir im letzten Teil der Aktivität versuchten, die Zahl der Kontakte in CW und SSB zu maximieren, blieb die Nachfrage nach FT8 hoch. 60 % der Kontakte entfielen auf Europa, wobei die europäischen Anrufer immer laut waren. Die Bandöffnungen in Richtung Japan und Nordamerika waren recht kurz. 14,7 % der Verbindungen führten zu einem ATNO, einem *all-time new one*, und 4 300 Stationen loggten S9 auf einem neuen Band.

■ Fazit und Dank

Für mich war die Teilnahme an dieser DXpedition eine sehr coole Erfahrung, an die ich mich noch viele Jahre erinnern werde. Ich erfuhr eine Menge über den Aufbau von Antennen und Funkstationen. Ich lernte, wie man neue Freunde

gewinnt und wie man mit Menschen unterschiedlicher Kultur und Nationalität in einer fremden Umgebung mehrere Wochen lang auskommt. Nur wenige Funkamateure sind darauf vorbereitet, derart intensive Pile-ups zu bewältigen und für mich war es der sprichwörtliche Sprung ins kalte Wasser. Ich bin der Meinung, dass sich meine betrieblichen Fähigkeiten aufgrund der Teilnahme an dieser Funkaktivität erheblich verbessert haben, und ich kann es kaum erwarten, wieder auf eine DXpedition zu gehen.

Als Schüler wäre es für mich unmöglich gewesen, an diesem Funkabenteuer teilzunehmen, wenn mir dabei nicht so viele Menschen geholfen hätten. An erster Stelle bedanke ich mich bei der NCDXF für die großzügige Unterstützung im Rahmen



Unser Gepäck passte kaum auf die Ladefläche des Transporters.

des Jugendprogramms. Außerdem bei der *North Fulton Amateur Radio League* sowie einigen Sponsoren aus der Region Seattle. Selbstverständlich bedanke ich mich ebenso bei meinen S9Z-Funkkameraden und deren Partnerinnen, die mich, ohne mich näher zu kennen, mit offenen Armen aufgenommen haben: Tom, N4XP, Roman, 5B4AQN, Rigo, HI8R, Max, N5NHJ und I8NHJ, Kimo, KH7U, Ralph, K0IR, Al, K3VN, Mike, N6MZ, Dave, WB4JTT, Bill, N2WB, José, CT1DSV, Carlos, CT1END, José, CT1EEB, Jorge, CT1BOL, Beth, Annie und Saundy. Ein besonderer Dank gilt meinem Vater Robin, W7YED, der mich auf diesem Abenteuer begleitete, und dem Rest meiner Familie, nämlich meiner Mutter Michelle, W7IHJ, sowie meinen Geschwistern Ewan, KK7EXT, und Kirsty, KK7KMA. Don, N1DG, Rusty, W6OAT, Rob, N7QT, Mike, N6MZ, und Brian, KB2S, verdienen ebenfalls Erwähnung. Mein abschließender Dank gebührt allen Unternehmen und Funkamateuren, die S9Z unterstützt haben und die auf unserer Website www.s9z.org aufgeführt sind.

Anm. d. Red.: Dieser Beitrag ist im englischen Original erschienen im *NCDXF Newsletter Spring 2025*.

Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF



Funkstation für Satellitenbetrieb auf dem Hügel oberhalb des Hotels

Icom IC-7760 – neuer KW/50-MHz-Transceiver (1)

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Mit dem IC-7760 hat der japanische Hersteller Icom ein neues Flaggschiff auf den Markt gebracht, das in mehrfacher Hinsicht den aktuellen Stand der Technik widerspiegelt. Dieser Beitrag beschreibt das Gerätekonzept und schildert erste Betriebserfahrungen.

Die Entwicklung von Icom-Spitzentransceivern erfolgt in mehrjährigen Abständen. Im April 2004 war der IC-7800 Gegenstand eines Beitrags [1], gefolgt von einer abgespeckten Version in Form des IC-7700 im Juli 2008 [2]. Im Juli 2015 stellten wir den IC-7851 vor [3], sodass fast zehn Jahre vergingen, bis im August

Personen. Das Innere gliedert sich in zwei Etagen: Unten befindet sich die HF-Einheit, im ersten Stock residieren die Steuer- einheit mitsamt einem abgeschrägten Auf- steller, das Zubehör in Form von einem Netzkabel, einem Steckernetzteil für die Bedieneinheit, sowie einem mit zwei Klemmferriten versehenen Steuerkabel

Bedienungsanleitung mit 116 Seiten steht bei [4] als PDF-Dokument zum Herun- terladen bereit.

Die vorstehende Beschreibung deutet es schon an: Bei dem Bedienteil und der ab- gesetzten HF-Einheit handelt es sich um voneinander getrennte Geräte, die mittels LAN-Kabel zu verbinden sind und damit einen abgesetzten Betrieb erlauben. Das mitgelieferte Kabel hat eine Länge von 3 m, die maximal mögliche Länge (Cat5e oder besser) ist mit 100 m angegeben.

Die HF-Einheit nötigt Respekt ab, Bild 2. Maße von 420 mm × 145 mm × 440 mm sowie eine Masse von 16,1 kg werden nicht auf jedem Stationstisch Platz fin- den. Aber dies ist ja konzeptionell nicht erforderlich. Zudem enthält die Einheit bereits Bestandteile, deren Raumbedarf bei anderen Transceivern noch zu addie- ren wäre. So ist das Netzteil genauso in- tegriert wie der Antennentuner. Da der IC-7760 als erstes der 200-W-Modelle von Icom über einen internen Antennen- tuner mit mechanischen Relais verfügt, wird innerhalb des Praxistests der Frage



Bild 1:
Bedienteil des
Icom IC-7760

2024 der IC-7760 erstmal gezeigt wurde. Grund genug, um zu ermitteln, welche Eigenschaften beibehalten wurden und was an Neuerungen zu verzeichnen ist.

■ Erster Eindruck

Nicht weniger als drei ineinander verschachtelte Kartonschalen der Versandver- packung addieren sich zu Außenmaßen von 680 mm × 520 mm × 600 mm und er- geben eine respektable Masse von 30,5 kg. Nicht nur zum Transport, sondern auch zum Auspacken und Aufstellen empfiehlt der Hersteller dann auch zu Recht zwei

Bild 2:
Frontseite der
HF-Einheit – links
daneben ein
geradezu winzig
wirkender IC-7300



und drei einzelnen Steckern: zwei 3,5- mm-Klinkensteckern sowie einem ACC- Stecker. Traditionell gehört ein Mikrofon nicht zum Lieferumfang. Zum Testen kam ein altgedientes Handmikrofon HM-219 zum Einsatz.

Die deutschsprachige Basis-Bedienungs- anleitung umfasst 80 Seiten, die erweiterte

nachzugehen sein, ob ein externer Tuner tatsächlich entbehrlich ist. Die üppig be- messene Ausgangsleistung von 200 W lässt zudem die Überlegung zu, ob es darüber hinaus noch einer externen End- stufe bedarf.

Die einzige Kontrollanzeige der HF-Ein- heit besteht aus einer frontseitigen LED. Im Stand-by-Betrieb leuchtet diese oran- gefarben, nach Einschalten über die Be- dieneinheit wechselt die Farbe zu blau. Die rückseitigen Anschlüsse zeigt Bild 3.

■ Gerätekonzept und Ausstattungsmerkmale

Der IC-7760 basiert auf einem Direktab- tastsystem, das HF-Signale direkt digital- isiert und mit einem FPGA (*Field-Pro- grammable Gate Array*) verarbeitet. Ein Haupt- und ein Subempfänger arbeiten vom Antenneneingang bis zu den Laut- sprechern unabhängig voneinander; hier- für stehen auch getrennte Buchsen für ex- terne Lautsprecher für Haupt- und Sub- band zur Verfügung.



Bild 3: Rückseite der HF-Einheit; links oben vier Antennenanschlüsse, darunter Anschlü- se für Transverter, Empfangsantenne und 10-MHz-Referenzeingang, gefolgt von An- schlüssen für zweimal LAN, Remote, CW-Key, ALC, Send, ACC, USB; rechts der Netzan- schluss für 230 V und der darüberliegende Ein/Aus-Wippschalter

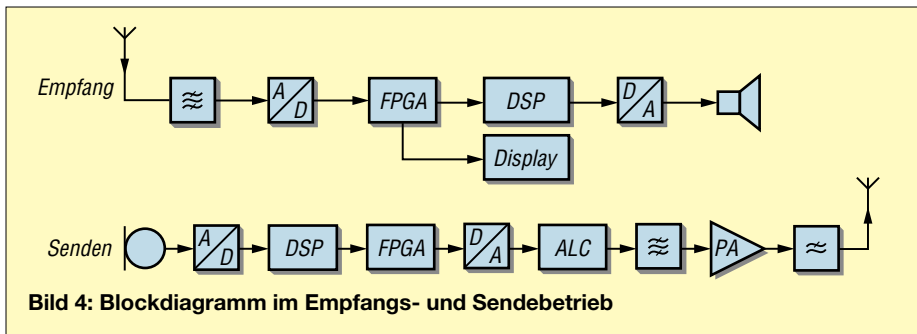


Bild 4: Blockdiagramm im Empfangs- und Sendebetrieb

Die getrennten Signalwege beinhalten auch die Zuordnung der Bandpassfilter. Nicht weniger als elf sind für die Reduzierung von Außerband-Störsignalen zuständig, um einen zu hohen Eingangspegel am A/D-Umsetzer zu vermeiden. Beim Vorgängermodell waren neun dieser Filter verbaut.

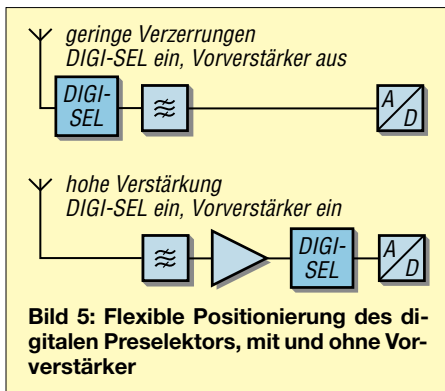


Bild 5: Flexible Positionierung des digitalen Preselektors, mit und ohne Vorverstärker

Die getrennten Signalwege gestatten den gleichzeitigen Empfang von zwei Signalen auf verschiedenen Bändern in unterschiedlichen Sendarten mit identischer Performance. Wie beim IC-7851 ermöglichen zwei Spektrumskope die gleichzeitige Beobachtung der Bandbelegung auf dem Haupt- und Subband. Die Signalwege im Empfangs- und Sendebetrieb veranschaulicht Bild 4.

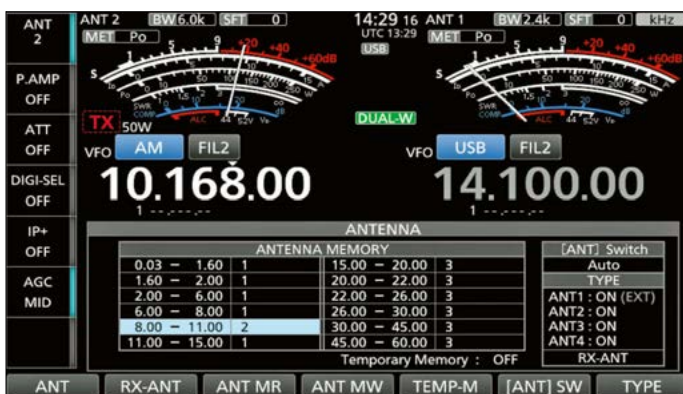


Bild 6: Die Zuordnung der Antennenanschlüsse ist über Menu -> Antenna möglich.

Unterschiede zu herkömmlichen Transceivern, wie etwa IC-7850/51 oder IC-7610, ergeben sich durch den digitalen Preselektor. Bei den genannten Geräten lässt sich bei eingeschaltetem Vorverstärker das Rauschmaß (Empfindlichkeit des Empfängers) nicht verbessern, da der DIGI-SEL trotz seiner schmalen Bandbreite eine gewisse Einfügedämpfung aufweist.

Beim direkt abtastenden IC-7760 hingegen verhindert der digitale Preselektor einen zu hohen Eingangspegel (*Overflow*, OVf), sodass der Vorverstärker den Dynamikbereich des A/D-Umsetzers voll ausschöpfen kann. Bei eingeschaltetem Vorverstärker wird zunächst das gewünschte Signal verstärkt, dann filtert der digitale Preselektor unerwünschte Außerband-Signale heraus. Dies ermöglicht eine gleichzeitigen Nutzung von Vorverstärker und DIGI-SEL. Die beiden Optionen zeigt Bild 5. Das Bedienteil des Transceivers verfügt über einen DVI-D-Anschluss, über den sich das Hauptdisplay zur besseren Erkennbarkeit auf einem großen Monitor spiegeln lässt.

■ Sendermerkmale

Im Leistungsverstärker des IC-7760 kommt ein 65-V-Dual-LDMOSFET ART450 von Ampleon zum Einsatz, sodass in Kombination mit einem großen Kühlkörper und vier Lüftern eine Dauersendeleistung von 200 W möglich wird. Diese definiert Icom als „1 h Dauersenden mit 100 V AC (bei 25 °C)“, welchen Einfluss eine Versorgungsspannung von 230 V hat, wird nicht ausgeführt. Der Dauerbetrieb ist explizit auch für den Einsatz im FT8-Modus gewährleistet.

Bild 7: Ein nur zeitweilig geänderter Antenneneingang, wie hier für den Zweitempfänger, ist mit einem Sternchen gekennzeichnet.

Modulation und Frequenzumsetzung erfolgen digital, wobei der D/A-Umsetzer die Sendefrequenz direkt ausgibt, um ein möglichst hohes Träger-Rausch-Verhältnis zu erreichen. Die DPD-Technologie (*Digital Pre-Distortion*, Digitale Vorverzerrung) korrigiert die Verzerrung des Ausgangssignals des Leistungsverstärkers, indem sie auf dessen Eingangssignal eine inverse Verzerrung anwendet. Dies dient einer hohen spektralen Reinheit der Aussendungen, wobei die Funktion auch in Kombination mit der 1-kW-Linearendstufe IC-PW2 wirksam ist; hierzu ist das optionale DPD-Kabel OPC-2501 nötig.

■ Inbetriebnahme

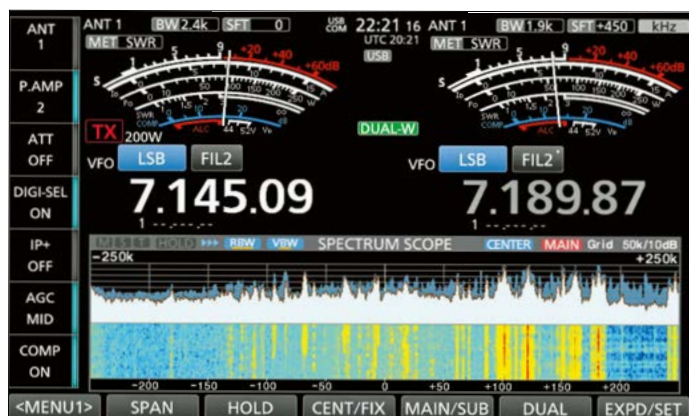
Die Erstinbetriebnahme des Transceivers war absolut unproblematisch. Die HF-Einheit wurde an das Stromnetz angeschlossen, die Antennen mit den SO239-Buchsen verbunden und die LAN-Verbindung zur Bedieneinheit hergestellt. Nachdem dieses über das mitgelieferte Steckernetzteil ebenfalls mit Energie versorgt worden war, galt es nur noch zwei Schalter zu betätigen: den Hauptkippschalter an der Rückseite der HF-Einheit und den mit *Power* beschrifteten Drucktaster der Bedieneinheit.

■ Antennenzuordnung und Antennentuner

Bevor die Bedienoptionen der kompakten Bedieneinheit in den Blick kamen, war die frequenzmäßige Zuordnung der angeschlossenen Antennen vorzunehmen und deren Anpassung zu gewährleisten. Angeschlossen waren ein Mehrband-Dipol für fünf Bänder, ein Dipol für das 30-m-Band sowie eine drehbare Loop für die Bänder ab 18 MHz aufwärts. BNC-RX-IN/OUT-Buchsen dienen dem Anschluss einer gesonderten Empfangsantenne oder externer Filter bzw. eines Vorverstärkers.

Die Anwahl des entsprechenden Menüs gelang ohne Konsultation des Handbuchs, über den Drucktaster *Menu* und anschlie-





Bendes Antippen der Schaltfläche *Antenna*. Die Zuordnung ließ sich über mehrfaches Antippen der Schaltfläche *ANT* verändern, gespeichert wird über Schaltfläche *ANT MW* (Memory Write). Die frequenzmäßige Zuordnung der Antenneneingänge für beide Empfänger dürfte den Standardanforderungen des Amateurfunkalltags entsprechen. Doch wie lassen sich zwei Antennen vergleichen? Hierfür kann man zeitweilig für einen der beiden Empfänger einen anderen Antenneneingang bestimmen. Zunächst sind über den Taster *DUAL-W* beide Empfangskanäle zu aktivieren, über die Schaltfläche *DUAL* im Hauptdisplay auch die Anzeigen derselben. Anschließend lässt sich über die Schaltfläche *ANT* ein abweichender Antenneneingang wählen, in diesem Anwendungsfall entspricht dieser dem Antenneneingang des anderen Empfängers, Bild 7. Sehr flexibel und praxisorientiert!

Die nächsten Untersuchungen galten dem Antennentuner. Dieser soll innerhalb eines Bereichs von 16,7 Ω und 150 Ω , entsprechend einem SWV von $s \leq 3$, eine Anpassung ermöglichen. Dieser Anspruch wurde erfüllt; nachdem ein Wert erstmalig innerhalb von bis zu 2 s abgespeichert worden war, erfolgten spätere Abstimmungen blitzschnell. Wer allerdings größere Fehlanpassungen auszugleichen hat, muss einen externen Antennenkoppler mit größerem Anpassbereich vorhalten. Dies traf bei meiner vertikalen Loop auf zwei Bändern zu.

Bei diesen Versuchen fiel auf, dass das 60-m-Band nicht zur Verfügung steht. Ein Blick in das Handbuch bestätigte dies – nur in der US-Version ist dieser Frequenzbereich freigeschaltet. Der Bereich von 135,7 kHz bis 137,8 kHz hingegen ist ausschließlich bei der europäischen Version verfügbar.

■ Bedienteil mit zwei Displays

Das Bedienteil des IC-7760 verfügt über ein Haupt- und ein Subdisplay, die beide

Bild 8: Das Hauptdisplay mit Spektrum und Spektrogramm für einen Empfänger ...

wird über die Schaltfläche *EDGE* der Scope-Umfang ausgewählt, in fünf Stufen zwischen 5 kHz und maximal 1 MHz. Praktisch hierbei ist, dass von 160 m bis 12 m ein Wert genau der Breite des jeweiligen Bandes entspricht, sodass sich



Bild 9: ... und mit gleichzeitiger Darstellung für beide Empfänger

als Touchscreens ausgelegt sind. Das 7-Zoll-Hauptdisplay (800 x 480 Pixel, WVGA) zeigt die für den Betrieb wichtigsten Informationen einschließlich der Haupt- und Sub-Betriebsfrequenzen an sowie den Einstellungs- bzw. Betriebsstatus der einzelnen Funktionen. Die Bilder 8 und 9 veranschaulichen die Darstellung im Single- und Dualwatch-Modus. Letzterer zeigt für beide Empfänger gleichzeitig jeweils Spektrum und Spektrogramm.

Im *FIX*-Modus – hierbei ist der angezeigte Frequenzbereich fixiert und der Frequenzbalken verändert seine Position –

schnell die Bandbelegung ermitteln lässt. Im *CENTER*-Modus – hierbei befindet sich die eingestellte Frequenz immer in der Mitte des angezeigten Bereichs – lassen sich die Grenzfrequenzen vorwählen. Die obere und untere Frequenzgrenze sind hierfür im Menüpunkt *Fixed Edges* auf dem *SCOPESET*-Bildschirm durch einsekündiges Berühren von *EXPD/SET* einstellbar.

Auf dem 2,4-Zoll-Subdisplay (320 x 240 Pixel) lassen sich Filtereffekte, diverse Messinstrumente und ein Band-Stacking-Register darstellen. Als besonders informativ empfand ich die gestochen scharfe Abbildung eines analogen S-Meters, Bild 10. Aber auch die Direktanwahl der Amateurfunkbänder ist in der Praxis hilfreich, Bild 11.

Die Umschaltung dieser Anzeigen erfolgt über den Drucktaster *SUB DISP* direkt unterhalb des Displays, wobei sich die Anzeige des analogen S-Meters per Touch innerhalb des Displays auf *Multifunction* umschalten lässt. Hierdurch sind im Sendebetrieb fünf Parameter gleichzeitig als horizontale Balken im Blick, nämlich Sendeleistung, ALC, Kompression, SWV und die Stromaufnahme in Ampere, Bild 13.

Bei den Filtereffekten lassen sich Breite und Form des ZF-Filters dem Signal überlagert anzeigen. Hier ist auch die Wirkung des Twin-Bandpass-Tuning und des manuellen Notchfilters erkennbar. Bild 12 zeigt ein SSB-Signal bei einer Bandbreite von 1,9 kHz, einer per Passband asynchron eingestellten Filterkurve und einem manuell konfigurierten Notchfilter. Letzteres lässt sich nach einem längeren Antippen der Schaltfläche *MN* sowohl in der Position als auch in der Ausblendbreite anpassen. Die Position ist über den



Bild 10: Die Nachbildung eines analogen S-Meters im Subdisplay



Bild 11: Alternativ lassen sich über das Subdisplay die Amateurfunkbänder direkt anwählen.

Multifunktionssteller *MULTI* einstellbar, die Breite lässt sich durch Antippen der Schaltfläche *WIDTH* in drei Stufen variieren, Bild 14. Alternativ ist ein Auto-Notch (*AN*) verwendbar, das äußerst rasch arbeitet. Allerdings erreicht es nicht die beeindruckenden Ausblendfähigkeiten des manuellen Pendants und bietet keine visuelle Unterstützung über das Subdisplay. Mit der üppigen Displayausstattung setzt Icom darauf, das Beste aus zwei Welten miteinander zu vereinen. Einerseits bedürfen viele Anwendungen keines PCs, andererseits scheint der Bedienkomfort gegenüber einem per PC-Software gesteuerten SDR nicht eingeschränkt. Schließlich erlauben die beiden USB-Anschlüsse die Verwendung einer Tastatur und ei-

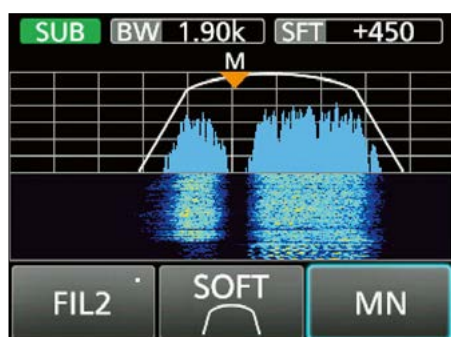


Bild 12: Das Subdisplay kann im Empfangsbetrieb differenzierte Informationen zum Signalverlauf innerhalb der Audiobandbreite liefern.

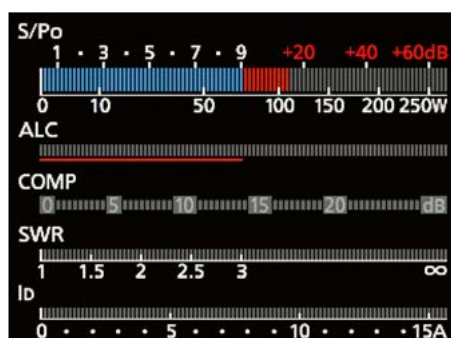


Bild 13: In der Einstellung *Multi-function* bietet das Subdisplay im Sendebetrieb fünf Messwerte.

ner Maus, letztere um ein Signal zielgenau anzuklicken. Beides funktioniert gleichzeitig, allerdings ist die Verwendung der Maus begrenzt. Diese lässt sich ausschließlich innerhalb des Spektrum-/Spektrumskopbereichs positionieren. Andere Schaltflächen sind nicht zugänglich, sodass weder ein Wechsel der Sendart per Mausklick möglich ist, noch ein Verstellen der Frequenz über das Mausehrad.

Äußerst praktisch ist hingegen eine Funktion, die von Icom als *Click and Listen* bezeichnet wird. Beim Anklicken eines Signals mit der rechten Maustaste ist es nur für die Dauer des Klickens hörbar,

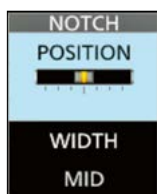


Bild 14: Die einstellbaren Parameter für das Notchfilter lassen sich im Hauptdisplay aufrufen.

dann kehrt die Wiedergabe zur ursprünglichen Frequenz zurück.

Die Nutzung einer externen Tastatur zur Texteingabe ist begrenzt auf die direkten Sprachspeicher, Speicher-Keyer, RTTY-Speicher und die PSK-Speicherübertragung.

■ Bedienoptionen und Anschlüsse

An der Frontseite des Bedienteils stehen neben dem großen gummierten Abstimmknopf mit einstellbarer Friktion drei Doppelsteller zur Verfügung, die im gedrückten Zustand jeweils eine weitere Funktion ermöglichen. So lassen sich die Audiokanäle beider Empfänger per Druck auf den Steller *AF* ein- und ausschalten – praktisch, um sich auf einen Kanal zu konzentrieren, ohne die Lautstärkeeinstellung zu verändern. Der Doppelsteller *TWIN-PBT* öffnet auf Druck ein Menü im Hauptdisplay, welches die durch Drehen veränderbaren Filterkurven zeigt und das Ausblenden von Störungen in einem der Seitenbänder veranschaulicht.

Der Multifunktionsknopf übernimmt ein bewährtes Icom-Bedienprinzip: Ein Druck öffnet im Hauptdisplay ein Menü, dessen Unterpunkte *RF POWER*, *MIC GAIN*, *COMP*, *DIGI-SEL* und *MONITOR* durch Antippen aktivierbar sind. Durch Drehen wird der jeweilige Wert verändert. Der Steller für *RIT/XIT* schließlich verfügt über keine versteckten Funktionen, die Aktivierung und Deaktivierung der empfangs- und sendeseitigen Frequenzfeinverstimmung bis maximal $\pm 9,999$ kHz erfolgt über drei Drucktaster oberhalb des Stellers.

Im linken Bereich der Bedieneinheit sind neun Drucktaster untergebracht, drei sind um den Frequenzsteller herum positioniert: *XFC* kontrolliert die Sendefrequenz, wenn diese von der Empfangsfrequenz abweicht, *MPAD* erlaubt das schnelle Abspeichern einer Frequenz. Unterhalb des Hauptdisplays befinden sich acht weitere

Drucktaster. Von links nach rechts gruppieren sich diese in fünf breite Taster mit direktem Bezug zum Displayinhalt und in drei schmale Taster, die für das Starten und Abhören von Audioaufnahmen zuständig sind bzw. für eine automatische Abstimmung auf ein CW-Signal (*AUTO-TUNE*). Diese Automatik greift auch bei AM-Signalen, wobei der Regelbereich von der eingestellten ZF-Bandbreite abhängt. Wenn das Signal hörbar ist, erfolgt eine Nachregelung.

Hinsichtlich der Speicherfunktion fiel eine Besonderheit auf: Während sowohl für das Einspielen von Firmware-Updates – es erfolgte hier eine Aktualisierung von v1.0.1 auf v1.1.0 – als auch für das Abspeichern von Screenshots die Auswahlmöglichkeit zwischen USB-Stick und SD-Speicherkarte besteht, verlangte die Aufnahmefunktion explizit nach einer SD-Karte. Zulässig sind Ausführungen mit bis zu 2 GB, eine SDHC-Karte mit bis zu 32 GB oder eine SDXC-Karte mit bis zu 256 GB Speicherkapazität.

Die Funktionen der Speicherkarte umfassen Sprachaufzeichnungen von ausgehenden und eingehenden Anrufen, RTTY/PSK-Decoderlogs, Screenshots, Benutzereinstellungen, Firmware-Updates, Inhalte von Sprachspeichern sowie Sicherung der CW/RTTY/PSK-Speicher. Flash-Speicher sind, neben Firmware-Updates, begrenzt auf Sicherungen von Transceiver-Einstellungen und Screenshots. Vielleicht schafft zukünftig ein Firmware-Update ein Mehr an Flexibilität.

Auf der Vorderseite befindet sich neben dem SD-Kartenschacht eine 3,5-mm-Klinkebuchse für den Anschluss eines Kopfhörers. Die rückseitigen Anschlüsse zeigt Bild 15. (wird fortgesetzt)

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Redaktion FUNKAMATEUR: Der IC-7800 – Icoms neues Flaggschiff für KW und 6 m. FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 4, S. 344–345
- [2] Petermann, B., DJ1TO: Das abgespeckte Flaggschiff: Icoms neuer IC-7700. FUNKAMATEUR 57 (2008) H. 7, S. 716–721
- [3] Redaktion FUNKAMATEUR: IC-7851 – Icoms neuer Spitzentransceiver. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 7, S. 723–725
- [4] Icom: Download Handbücher: www.icomeurope.com/support/pdf-downloads/downloads-amateur-funkgeraete



Bild 15: Anschlussoptionen des Bedienteils

Fotos und Screenshots: DJ6JZ

Online-Logdienste im Vergleich (2)

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Während im ersten Teil mit eQSL, QRZ.com und HamQTH die ersten Vertreter onlinebasierter Datenbanken zur Verwaltung von Funkbestätigungen und Adressdaten vorgestellt wurden, folgen nun vier weitere Dienste. Angesichts des breiten Leistungsspektrums ist zu erwarten, dass für jeden etwas dabei sein wird, um den Amateurfunkalltag angenehmer zu gestalten.

■ QRZCQ

Betreiber dieses am 10.10.2011 aufgenommenen Dienstes sind Grzegorz Surmann, DO5SSB, und Daniel Haase, DO7FOX. Nach eigenen Angaben haben sich 190 300 Nutzer registriert (Stand Dezember 2024): Die unter www.qrzq.com verfügbaren Optionen sind vielfältig, die vertikale Menüleiste umfasst rund drei Dutzend Einträge. Die Profilseite zu jedem Rufzeichen beinhaltet neben der Angabe der postalischen Adresse und funkspezifischen Daten (Locator, geografische Ko-

markiert der Aktivitätsindex, eine aus bis zu fünf farbigen Balken bestehende Grafik, den Umfang der Sendetätigkeit. Die Schaltfläche *Advanced* führt zu einer Eingabeseite für Suchkriterien. Diese können Rufzeichen, Namen, Orte oder Locatoren betreffen, wobei der Platzhalter „%“ praktisch bei der Suche nach Rufzeichenblöcken ist, Bild 16. *On Air* bietet eine Liste aktuell aktiver QRZCQ-Nutzer. Die Meldungen basieren auf Clustermeldungen, RBN-Spots und auf Selbstmeldungen, die sich durch ei-



ordinaten, DXCC-, ITU- und CQ-Zone), einem Bild und einer Kartenanzeige auch Links zu weiteren Diensten. Diese umfassen *APRS*, *eQSL*, *PSK Info*, *Club Log*, *D-STAR*, *DMR* und *Authority*. Letzterer führt zu der Abfragemaske der jeweiligen nationalen Lizenzbehörde. Bei US-amerikanischen Rufzeichen ist dies die *Federal Communications Commission* (FCC), bei deutschen die Bundesnetzagentur (BNetzA). Statistische Angaben zum eigenen Nutzerkonto enthalten eine prozentuale Aufschlüsselung der fünf meistgenutzten Frequenzbänder und Sendarten. Zusätzlich

Bild 13: Das Logbuch von QRZCQ; die Nutzung und somit die „Rücklaufquote“ sind im Vergleich zu anderen Diensten relativ gering.

nen frei wählbaren Text ergänzen lassen, Bild 12. Das in Bild 13 abgebildete Logbuch zeigt ausschließlich Logübereinstimmungen innerhalb von QRZCQ, eine Schnittstelle zu anderen Webdiensten ist nicht vorhanden. Unter der Schaltfläche *IOTA* ist eine

Bild 12: Abfragemaske (oben) und Anzeige aktuell aktiver QRZCQ-Nutzer (unten)

detaillierte Aufstellung aller Inseln zu finden, die für das Diplom *Island on the Air* gelten. Hinter der Schaltfläche *SOTA* verbirgt sich eine nach Ländern geordnete Suchfunktion für *Summit-on-the-Air*-Standorte. Die bislang aufgeführten Merkmale sind sämtlich in der kostenfreien Standard-Mitgliedschaft nutzbar. Die Premium-Mitgliedschaft für 22,99 €/Jahr umfasst die Nutzung von *ARLog2*, einem Online-Logprogramm, die Verwendung einer XML-Schnittstelle in Verbindung mit den wichtigsten Logprogrammen, E-Mail-Benachrichtigungen über aktive DX-Stationen und weitere Funktionen, die unter [3] aufgelistet sind.



Bild 16: Suchkriterien für die erweiterte Suche bei QRZCQ

Selecting last 3000 of total 40447 found rows:

Call	RST sent	RST recv	Mode	Band	Frequency	DXCC	ITU	CQ	IOTA	Timestamp	??
IR3RTH	+07	-02	FT8	20m	14.076172	248				2024-12-19 11:09:00	--
IR1RSAV	+00	-05	FT8	20m	14.076172	248				2024-12-19 11:07:30	--
MMSDVV	+25	+01	FT8	20m	14.076172	279	27	14	EU-009	2024-12-19 11:05:30	--
OE0YOTA	+06	+07	FT8	20m	14.076172	206				2024-12-19 11:04:00	--
IR8RCOS	+06	-10	FT8	20m	14.076172	248				2024-12-19 11:02:15	--
IR8RCAS	-07	-04	FT8	20m	14.076172	248				2024-12-19 11:00:15	--
4L4DX	-04	-06	FT8	17m	18.102186	75				2024-12-19 10:52:30	--
JM6JIG	-20	-18	FT8	17m	18.102186	339			AS-007	2024-12-19 10:50:00	--
UB0AAM	-14	-14	FT8	17m	18.102186	15				2024-12-19 10:47:00	--
Q05VB	-08	-11	FT8	17m	18.102186	354	39	20		2024-12-19 10:45:15	--
K7HO	-11	-16	FT8	10m	28.074941	291	6	3		2024-12-16 15:34:30	--
HP30Q	-12	-08	FT8	10m	28.074941	88				2024-12-16 15:32:00	OK

Bild 14: Logbuch von Club Log mit der Darstellung der DXCC-Statistik

Bild 15: Verbindungsstatistik mit einem Filter für das YBDC-Diplom

■ Club Log

Michael Wells, G7VJR, ist der Kopf hinter der Website *Club Log*. Ein übersichtlich gestaltetes vertikales Menü ist unterteilt in die Sektionen *Your Log*, *League Tables* und *Tools*. Der erstgenannte Bereich erlaubt diverse statistische Auswertungen, wie den Länderstand für das

Personal DXCC Charts

☒ No Mode Filter ☐ CW ☐ Phone ☐ Data

☒ 150 ☒ 80 ☒ 60 ☒ 40 ☒ 30 ☒ 20 ☒ 17 ☒ 15 ☒ 12 ☒ 10 ☒ 6 ☒ 4 ☐ 2 ☐ 70 ☐ 23 ☐ 13

☒ Current ☐ Current and deleted

☒ Worked ☐ Confirmed ☐ Verified ☐ Not Worked

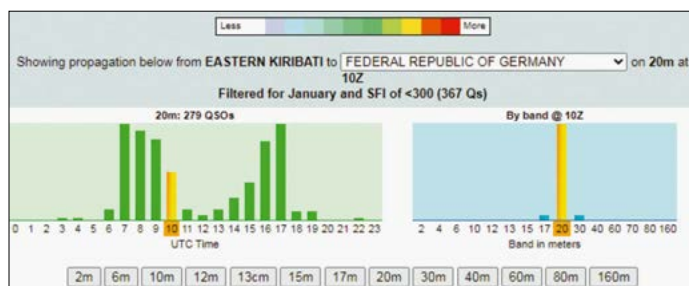
☒ No Date Filter ☐ 2025 ☐ 2024 ☐ Last 12 months

Call sign: DJ6JZ Submit

Call sign	150	80	60	40	30	20	17	15	12	10	6	4	Total	Slots
DJ6JZ	31	141	69	207	183	245	213	243	229	225	86	20	281	1892

☒ Verified (Awarded) ☒ Confirmed ☒ Worked ☐ Not worked Click these symbols below for the QSO wizard: To sort by prefix, click Pfx.

Entity	Pfx	150	80	60	40	30	20	17	15	12	10	6	4
AFGHANISTAN	YA												
AGALEGA & ST BRANDON ISLANDS	3B7												
ALAND ISLANDS	OH0												
ALASKA	KL7												



DXCC-Diplom, getätigte Satellitenverbindungen, erreichte Locatorfelder und DX-Zonen, siehe Bild 14. Auch eine Suchfunktion mit QSL-Abfrage für ein bestimmtes Rufzeichen steht zur Verfügung.

In der zweiten Sektion finden sich Anzeigen der QSL-Stände aller angemeldeten Funkamateure. Filter für eine Vielzahl von Diplomen stehen zur Verfügung, Bild 15. Zudem lässt sich die Anzahl gearbeiteter Stationen durch DXpeditionen ermitteln. Die dritte Sektion gestattet Zugriff auf ein DX-Cluster.

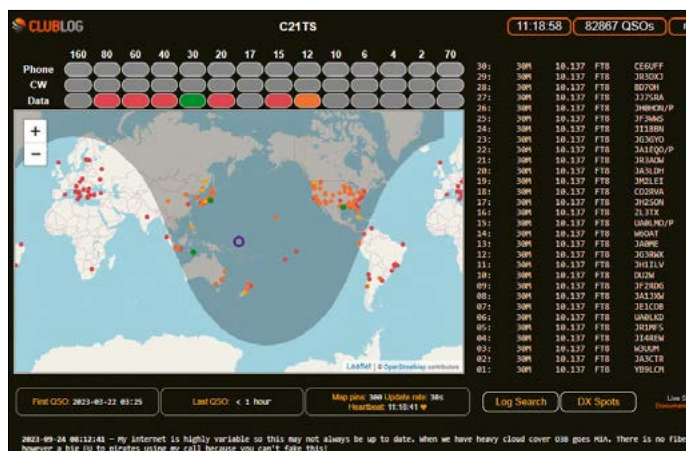
Eine Ausbreitungsanalyse ist unter Bezug auf die drei Datenquellen Club Log, RBN oder Contest-QSOs für frei wählbare Funkwege durchführbar, Bild 17. Für individuell selektierbare Standorte gibt eine Großkreiskarte Hilfestellung bei der Ausrichtung eines Antennenrotors. Eine Schaltfläche erlaubt den Abgleich mit den bei LoTW gespeicherten Verbindungsdaten. Der *DX Report* listet derzeit aktive DXpeditionen. Über einen Mausklick lässt sich ermitteln, auf welchen Bändern Verbindungen mit der eigenen Station stattfanden, Bild 18. Zudem stehen die insgesamt getätigten Verbindungen einer DXpedition in Listenform zur Verfügung. Das horizontale Menü am oberen Bildschirmrand erlaubt Zugriff auf die eigenen Daten, manuelle Log-Uploads, aktuelle DXpeditionen und Livestreams. Hierunter sind aktuelle Anzeigen zum Status von DXpeditionen abrufbar, die Aufschluss über verwendete Bänder und Sendarten bieten, Bild 19.

Eine eigene Schaltfläche ist dem OQRS-System zugeordnet. *Online QSL Requests* ist eine Funktion, über die sich gegen eine



Bild 19:
Darstellung der
Aktivität von
C21TS, aktuell
aktiv im 30-m-
Band in FT8

Bild 17:
Ausbreitungs-
statistik für den
Weg zwischen
Kiribati und
Deutschland



Gebühr der postalische Versand von QSL-Karten anfordern lässt. Bestätigungen über ein QSL-Büro sind manchmal sogar kostenlos, die Beträge für den Direktversand unterscheiden sich stark. Zahlungen sind über Paypal vorzunehmen, Hörerberichte werden nicht unterstützt.

Club Log bietet eine vergleichsweise große Bandbreite bei der Unterstützung von DXpeditionskontakten, angefangen von der Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen über die Erfassung von Kontakten bis hin zu der Organisation von Bestätigungen.

LoTW

Das *Logbook of The World* ist ein Service der US-amerikanischen Amateurfunkvereinigung *American Radio Relay League Inc.* (ARRL), Bild 20. Hier dreht sich alles um die von dieser Vereinigung herausgegebenen Diplome, die sich kostenpflichtig erwerben lassen, Bilder 21 und 22. Eine Mitgliedschaft in der ARRL ist nicht erforderlich, um LoTW und deren Web-

site zu nutzen. Der Aufwand, mit dem die Validität von Daten überprüft wird, ist hoch. Nutzer außerhalb der Vereinigten Staaten haben drei Möglichkeiten, ein LoTW-Konto zu erhalten.

Wo persönliche Ansprechpartner nicht zur Verfügung stehen oder der postalische Versand von Unterlagen zu aufwendig ist, empfiehlt sich die Nutzung der E-Mail-Option. Hierbei sind Kopien der Lizenzurkunde und eines weiteren amtlichen Dokuments, welches Name und Adresse enthält, an LoTW-help@arrl.org zu senden. Anschließend erhält man ein LoTW-Account-Passwort sowie ein personalisiertes *Callsign Certificate*. Dabei handelt es sich um eine Datei, auf welche die TQSL-Software zugreift, um QSO-Daten digital zu signieren und über das Internet an den LoTW-Server zu übertragen.

Das Zertifikat ist an einen bestimmten Computer gebunden und hat eine begrenzte Laufzeit, ist also regelmäßig zu erneuern. Mit diesem Vorgehen ist bereits eine erhöhte Sicherheit betreffend der Authentifizierung von Nutzern und der Datenübermittlung gegeben. Zudem wird der Ausstellung von „Gefälligkeits-QSLs“ vorgebeugt: Es sind nur Verbindungsdaten einsehbar, für die von beiden Funk-

Bild 20:
Startseite von
*Logbook
of The World*
Screenshots:
DJ6JZ

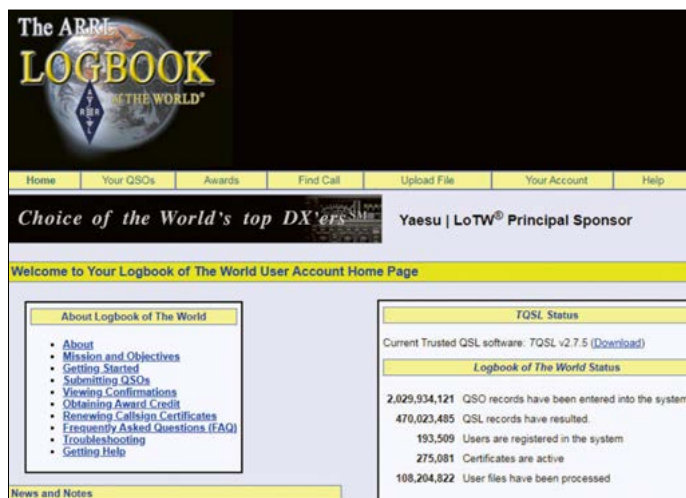


Bild 18:
Geloggte Ver-
bindungen mit
einer DXpedition
in *Club Log*, hier
am Beispiel von
HR5/F2JD

Account Status					
DXCC Award	New LoTW QSLs	LoTW QSLs in Process	DXCC Credits Awarded	Total (All)	Total (Current)
Mixed	273	0	0	273	272
Phone	147	0	0	147	146
Digital	269	0	0	269	269
160M	27	0	0	27	27
80M	131	0	0	131	131
40M	196	0	0	196	195
30M	175	0	0	175	175
20M	225	0	0	225	224
17M	199	0	0	199	198
15M	229	0	0	229	228
12M	210	0	0	210	209
10M	207	0	0	207	207
6M	80	0	0	80	80
Challenge	1674	0	0	---	1674

Bild 21: Status des Länderstandes, hier am Beispiel des DXCC

Select QSOs to List

Call sign worked: May use wildcards (? and *)

Your call sign:

Starting Date: Time:

Ending Date: Time:

Mode: Band:

☐ Show confirmed QSOs only

DXCC Entity:

Sort by ☐ Descending

Award Account

Bild 22: LoTW-Abfragemaske

partnern übereinstimmende Angaben erfasst wurden. Für Diplomsammler stellt LoTW das Maß der Dinge dar. Auch wer selbst keinen Wert auf solche Trophäen legt, kann anderen Funkamateuren durch Teilnahme am LoTW sicherlich eine Freude machen. Eine Besonderheit soll abschließend genannt werden: Die nachträgliche Änderung und das Löschen eines eingereichten Funkkontaktes sind nicht möglich. Wenn Datum, Zeit, Band oder Modus zu korrigieren sind, erfolgt keine Löschung des fehlerhaften Eintrags, es wird vielmehr ein neuer Datensatz angefügt. Was keine negativen Folgen hat, solange vom Funkpartner nur korrekte Daten vorliegen. Gleichwohl ist es sinnvoll, Daten vor einer Übermittlung sorgfältig auf Fehler zu überprüfen.

■ HRDLOG.net

HRDLOG.net wurde im Dezember 2008 als Online-Logbuch der Log- und Decodiersoftware Ham Radio Deluxe geschaffen. Obwohl sich die Besitzverhältnisse seitdem änderten, existiert auch weiterhin neben dem manuellen Log-Upload mittels Standard-ADIF-Datei eine Echtzeit-Synchronisation mit dem inzwischen kommerziellen Ham Radio Deluxe [4]. Des- sen Eigentümer ist das Unternehmen HRD Software LLC unter Leitung von Dr. Michael Carper, WA9PIE. Die Nutzung der Website HRDLOG.net ist kostenlos, das trifft auch für die komplementäre Webadresse www.ham365.net zu. Beide Websites bieten einen identi-

schen Leistungsumfang und greifen auf dieselben QSO- bzw. QSL-Daten zu. Dies bedeutet, dass Daten, die auf einer Web- site veröffentlicht wurden, auch über die andere zugänglich sind. Claudio Cordeglio, IW1QLH, ist als Betreiber beider Zugangsadressen aufgeführt. Der Status der gesamten Website liest sich wie folgt: 75 519 registrierte Nutzer, über 392,5 Mio. gespeicherte QSOs und eine QSO-Rate von 3194 Verbindungen/h (Stand: Januar 2025).

Bereits auf der Einstiegsseite finden sich neben einem vertikal angeordneten Menü, Bild 23, gleich mehrere interessante Visualisierungen, welche eine frequenzabhän- gige Ausbreitungsprognose für die kom- mende Stunde sowie eine Darstellung von Funkverbindungen der vorangegangenen Stunde umfassen, Bilder 24 und 25. Auch eine Auflistung der letzten eigenen Log- einsendungen findet sich hier. Eine Besonderheit des Logbuchs besteht in dem Umfang der berücksichtigten On- line-Logbücher. Neben Bestätigungen, die von anderen HRDLog-/Ham365-Nutzern ausgestellt wurden, finden auch die QSL- Eingänge via eQSL und via LoTW Be- rücksichtigung, Bild 26. Wenn der Maus- zeiger über dem eQSL-Emblem positio-

niert ist, wird die dazugehörige Bilddatei angezeigt. QSLs via HRDLOG.net sind verbunden mit einer herunterladbaren und ausdrückbaren PDF-Datei. Da diese Da- teien alle denselben Dateinamen tragen, ist er vor einer Archivierung zu ändern. Es kommt ein Standard-QSL-Motiv zum Einsatz, Bild 27, welches unbeschnitten in eine DIN-A4-Seite eingebettet ist. Da die Verwendung eines individuellen QSL-Designs nicht dokumentiert ist, hier eine Anleitung: Zunächst unter Mein Kon- to auf Profil ändern klicken. Am oberen Seitenrad erscheint eine Reihe von Schalt- flächen. Auf Instant QSL klicken. Im nun erscheinenden Fenster lässt sich ein Bild hochladen. Anschließend ist noch die Flä- che zu bestimmen, auf der die Logdetails eingebettet werden. Entgegen der ange- gebenen Vorgehensweise, die ein Ver- schieben des Feldes bei gedrückter Maus- taste nennt, ließ sich die Platzierung der Logdetails auf meinem PC ausschließlich per Mausklick festlegen. Dieser bestimmt die Position des oberen linken Bildran- des. Die Erzeugung einer einzelnen elektroni- schen QSL-Karte erfolgt über den Menü- punkt Quick Editor und einen Mausklick auf einen Logbucheintrag.

Mein Logbuch

Logbuch öffnen

Quick editor

Print logbook

QSO/QSL Suche

Online QSL Anfrage

DXCC Liste Anzeigen

Importiere ADIF Logbuch

Backup & restore

Analysis

Map Analysis

Chart Analysis

Andere Mitglieder

View logbooks/status

Callsign monitor

Öffentlicher Chat

Propagation

QSO pro Stunde/Woche

QSO pro Kontinent

Meistgesucht

Suggested QSOs

Dein Konto

Profil Ändern

Equipment

Awards list

Script erzeugen

Quick links

Private Nachrichten

Utilities (Optionen)

For Manager

QSL Manager

Award Manager

DX Cluster

Contest

ADIF utilities

Ham net

Morse Trainer

Webcams

Meeting rooms

POI

Nachrichten lesen

Help & Resources

Über

Ausloggen

Bild 23: Auswahlmenü von HRDLOG.net

Bild 24: Informationen zu künftigen Ausbreitungsbedingungen ...

Propagation Prognose (innerhalb von 1 Stunde)											
Basierend auf QSO der vergangenen Woche											
	12m	15m	17m	20m	30m	40m	60m	80m	160m		
From EU to North America	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
From EU to South America	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
From EU to Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
From EU to Asia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
From EU to Oceania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
From EU to Antarctica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bild 25: ... und zu bereits getätigten Funkkontakten

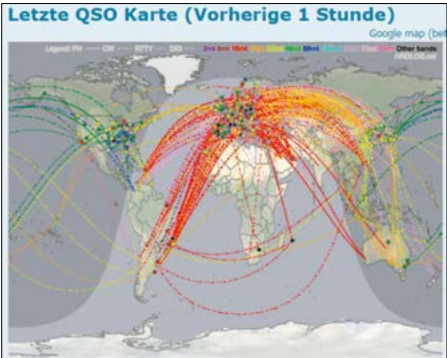


Bild 26: Im Logbuch von HRDLOG.net sind auch QSL-Eingänge via eQSL und LoTW vermerkt.

<input type="checkbox"/>	DJ6JZ	NSWX	2025-01-18 15:14	10m	FT8	-11-03	trnx for contact, gd DX, vy 73	NN	
<input type="checkbox"/>	DJ6JZ	YS3CW	2025-01-18 15:08	10m	FT8	-11-07	trnx for contact, gd DX, vy 73	NN	
<input type="checkbox"/>	DJ6JZ	KA4HVL	2025-01-18 14:59	10m	FT8	-20-15	trnx for contact, gd DX, vy 73	NN	
<input type="checkbox"/>	DJ6JZ	WF8E	2025-01-18 14:57	10m	FT8	-03-10	trnx for contact, gd DX, vy 73	NN	

Icons legend (Click to hide Details...)

QSO confirmed on HRDLOG.net - Click on the green flag to print your Instant QSL

QSO not confirmed on HRDLOG.net

Unknown - other log not stored on HRDLOG.net

QSL received

eQSL received

LoTW received

Weitere Funktionen

- Einbettung der aktuellen Funkverbindungen und des Online-Status auf der eigenen Website und auf der eigenen QRZ.com-Seite
- Filterung von QSOs nach Land, Zone, Band und Sendart
- Anlegen einer eigenen Seite mit Foto
- Sicherung des Logbuchs bei einem von vier wählbaren Cloud-Diensten, nützlich nach einem Datenverlust
- Privatsphäre-Stufen (voll, teilweise, nicht freigegebenes Logbuch)
- Empfang von ereignisgesteuerten Benachrichtigung per E-Mail oder SMS
- optionale Facebook-Integration mit Anzeige von Logbuch, On-air-Status und QSL-Sammlung
- Informationen zu aktuellen DXpeditionen
- Contest-Kalender

Diese Merkmale, verbunden mit öffentlichem Chat, Forum, privatem Austausch



Bild 27: QSL-Eingang in einem Standard-design via HRDLOG.net

von Nachrichten, Webcam-Unterstützung und Freundesliste lassen diesen Dienst als eine Art „Schweizer Taschenmesser“ für Funkamateure erscheinen.

■ Zusammenfassung

Jeder der genannten Onlinedienste deckt ein bestimmtes Spektrum ab. Da eine Auflistung jeweils aller Merkmale auch den Umfang eines mehrteiligen Beitrags sprengen würde, ist es empfehlenswert,

eine Registrierung vorzunehmen und sich selbst ein Bild vom jeweiligen Leistungsumfang zu machen. So lässt sich bei Bedarf der betreffende Dienst sofort aufrufen, man kann seine Logs unter verschiedenen Gesichtspunkten auswerten oder auf Adressen und Daten zugreifen. Die Online-Angebote sind so vielfältig wie der Amateurfunkdienst selbst!

wpassmann@web.de

Literatur

- [3] Surmann, G., DO5SSB, Haase, D., DO7FOX: QRZCQ-Premiumaccount. <https://www.qrzcq.com/page/premium>
- [4] HRD Software LLC: www.hamradiodeluxe.com
- [5] Hegewald, W., DL2RD: QSL in Papierform und digital. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 5, S. 454–455; H. 6, S. 556–557; H. 7, S. 656–657; H. 8, S. 744–745; H. 9, S. 844–845
- [6] Hegewald, W., DL2RD: Das Welt-Logbuch LoTW. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 10, S. 956–957; H. 11, S. 1056–1057
- [7] Hegewald, W., DL2RD: QRZ.com kann mehr. FUNKAMATEUR 68 (2019), H. 7, S. 644–645; H. 8, S. 756–757; H. 9, S. 856–857

Indisches Navigationssystem

FILIP TALL

Navigationssysteme gibt es mittlerweile weltweit einige. Neben dem meist nur kurz GPS genannten NAVSTAR GPS sind z. B. noch GLONASS, Galileo und Beidou zu nennen. Allen gemeinsam ist, dass sie an jedem Punkt der Welt nutzbar sind. Dies gilt jedoch nicht für das von Indien in Betrieb genommene Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS).

Bereits 2004 schlug die indische Raumfahrtagentur ISRO (*Indian Space Research Organisation*) ein eigenes Satellitennavigationssystem vor [1]. Trotzdem wurde 2005 eine Übereinkunft zur Mitarbeit am europäisch geführten Galileo-Projekt unterschrieben [2], jedoch 2006 die Zusammenarbeit und die angebotene Mitfinanzierung aufgrund sicherheitsrelevanter Aspekte wieder infrage gestellt [3]. Als Grund führte man den eventuell möglichen Zugriff Chinas auf sensible indische Daten an.

Das IRNSS wird seit einigen Jahren auch NAVIC (*Navigation Indian Constellation*) genannt. Es reicht bis um 1500 km über die Verwaltungsgrenzen von Indien hinaus, insbesondere in den Indischen Ozean. Das öffentliche Signalangebot besteht aus zwei Diensten, dem *Special Positioning Service* (SPS) und dem *Precision Service* (PS). Beide Dienste werden jeweils parallel auf der L5-Frequenz bei 1,176 GHz und im S-Band bei 2,49 GHz ausgestrahlt.

Das NAVIC-Raumfahrtsegment besteht regional aus sieben Satelliten. Mit der

neuen Satellitenserie ab NVS-01 und stärkeren Signalen will man letztlich auch Geräte wie z.B. Smartwatches und Fitness-Tracker erreichen, eigene Uhren in Satelliten einsetzen, neue Verschlüsselungssysteme für eigene Dienste in den Orbit bringen und einen Generationswechsel des indischen Navigationssystems umsetzen.

Das NAVIC hat nun einen Rückschlag erlitten. NVS-01 war ein Erfolg und ging am 29. Mai 2023 an den Start, seine Position ist bei 129,55° östlicher Länge, die Elevation beträgt 5,1°. Ein Ende Januar 2025 von der ISRO auf der indischen Insel



Satellit des IRNSS vor der Testkammer
Foto: ISRO

Sriharikota, mittels einer Rakete des Typs GSLV-MK 2 gestarteter Navigationssatellit NVS-02, hat die gewünschte Umlaufbahn laut Angaben vom Februar 2025 nicht erreichen können, da sich einige Motoren nicht starten ließen.

Die Ingenieure des ISRO gaben bekannt, dass der NVS-02 die Erde zwar umkreist, aber in einem elliptischen geostationären Transferorbit. Dieser ist für das indische Navigationssystem nicht geeignet. Die positive Nachricht ist, dass die Elektronik sowie die Funktechnik offensichtlich gut arbeiten. Der Satellit konnte seine Solarpaneele erfolgreich ausbreiten und die Kommunikation mit der indischen Bodenstation funktioniert. Außerdem heißt es: „Die Satellitensysteme sind in gutem Zustand ... Es werden alternative Missionsstrategien entwickelt, um den Satelliten NVS-02 für die Navigation in einer elliptischen Erdumlaufbahn zu nutzen.“

Der NVS-02-Satellit sollte eigentlich als 100. Start der ISRO vom Kosmodrom auf Sriharikota ein in der Raumfahrtgeschichte Indiens gefeierter Erfolg werden.

Literatur

- [1] Jayaraman, K. S.: India To Develop Regional Navigation System. <https://spacenews.com/india-develop-regional-navigation-system>
- [2] Europäische Kommission: Galileo-Gemeinde weitet sich aus: EU und Indien unterzeichnen Übereinkommen. https://ec.europa.eu/commission/press-corner/detail/de/ip_05_1105
- [3] Times of India: India may quit EU-led GPS project. <http://timesofindia.indiatimes.com/articleshow/2172710.cms>

Wenn das Durstgefühl nachlässt – oder: Lauflicht zur Trink-Erinnerung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Lauflichter kommen besonders in Bereichen zur Anwendung, in denen eine einzelne, blinkende Lichtquelle nicht auffällig genug wäre. Sie können als Richtungsanzeige bei der Verkehrsleitung dienen oder, wie nachfolgend beschrieben, als Erinnerung, wieder einmal zur Wasserflasche zu greifen. Dies ist insbesondere für ältere Menschen wichtig, um gesundheitliche Probleme zu vermeiden.

Wasser ist Bestandteil aller Körperzellen und -flüssigkeiten. Es ist für Transportvorgänge, Stoffwechselabläufe und viele biochemische Funktionen notwendig. Da jedoch durch Atmung, über die Haut oder als Harn etwa 2,5 l pro Tag verloren gehen, ist ein Ausgleich lebensnotwendig. Die bei Wassermangel auftretenden Beschwerden sind mannigfaltig [1].

Es wird daher geraten, zusätzlich zu der mit der Nahrung aufgenommenen Wassermenge im Durchschnitt 1,5 l in Form von Getränken aufzunehmen. Die erforderliche Menge kann jedoch abhängig von der Umgebungstemperatur oder der Tätigkeit auch darüberliegen. Spätestens dann, wenn das Durstgefühl einsetzt, sollte man zur Wasserflasche greifen. Doch u. a. abhängig vom Alter kann dieses Durstgefühl ausbleiben. Eine Erinnerung ist daher angebracht. Nachfolgend kommt dafür ein Lauflicht zum Einsatz, das sich auch als Timer für ähnliche Tätigkeiten eignet, die regelmäßig auszuführen sind, jedoch hin und wieder in Vergessenheit geraten.

■ Schaltung

Ein Lauflicht besteht aus einer Kette zeitversetzt aktivierter Lichtquellen. Bei korrekter Ansteuerung entsteht der Eindruck, als ob sich die Lichtquelle bewegen würde. Die Schaltung des Lauflichtmoduls mit LEDs ist in Bild 2 dargestellt. Als Mikrocontroller kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz. Da bei einem Lauflicht keine präzise zeitliche Verarbeitung von Daten und keine rechenaufwendigen Algorithmen erforderlich sind, genügt der im Mikrocontroller integrierte, hier auf 1 MHz eingestellte Taktoszillator.

Als I²C-Treiberschaltkreis nutze ich für IC2 den PCA9956B, mit dem sich 24 LEDs mit bis zu 57 mA ansteuern lassen. Die LEDs sind an der Stiftleiste X8 anzuschließen. Heutzutage gibt es eine Vielzahl von LEDs, die bereits bei 20 mA Flussstrom mit hohen Lichtstärken aufwarten. So strahlt die WP7143SURC/E mit 2600 mcd in Rot, die HTOV511040

UTG besitzt eine Lichtstärke von 1800 mcd bei grünem Licht und bei der C566 D-BFE-CU0W0351 sind es 2300 mcd in Blau.

Da die Schaltung mit 5 V versorgt wird, sind auch LEDs mit Durchlassspannungen einsetzbar, die über 2 V liegen, was z. B. bei blau oder weiß leuchtenden LEDs der Fall ist. Die Katode jeder LED ist mit

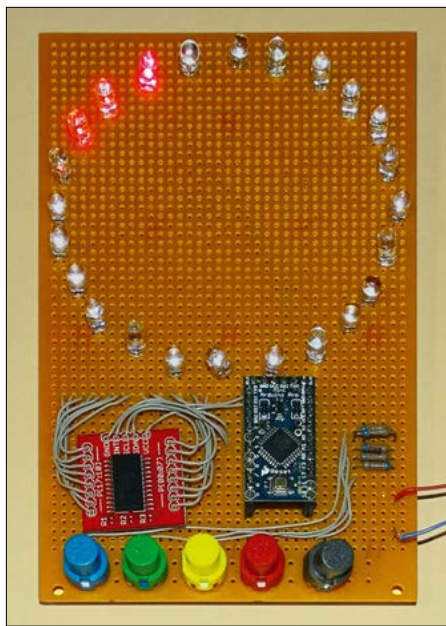


Bild 1: Versuchsaufbau des Lauflichts in Form eines LED-Kreises zur Trink-Erinnerung; hier kommen noch verdrahtete Modulplatinen mit Mikrocontroller und LED-Treiberschaltkreis zum Einsatz.
Foto: Sander

dem jeweiligen Ausgang des PCA9956B zu verbinden. Im einfachsten Fall sind alle Anoden über X7 an der Betriebsspannung des Moduls angeschlossen. Für eine höhere Lichtleistung wird eine Alternative im Abschnitt *Nachbau* beschrieben.

Der PCA9956 ermöglicht neben dem reinen Schalten von LEDs auch deren Helligkeitssteuerung, wobei diese für jede LED separat nach dem PWM-Verfahren (Pulsweitenmodulation) erfolgt.

Der PCA9956B wird über den I²C-Bus angesteuert, den der Mikrocontroller an den

Pins SDA und SCL bereitstellt. Zusätzlich sind die Steuereingänge OE und RES mit den Pins PD0 und PD1 des Mikrocontrollers zu verbinden. RES ist der Reset-Eingang, dessen kurzzeitige Aktivierung den PCA9956B in den Grundzustand versetzt. OE bedeutet *Output Enable*, denn über diesen Eingang lassen sich alle LEDs gemeinsam ein- oder ausschalten.

Da durch das PWM-Verfahren Störsignale auf dem Betriebsspannungszweig entstehen, ist an den Steckverbinder X7, an dem die Anoden der LED-Kette liegen, der Kondensator C3 nach Masse zu schalten. Dieser Kondensator sollte eine Kapazität von 10 µF aufweisen. Noch vor wenigen Jahren war es unverzichtbar, dafür Elektrolytkondensatoren einzusetzen. Die heutzutage mit solchen Kapazitäten verfügbaren Keramik-Vielschichtkondensatoren besitzen jedoch eine höhere Lebensdauer, da sie kein mit der Zeit austrocknendes Elektrolyt enthalten. Außerdem lassen sie sich ohne Beachtung der Polarität einlöten.

An den Mikrocontroller sind über die Pins PD6, PD7, PB0, PB1 und PB2 fünf Tasten zur Bedienung angeschlossen. Der ATmega328P lässt sich bei der gewählten Taktfrequenz mit einer Spannung von 3,3 V bis 5 V versorgen, der PCA9956B ebenfalls. Ich habe mich für 5 V entschieden, um bei der direkten Versorgung der LEDs über X7 bei Bedarf auch zwei rot oder grün leuchtende LED mit Flussspannungen von 1,6 V bzw. 1,9 V in Reihe anschließen zu können.

Das Lauflicht kann aus einer beliebigen Spannungsquelle mit 7 V bis 12 V versorgt werden, wenn diese einen Strom von mindestens 0,5 A, besser 1 A, liefern kann. Der lineare Spannungsregler IC3 stabilisiert diesen Wert auf 5 V. Einsetzbar ist der mit einem ausreichend dimensionierten Kühlkörper zu versehende 7805T, da er für den erforderlichen Strom ausgelegt ist. Die Diode D1 verhindert Schäden bei einer falsch gepolt angeschlossenen Versorgungsspannung.

Ein handelsübliches USB-Steckernetzteil mit 5 V Ausgangsspannung ist ebenfalls nutzbar, wenn es die angegebene Stromstärke bereitstellen kann. In diesem Fall werden der Spannungsregler IC3 und die Diode D1 durch Brücken ersetzt und die 5-V-Versorgung ebenfalls an der Schraubklemme X10 zugeführt.

■ Firmware

Die Firmware für das Lauflicht habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR in zwei Versionen geschrieben. Beide sollen daran erinnern, die vorgesehenen 1,5 l Flüssigkeit innerhalb eines Zeitraums von

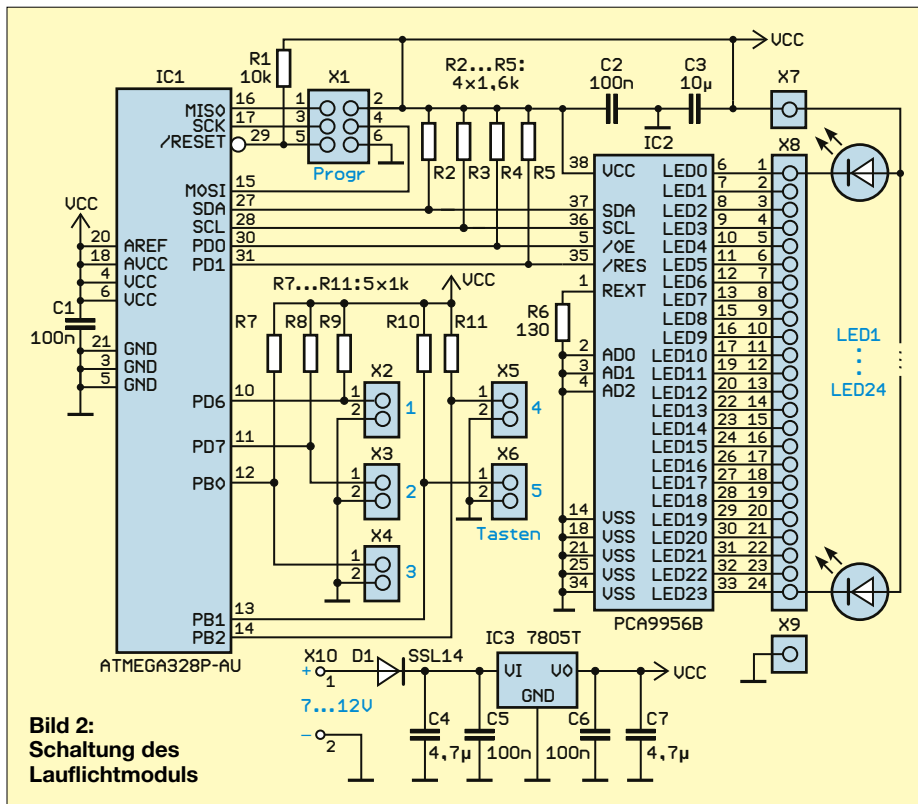


Bild 2:
Schaltung des
Lauflichtmoduls

etwa 12 h zu trinken. Dies entspricht dem Inhalt eines halben Wasserglases (100 ml) alle 45 min.

Für die erste Version sollten die LEDs im Kreis angeordnet sein, beispielsweise in einer Holzplatte um die darauf stehende Wasserflasche. Die Trink-Erinnerung wird morgens durch eine mindestens 3 s lange Betätigung der Taste 1 gestartet. Am Beginn bewegt sich eine leuchtende LED langsam und mit geringer Helligkeit im Kreis. Je länger man nichts getrunken hat, desto mehr LEDs leuchten, bis sich am Ende 12 der 24 LEDs als Balken im Kreis um die Flasche bewegen. Zusätzlich zur Anzahl der LEDs erhöhen sich deren Umlaufgeschwindigkeit und Helligkeit. Die Tasten 1 bis 5 dienen als Rückmeldung für die getrunkenen Wassermenge. Taste 1 entspricht 100 ml (ein halbes Wasserglas),

Taste 2 entspricht 200 ml (ein ganzes Wasserglas), Taste 3 ist für 300 ml (1,5 Wassergläser) zu betätigen und Taste 4 für 400 ml, dem Fassungsvermögen von zwei vollen Wassergläsern. Mit Taste 5 gibt man ein, dass gerade 500 ml getrunken wurden, was in etwa die Menge sein dürfte, die man auf einmal aufnehmen kann.

Je nach betätigter Taste und der noch aufzunehmenden Restmenge an Flüssigkeit werden die Anzahl leuchtender LEDs sowie die Umlaufgeschwindigkeit und die Helligkeit angepasst. Wurde das Ziel von 1,5l erreicht, schaltet sich die Trink-Erinnerung ab. Sie lässt sich dann am nächsten Morgen wie beschrieben neu starten. Nach 15 h wird die Anzeige beendet, auch wenn das Ziel nicht erreicht wurde.

Die zweite Firmware-Version geht von einer Anordnung der LEDs als Balken

aus. Die Darstellung erfolgt als Leuchtspur, die sich ständig von einem Ende zum anderen bewegt. Der entstehende optische Effekt ist aus der Fernsehserie *Knight Rider* bekannt. Für die Trink-Erinnerung ändern sich die Pendelgeschwindigkeit und die Helligkeit in Abhängigkeit von der seit der letzten Flüssigkeitsaufnahme vergangenen Zeit und der dabei getrunkenen Menge. Die Funktionen der Tasten sind mit den zuvor beschriebenen identisch.

Nachbau

Um einen einfachen Nachbau des Lauflichtmoduls zu ermöglichen, habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout ist als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de verfügbar. Auf Anfrage ist sie bei [2] einzeln oder als Bausatz zur Selbstbestückung mit allen Bauelementen, einschließlich programmiertem Mikrocontroller, erhältlich. Bitte angeben, welche Firmware-Version gewünscht ist. Diese wird auf Wunsch als Quelltext mitgeliefert.

Der Bestückungsplan der Platine ist in Bild 3 dargestellt. Es sind vorrangig SMD-Bauelemente aufzulöten. Auch wenn der Pinabstand des PCA9956B mit 0,5 mm recht gering ist, sollte die Bestückung anhand der in [3] gegebenen Hinweise problemlos gelingen.

Abschließend sind die LEDs und Tasten mit kurzen Drähten an der Leiterplatte anzuschließen.

Soll eine größere Anzahl LEDs zum Einsatz kommen, lassen sich mehrere von ihnen in Reihe mit einer bis zu 20 V hohen Spannung versorgen. In diesem Fall ist die zusätzliche Spannungsquelle an den zusammengeführten Anoden (Pluspol) und an den Masseanschluss X9 (Minuspole) anzuschließen. Der Flussstrom von maximal 57 mA darf jedoch nicht überschritten werden. Bei 20 V lassen sich beispielsweise elf rote LEDs ($U_F = 1,8 \text{ V}$) an jedem Anschluss in Reihe schalten, bei grünen LEDs ($U_F = 2,2 \text{ V}$) jeweils neun Stück und bei blauen LEDs ($U_F = 3,6 \text{ V}$) nur fünf Stück. Die zusätzliche Versorgungsspannung kann niedriger ausfallen, wenn weniger LEDs in Reihe angesteuert werden sollen. *k.sander@s-elabor.de*

Literatur und Bezugsquelle

- [1] AOK Gesundheitsmagazin: Wie viel Wasser braucht der Mensch? www.aok.de/pk/magazin/ernaehrung/gesunde-ernaehrung/wie-viel-wasser-muessen-wir-am-tag-trinken
- [2] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S.868–871
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de

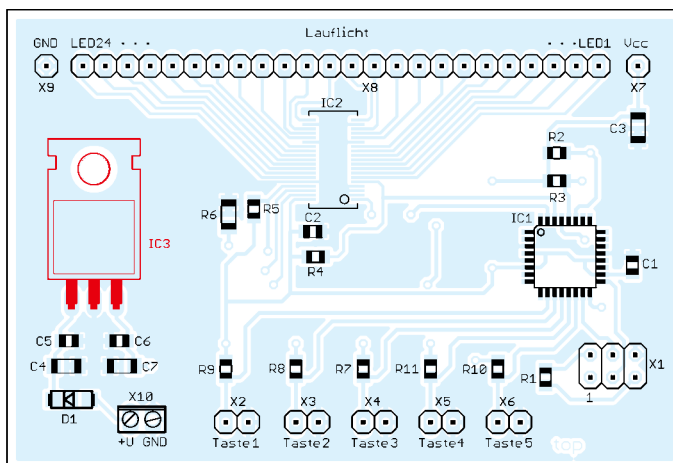


Bild 3:
Bestückungsplan
des Lauflichtmoduls;
der Spannungsregler
IC3 ist so von der
Rückseite aus einzulöten,
dass sich dort eine Kühlfläche an
seiner Befestigungs-
lasche anschrauben
lässt.
Original-
abmessungen
76,5 mm x 52 mm

Experimentelles LoRa-Modul auf Arduino-Basis

ANTHONY LE CREN – F4GOH

Viele Geräte und Anwendungen basieren heute auf der Mikrocontrollerfamilie ESP32 in Kombination mit einem LoRa-Modul. Einige dieser Projekte sind jedoch ebenso mit Entwicklungsboards realisierbar, die auf einem Arduino basieren, wie beispielsweise dem ATmega32U4, der sich auch mithilfe der Arduino-IDE programmieren lässt.

Das nachfolgend vorgestellte experimentelle Modul basiert im Wesentlichen auf dem zum Arduino Micro kompatiblen Entwicklungsboard *Pro Micro* und dem LoRa-Modul RA-02, Bilder 1 und 2.

Schaltungsbeschreibung

Das Potenziometer RV1 dient zur Simulation eines analogen Sensors. Zusätzlich ist der digitale Temperatursensor DS18B20 (IC3) vorgesehen. Für die Übertragung von Firmware, die als HEX-Datei vorliegt, dient im Zusammenhang mit *Avr-dude* der Resetaster BP1. Mittels der drei Steckbrücken von J2 lässt sich die Firmware in vom Benutzer vorab festgelegten Startmodi betreiben, ohne den Mikrocontroller bei einem Wechsel neu programmieren zu müssen. Drei LEDs

(D1, D2 und D3) dienen der Diagnose, wobei Letztere eine RGB-Ausführung ist. Die Gerber-Datei zur Herstellung der Leiterplatte ist, wie auch alle Beispielprogramme mit den dazugehörigen Bibliotheken, bei [1] verfügbar.

Vorbereitung

Zusätzlich zur Installation der Arduino-IDE [2] sind die Projektdateien bei [1] herunterzuladen. Hierzu klickt man auf die grüne Schaltfläche `<> code` und wählt *download zip*. Nach dem Entpacken des zip-Archivs sind die neun Bibliotheken aus dem Verzeichnis *Software\libraries* in das Benutzerverzeichnis der Arduino-IDE zu kopieren. In den meisten Fällen lautet der entsprechende Speicherort *C:\Users\IhrName\Arduino\libraries*.

Einrichten des SX1278

Detaillierte Hintergrundinformationen bezüglich der Besonderheiten der LoRa-Modulation finden sich im Dokument *Livre-LoRa-LoRaWAN-et-Internet-des-Objets.pdf* bei [1]. In jedem meiner vorgeschlagenen Beispiele müssen die folgenden Parameter vorgegeben werden:

```
#define FREQUENCY 433675000 //Empfangs-  
                          Sendemittelfrequenz in Hz  
#define SPREADING_FACTOR 12  
#define SIGNAL_BANDWIDTH 125000  
#define CODING_RATE_4 5  
#define TX_POWER 20 //dBm
```



Bild 2: Experimentelles LoRa-Modul auf Basis des Entwicklungsboards *Pro Micro*

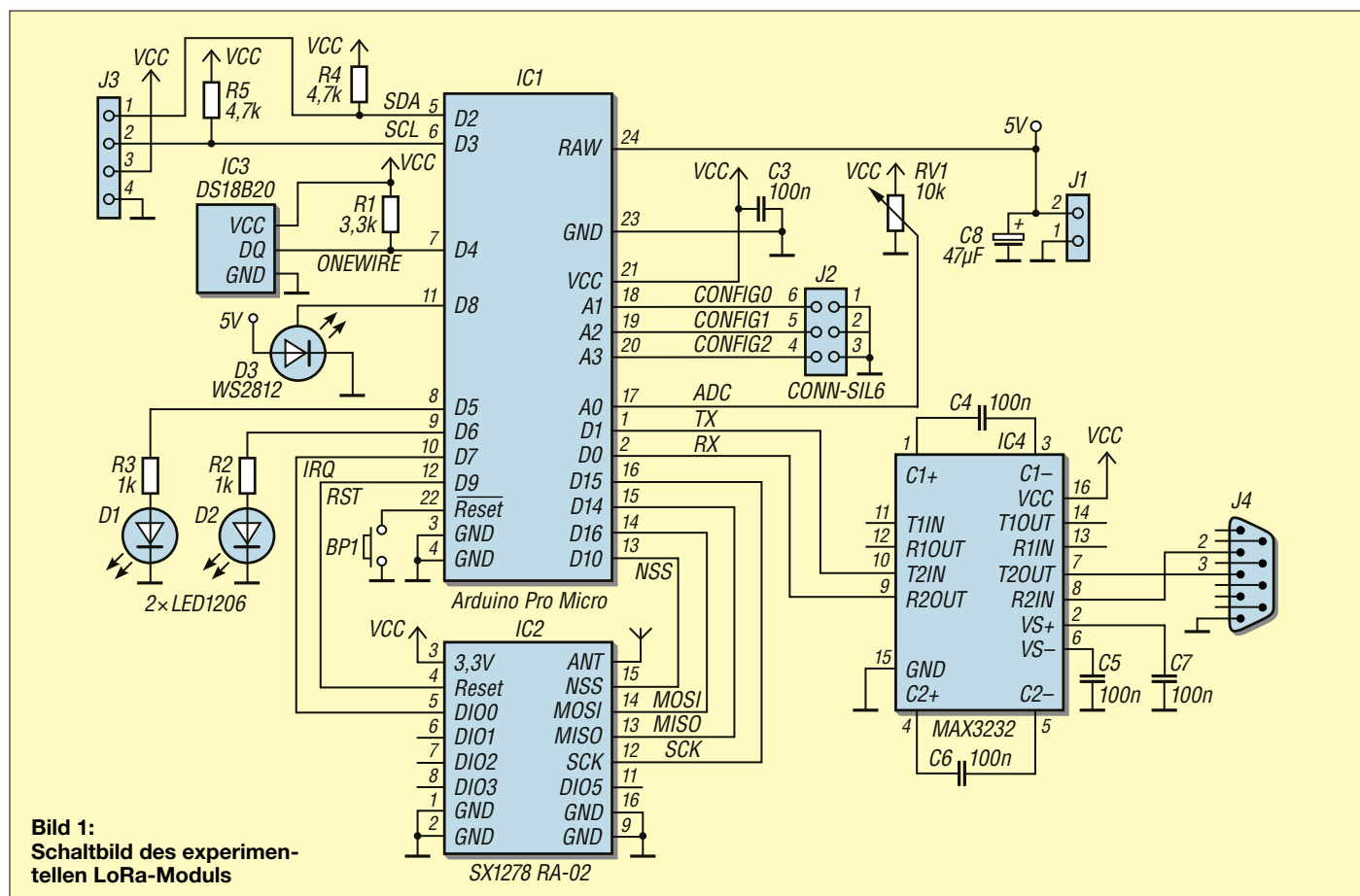


Bild 1:
Schaltbild des experimentellen LoRa-Moduls

Spreading Factor (SF)

Der Spreading Factor ist ein Schlüsselparameter der LoRa-Modulation, der die Anzahl der pro Symbol übertragenen Bits bestimmt. Der Wert kann zwischen 6 und 12 variieren. Ein höherer Spreading Factor ermöglicht eine größere Empfindlichkeit und eine größere Reichweite, verringert dabei aber die Datenrate. So ergibt beispielsweise ein SF von 12 eine maximale Reichweite, jedoch eine nur minimale Datenrate.

Signalbandbreite (BW)

Die Signalbandbreite ist der Frequenzbereich, in dem das Signal übertragen wird. Sie beträgt in LoRa-Implementierungen üblicherweise 125 kHz, 250 kHz oder 500 kHz. Eine größere Bandbreite ermöglicht zwar eine höhere Datenrate, verringert aber die Reichweite und die Robustheit des Signals gegen Störungen.

Coding Rate (CR)

Die Codierrate (auch: Codiervhältnis) bestimmt das Verhältnis zwischen den Nutzdatenbits und den für die Redundanz hinzugefügten Fehlerkorrekturbits. Sie wird in der Regel als 4/5, 4/6, 4/7 oder 4/8 ausgedrückt. Ein höheres Codiervhältnis bedeutet mehr Redundanz. So werden beispielsweise bei einer Codierrate von 4/8 immer 8 Bits übertragen, wenn 4 Datenbits erforderlich sind. Das verbessert die Robustheit des Signals gegen Fehler, verringert jedoch die Datenrate.

■ ASCII senden und empfangen

Alle hier beschriebenen Programme verwenden die LoRa-Bibliothek, welche aus den Dateien *LoRa.h* und *LoRa.cpp* besteht. Das Programm *lora-modem-simple.ino* hat die Aufgabe, die in den seriellen Monitor oder die serielle Konsole (115200 Baud) eingegebenen ASCII-Zeichen zu senden bzw. zu empfangen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Option *LF* oder *New Line* des seriellen Monitors aktiviert ist. Das spezifische ASCII-Zeichen *10* zeigt das Ende des Satzes an.

■ APRS-Bake

Seit nunmehr zehn Jahren verwende ich das AX25-Protokoll in Kombination mit APRS. Eine klassische APRS-Übertragung findet normalerweise auf 144,800 MHz in Frequenzmodulation statt; beispielsweise über das VHF-Transceiver-Modul *DRA818V* [3]. Mit dem Aufkommen der LoRa-Technologie änderte sich das Verfahren jedoch ein wenig. Das APRS-Protokoll wurde ursprünglich von Peter Buchegger, OE5BPA, für LoRa an-



Bild 3: Einrichten des Pro micro in der Arduino-IDE

gepasst und dann von Ricardo Guzman, CA2RXU [4], mit einer benutzerfreundlicheren Software übernommen. Das Modul, welches LoRa-APRS verwendet, basiert wie üblich auf dem ESP32, der Programmcode ist Open Source.

Nachfolgend beschreibe ich, wie sich bei Projekten wie einer kleinen Wetterstation die regelmäßige Übertragung von Telemetriedaten realisieren lässt. Ich habe hierfür die Bibliotheken *message*, *position*, *weather* übernommen, die für den Schulmessenger des Lycée Touchard in Le Mans entwickelt wurden, und verschiedene Methoden implementiert, um einen LoRa-APRS-Frame so einfach wie möglich zu aktualisieren.

So überträgt das Programm *TX_APRS.ino* einen APRS-Frame mit einer Nachricht, einer Position oder einem Wetterbericht, je nachdem, welche Taste im seriellen Monitor eingegeben wird, siehe Kasten *Aktualisierung der Werte und Übertragung*. Zu beachten ist, dass die Übergabe der Parameter *false* oder *true* der *Packet Data Unit* mittels *pdu = pos.getPduAprs(false)*; bzw. *pdu = pos.getPduAprs(true)*; es ermöglicht, den APRS-Rahmen im komprimierten Format zu erhalten (siehe Dokumentation *APRS101.PDF*). Das Hauptprogramm ist sehr kurz. Mit den Bibliotheken lassen sich nun sehr einfach Sensoren implementieren oder Daten über die serielle RS232-Leitung abrufen, die dann im APRS-Format ausgesendet werden.

■ TNC KISS

KISS (*Keep It Simple, Stupid*) ist ein Kommunikationsprotokoll, das zur Interaktion mit TNCs (*Terminal Node Controller*) zwischen einem Transceiver und einem Computer verwendet wird. Ich habe eine spezielle Bibliothek namens *Kiss* erstellt, die das LoRa-APRS-Protokoll in das KISS-AX25-Protokoll umwandelt. Vergleicht man einen LoRa-APRS-Frame mit einem Kiss-AX25-Frame, stellt man fest, dass die APRS-Nachricht unverändert bleibt (erste Zeile), nur die Adressen (bzw. hier das Rufzeichen) werden in das AX25-Format umgewandelt (zweite Zeile).

```
F4GOH-1>APIN21,WIDE1-1,WIDE2-1:
:F4KMN-2 :Test1
```

Nun müssen die Ergebnisse nur noch mit den Framebegrenzern des KISS-Protokolls eingekapselt werden (siehe PDF-Dokumentation von F6CSS). Bei Verwendung mit *pinPoint APRS* unter Windows oder *YAAC* unter Linux über die serielle Schnittstelle am USB-Port empfängt der TNC alle APRS-Frames und zeigt das Ergebnis auf einer Karte oder in zusammengefasster Form an. Der Vorteil liegt darin, dass beispielsweise ein Wetterballon auch dann verfolgt werden kann, wenn der Empfang einer 4G-Basisstation nur unter Schwierigkeiten möglich ist.

Aktualisierung der Werte und Übertragung

```
Position pos(„F4KMN-7“, „APLT00“,
„WIDE1-1“, 48.010237, 0.206267,
„Ballon“, '/', 'O');
Message mes(„F4GOH-9“, „APLT00“,
„WIDE1-1“, „F4KMN“, „Hello“);
Weather wea(„F4GOH-4“, „APLT00“,
„WIDE1-1“, 48.010237, 0.206267);
```

Nachrichtenrahmen Taste m

```
Serial.println(F("Send a message"));
mes.setRecipient("F4KMN");
mes.setComment("i like LoRa");
pdu = mes.getPduMes(false);
Serial.println(pdu);lora.send(pdu,
mes.getPduLength());
```

Positionsrahmen Taste p

```
Serial.println(F("Send a position"));
pos.setLatitude(48.010237);
pos.setLongitude(0.206267);
pos.setSymbol('O');
pos.setAltitude(80);
pdu = pos.getPduAprs(false);
Serial.println(pdu);
lora.send(pdu, pos.getPduLength());
```

Wetterraster Taste w

```
Serial.println(F("Send weather report"));
wea.setWind(90); // Windrichtung
wea.setSpeed(2.5); // Durchschnittliche
Windgeschwindigkeit in m/s
//wea.setGust(5.1); // Burst-Geschwindigkeit in m/s
wea.setTemp(17.5); // Temperatur in Grad Celsius
wea.setRain(0); // Regen in mm/1h
wea.setRain24(0); // Regen in mm/24h
wea.setRainMid(0); // Regen in mm/nach Mitternacht
wea.setHumidity(60); // Relative Luftfeuchtigkeit in Prozent
wea.setPressure(1008.5); // Barometrischer Druck in hPa
wea.setComment("Weather");
pdu = wea.getPduWx();
Serial.println(pdu);
lora.send(pdu, wea.getPduLength());
```

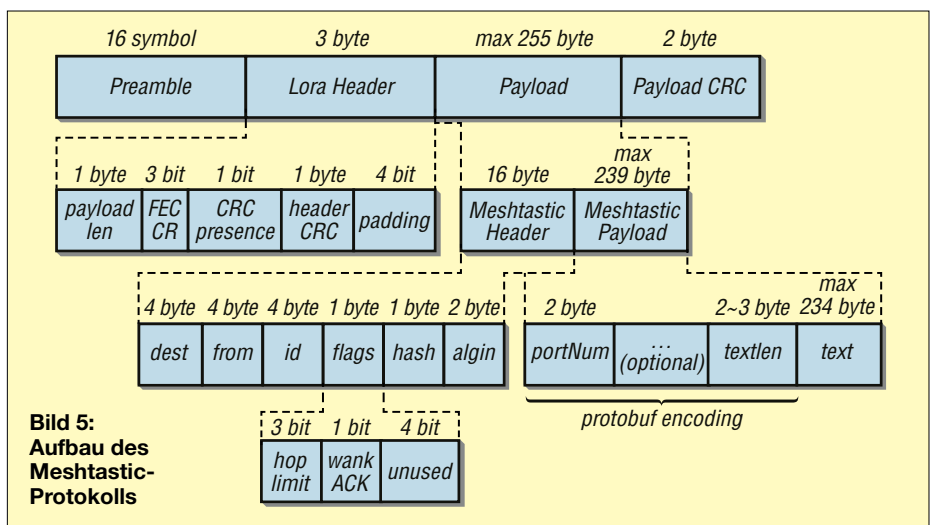

■ Analyse des Meshtastic-Protokolls

Das Meshtastic-Projekt ist ein dezentrales Open-Source-Mesh-Netzwerk, das preiswerte Funkmodule verwendet, um eine Kommunikation über große Entfernungen zu ermöglichen, ohne dabei auf herkömmliche Infrastrukturen angewiesen zu sein. Ich habe bereits in früheren Ausgaben Beiträge zu diesem Thema verfasst, so z. B. [5].

Vor Kurzem stellte ich mir die Frage, ob es möglich ist, einen Meshtastic-Textrahmen nur unter Nutzung der RAM- und ROM-Kapazität des ATmega32U4 zu decodieren. Die Dokumentation von Meshtastic spezifiziert die LoRa-Konfiguration [6] unter Verwendung von *Aliasnamen* (Short Fast, Short Slow, Medium Fast, Medium Slow, Long Fast, Long Moderate, Long Slow, Very Long Slow), Tabelle 1.

Diese seltsam anmutenden Namen (geordnet von der schnellsten bis zur langsamsten Bitrate) sind eine Kombination aus verschiedenen Konfigurationen von *Spreading Factor*, *Signal Bandwidth* und *Coding Rate*. Die Standardkonfiguration ist *Long Fast*, was den folgenden Einstellungen entspricht und den Datenframe beschreibt, der nach dem Senden der Nachricht „Test“ im Long-Fast-Modus empfangen wurde, Tabelle 2.

Die gesendete Nachricht liegt nicht in ASCII-Zeichen vor. Die Aufteilung des Frames wird bei [7] erklärt. Sie ähnelt der Schicht 2 des Ethernet-Protokolls, das in Standard-Computernetzwerken verwendet wird, Bild 5. Die Daten werden jedoch mit dem AES128-Bit-Algorithmus verschlüsselt. AES-128 (*Advanced Encryption Standard 128 Bit*) ist ein symmetrischer Verschlüsselungsalgorithmus zur Sicherung von Daten und wird häufig zur Anzeige von HTML-Dokumenten in Web-



sites oder zum Austausch von E-Mails verwendet. Innerhalb dieses Datenpakets versteckt sich die Nachricht „Test“. Der erforderliche Schlüssel ist im ASCII-Format in *Base64* codiert, Tabelle 3. Für diesen Vorgang ist die Online-Konvertierungssoftware [8] und [9] zu verwenden. Nicht zu vergessen ist das 128-Bit-Initialisierungswort für die AES-128-Entschlüsselung (IV), das aus der Absenderadresse und der Paketkennung erstellt wird. Die erläuternden Screenshots sind auf [1] verfügbar.

Ist die Nachricht bereits lesbar, scheinen dennoch einige Hexadezimalwerte „mysteriös“ zu sein. Die Anzahl der übertragenen Zeichen lässt sich leicht erraten, nämlich 4, aber der Rest ist nicht so offensichtlich. In der Dokumentation von Meshtastic heißt es, dass die Daten mit dem *Protobuf-Tool* serialisiert werden. Die Protobuf-Serialisierung (*Protocol Buffers*) ist eine von Google entwickelte Methode zur Codierung und Decodierung von Datenstrukturen, um zu einer effizienteren Lösung als dem JSON-Format zu gelangen. Sie lässt sich problemlos mit verschiedenen Programmiersprachen einsetzen.

Ein weiterer Online-Decoder [10] ermöglicht die einfache Identifizierung der übertragenen Daten. Das Python-Programm *decode.py* fasst die Analyse und Entschlüsselung der Nachricht mit der einfach zu bedienenden *thonny-IDE* gut zusammen. Diese ist unter <https://thonny.org> im Download verfügbar.

Nun ist nur noch das Programm in C++ zur Decodierung bzw. Dechiffrierung zu erstellen, das mit dem *Pro micro* kompatibel ist. Das Programm *Mesh_lora_proto_decode.ino* analysiert die folgenden zwei Nachrichten, die in Long Fast (Standardeinstellung) gesendet werden:

Led0: schaltet Led D1 aus
Led1: schaltet Led D1 ein

Ich habe also die ursprüngliche Verwendung von Meshtastic umgeleitet, d. h. das Senden von Nachrichten, um logische Ausgänge zu steuern, ohne einen zusätzlichen Computer (MQTT-Server) zu verwenden, um die Nachricht zu verarbeiten. Wichtig: Die empfangene Nachricht muss in der Anzahl der Zeichen begrenzt sein, da der RAM des Mikrocontrollers nur 2,5 KB groß ist. Ich stelle unter [1] auch mehrere Programme (Unit-Tests) zur Verfügung, die die

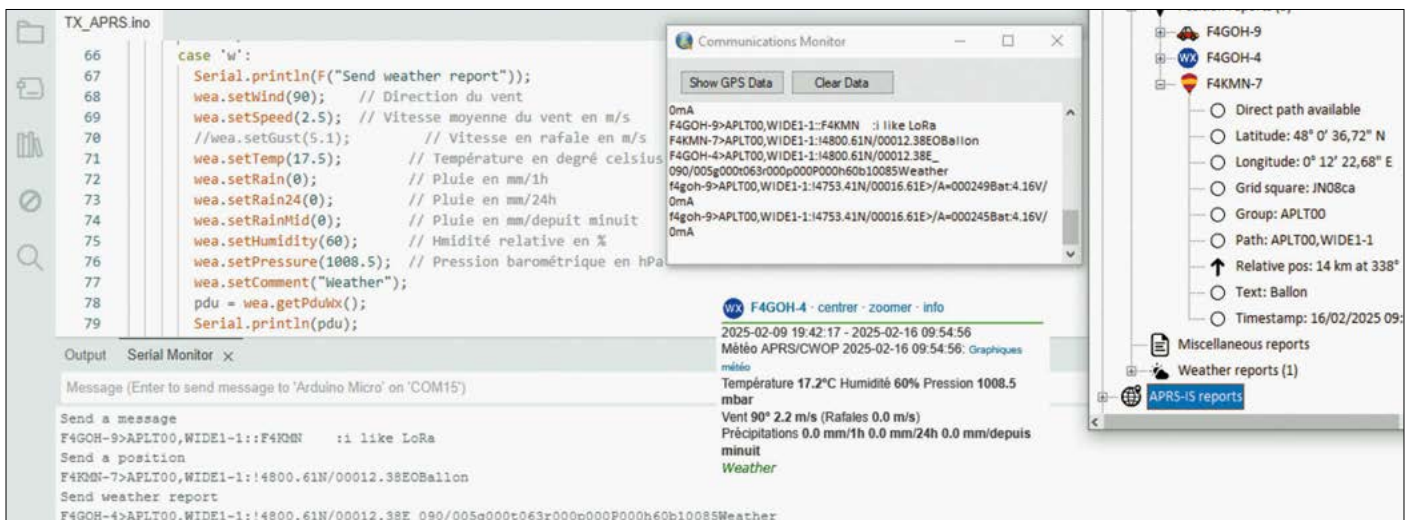


Bild 4: Versuche mit der TNC-Software KISS

Foto und Screenshots: F4GOH

Entschlüsselung in der Simulation (Anzeige auf dem seriellen Monitor) Schritt für Schritt beschreiben. Es ist möglich, das Programm zu erweitern, um weitere Informationen zu entschlüsseln, so beispielsweise die Werte der I²C-Sensoren, die in den verschiedenen LoRa-Modulen des Meshtastic-Netzwerks verwendet werden.

■ Durchsetzung von Protobuf

Um die mithilfe eines LoRa-Moduls in regelmäßigen Abständen übertragenen Daten beispielsweise auf einem Empfänger mit einem LC-Display sichtbar zu machen, bietet sich der sogenannte *Protobuf-Serialisierer* an. Er übernimmt das beim Empfang erforderliche „Zerschneiden“ des Datenrahmens. Hierzu muss eine „Proto-Datei“ (siehe Kasten *Proto-Datei*) erstellt werden, die den Inhalt der gesendeten Nachricht beschreibt (hier fünf Wetterinformationen). Anschließend sind mithilfe des in der *nanopb-Suite* enthaltenen Programms *protoc.exe* die Header- und Quellcode-Dateien zu erzeugen, Bild 6. Diese beiden Dateien werden in das Arduino-Projekt eingebunden. Nun sind nur noch die *nanopb-Bibliotheken* zu verwenden, um mit wenigen Codezeilen „den Rahmen zu bauen“, der über die LoRa-Funkverbindung gesendet wird.

Tabelle 1: LoRa-Konfigurationsparameter

```
#define FREQUENCY 433875000
#define SPREADING_FACTOR 11
#define SIGNAL_BANDWIDTH 250000
#define CODING_RATE_4 5
```

Außerdem müssen Sie die Länge der Präambel auf 16 anpassen und das Synchronisationswort auf 0x2b ändern.

```
LoRa.setPreambleLength(16);
LoRa.setSyncWord(0x2b);
```

Tabelle 2: Empfangener Datenrahmen der Nachricht „Test“

Benennung	Wert
Zieladresse des Pakets (wenn 0xffff Broadcast für alle)	0xffff
Adresse des Absenders	0x25c21b88
Kennung des Pakets	0x38757527
Flaggen	0x63
Hash-Informationen	0x08
Daten (max. 237 Bytes)	2d73fea3706ebf6a16e0

Tabelle 3: Base64 Binär-zu-Text-Encoding-Schema

HEX	Text
0x08	
0x01	Portnummer
0x12	
0x04	Anzahl Zeichen
0x54	T
0x65	e
0x73	s
0x74	zt
0x48	
0x00	

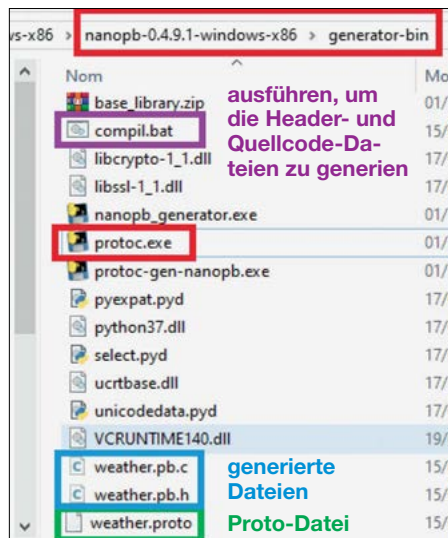


Bild 6: Erstellung der Header- (.h) und Quellcode-Dateien (.c) aus der Proto-Datei mittels Protobuf

Erklärende Screenshots sind auf [1] zusammen mit Unit-Tests und einem Einführungsvideo zu Protobuf auf Arduino verfügbar.

Das Programm *TX_protobuf_lora.ino* überträgt einen Datenrahmen mit den fünf Wetterparametern. Das Programm *RX_protobuf_lora.ino* empfängt diesen und zeigt die fünf Wetterparameter in der seriellen Konsole an.

■ Programmieren mit Avrdude

Avrdude ist ein praktisches Dienstprogramm. Es ermöglicht das Übertragen von HEX-Dateien auf den Mikrocontroller, ohne den gesamten Code neu kompilieren zu müssen. Ich habe drei Hex-Dateien zur Verfügung gestellt:

- **TX_APRS.ino.hex**
Überträgt APRS-Frames, wenn die Tasten m, p, w gedrückt werden.
- **KISS_class.ino.hex**
TNC kiss APRS
- **Mesh_lora_proto_decode.ino.hex**
Empfänger/Decoder für Meshtastic-Nachrichten

Die Programmierung des Arduino Micro ist für den einen oder anderen Anwender möglicherweise ungewohnt, denn es existieren zwei verschiedene COM-Ports: einer für den Programmierprozess über den Bootloader (dieser ist eine Sekunde aktiv, sobald die Reset-Taste gedrückt wird) und einer für die serielle Kommunikation im normalen Betriebsmodus. Unter Windows ist beim Anschluss das charakteristische Geräusch erkennbar, das beim Aktivieren der virtuellen COM-Ports entsteht.

Wenn er sich im Bootloader-Modus befindet, erscheint der Mikrocontroller an einem anderen COM-Port (normalerweise kurzlebig und nur im Bootloader-Modus

sichtbar), um die Programmierung über USB zu ermöglichen. Genau in diesem Moment muss die HEX-Datei hochgeladen werden. Sobald die Reset-Taste gedrückt wird, dauert dies etwa 1 s. Hierbei muss man zügig handeln und die ID des COM-Ports vorher identifizieren.

Nach dem Upload wechselt der COM-Port mit einer neuen ID in den CDC-Modus (*Communication Device Class*) und der Mikrocontroller startet wieder in den normalen Ausführungsmodus. Dieser Port wird für Interaktionen in der seriellen Konsole verwendet, z. B. für die Übertragung von Daten oder den Empfang von Befehlen, die über die Tastatur eingegeben werden.

f4goh@orange.fr

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Le Cren, A., F4GOH: Projektdaten LoRa-Modul. <https://github.com/f4goh/modem-LoRa>
- [2] Arduino: Arduino IDE. <https://www.arduino.cc/en/software>
- [3] FA-Leserservice: www.bbox73.de → [DRA818V](https://www.bbox73.de)
- [4] Guzman, R., CA2RXU: LoRa APRS iGate for ESP32 based Board. https://github.com/ricohnguzman/LoRa_APRS_iGate
- [5] Le Cren, A., F4GOH: APRS-Datenübertragung mit EPS32 und LoRa-Technologie. *FUNKAMATEUR* 73 (2024) H. 6, S. 454–456
- [6] Meshtastic LLC: Radio Settings. <https://meshtastic.org/docs/overview/radio-settings>
- [7] Meshtastic: Mesh Broadcast Algorithm. <https://meshtastic.org/docs/overview/mesh-algo>
- [8] Base64 Guru: Base64 to Hex. <https://base64.guru/converter/decode/hex>
- [9] Cryptii: AES Encryption: Encrypt and decrypt online. <https://cryptii.com/pipes/aes-encryption>
- [10] Protogen: Online Protobuf Decoder. <https://protogen.marcgravell.com/decode>

Proto-Datei

```
syntax = „proto2“;
Nachricht Data {
    required float temperature = 1;
    required int32 humidity = 2;
    required int32 air_pressure = 3;
    required int32 wind_speed = 4;
    required int32 wind_direction = 5;
}
```

Codierung im Arduino

```
uint8_t buffer[128];
    Datennachricht =
    Data_init_zero;
    pb_ostream_t stream =
    pb_ostream_from_buffer(buffer,
    sizeof(buffer));

    message.temperature = 18.5;
    message.humidity = 60;
    message.air_pressure = 1015;
    message.wind_speed = 15;
    message.wind_direction = 260;

    bool status = pb_encode(&stream,
    Data_fields, &message);
```


Vertauschte Himmelsrichtungen in MMANA-GAL

Dr. MATTHIAS HORNSTEINER – DG4MHM

Das Antennensimulationsprogramm MMANA-GAL besitzt die Eigenart, in der Darstellung des Polardiagramms die Himmelsrichtungen zu vertauschen. Bei Verwendung der generierten Modelldatei in Software für Reichweitensimulationen kann dies zu falschen Ergebnissen führen.

In der MMANA-GAL-Version 3.5.3.82 [1] gibt es wieder einige Neuerungen. So kam mit der Schaltfläche *3D Far Field* eine 3D-Darstellung des Fernfeldes hinzu, und jede durchgeführte Simulation erstellt im Programmverzeichnis die Datei *temp.ant*, die sich u. a. in Programmen zur Reichweitenanalyse einlesen lässt.

Leider vertauscht MMANA-GAL im Polardiagramm jedoch die Himmelsrichtungen Ost und West. Bei der Simulation von Yagi-Antennen fällt der Lapsus nicht auf, da das Diagramm symmetrisch zur Längsachse der Antenne ist. Ist diese Symmetrie aber nicht mehr gegeben, zeigt MMANA ein widersprüchliches Verhal-

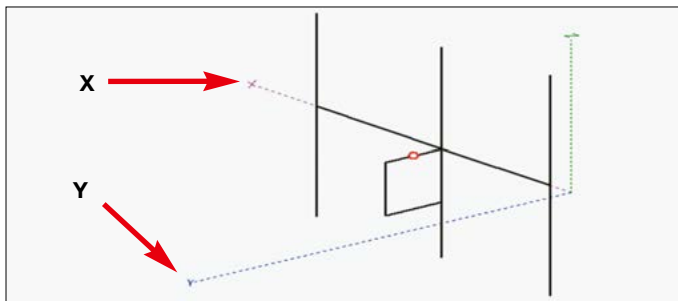


Bild 1:
MMANA-Darstellung
einer bewusst
fehlangepassten
3-Element-Yagi mit
Gamma-Match

Screenshots:
DG4MHM

Sie enthält das horizontale Richtdiagramm mit normierten Werten mit 1° Auflösung, sodass die Hauptstrahlrichtung den Wert 0 und alle anderen Richtungen negative Dezibelwerte erhalten.

Wichtig: Nach jeder neuen Simulation überschreibt MMANA die alte Datei *temp.ant* ohne vorhergehende Warnung! Einige weitere Neuerungen sind:

- maximale Segmentanzahl: 10000
- maximale Drahtanzahl: 600
- maximale Quellenanzahl: 100
- bis zu 20 Elementtradien (*Tapering-Funktion*)
- Fenster *Reflection* hinzugefügt
- Reiter *Boom correction* im Fenster *HF Tools* hinzugefügt
- verbesserte Berechnung bei geschlossenen Drähten
- verbesserte Gewinnberechnungen bei mehreren Speisepunkten
- verbesserte Displayinformation im Reiter *Calculation*
- verbessertes Speichermanagement für große Antennen
- verbesserte Grafik im Fenster *2D Far Fields*
- korrigierte Speicherzuweisung bei mehreren simultanen Fenstern
- Eine Textdatei mit Standardfrequenzen öffnet sich bei Doppelklick auf *Freq* im Reiter *Geometry*.

ten: Das horizontale Antennendiagramm passt nicht zu den numerischen Werten in Datei → *Winkel/Verstärkung Tabelle* (*.csv).

Diese Problematik soll am Beispiel einer bewusst schlecht angepassten 3-Element-Yagi mit Gamma-Match verdeutlicht werden, Bild 1. Für die Frequenz 105,1 MHz ergibt sich ein asymmetrisches Diagramm mit unterschiedlich geformten Nebenkeulen, Bild 2.

In der Wertetabelle tauchen starke Einzüge von über 20 dB bei den Azimuten 230° und 280° auf, im Diagramm finden wir sie bei 80° und 130°. Das Einlesen der

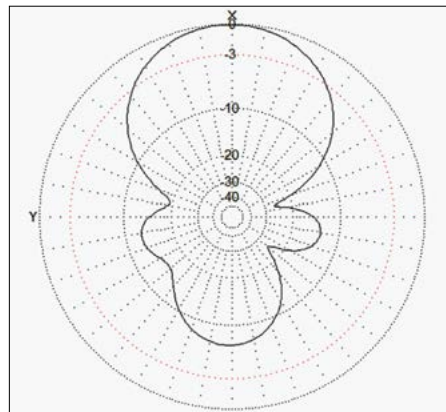


Bild 2: Horizontales Polardiagramm der bewusst fehlangepassten 3-Element-Yagi in MMANA-GAL

Werte im Antennenprogramm *PowerAnt* liefert das an der Längsachse gespiegelte Diagramm, Bild 3. Ein identisches Resultat erhält man beim Aufruf der Datei *temp.ant* im Ausbreitungssimulationsprogramm *Radiomobile* [2].

Dass MMANA „linksherum“ rechnet, lässt bereits die Achsenbeschriftung am Polardiagramm erahnen. Die Abszisse ist nämlich links mit einem Y beschriftet. Zudem sind die Azimute der rechten Diagrammhälfte mit negativen Werten versehen (–1° bis –179°), Azimute der linken Hälfte hingegen mit positiven (1° bis 179°). Ohne Vorzeichen verbleiben Nord- und Südrichtung.

Auch die Drehung des Antennenmodells ergibt keinen Aufschluss darüber, in welche Himmelsrichtung die Antenne nun zeigt. Man kann lediglich mit oder ent-

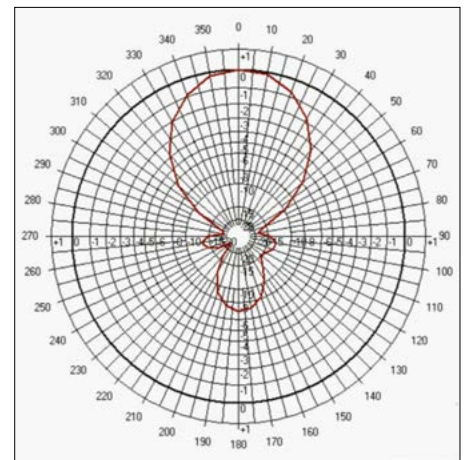


Bild 3: Horizontales Polardiagramm der bewusst fehlangepassten Yagi im Programm *PowerAnt*

gegen dem Uhrzeigersinn drehen, dies aber in feinen Schritten bis 0,1°. In der Tabelle findet sich jedoch die übliche Azimuteinteilung von 0° bis 359°. Für einen Gleichlauf zur Grafik ist daher in negativen Schritten zu zählen, also –1° oder –10° usw. Alle Azimute außer 0° und 180° erhalten ebenfalls ein negatives Vorzeichen.

Solange dieses Problem nicht behoben ist, muss man daran denken, dass MMANA-GAL das Horizontalendiagramm „von unten“ darstellt. Wünschenswert wäre zudem eine eindeutige Beschriftung mit den üblichen Azimut-Gradzahlen.

matthias.hornsteiner@yandex.ru

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Mori, M., JE3HHT; Schewelew, A., DL1PBD; Gontcharenko, I., DL2KQ: Deutsche Version von basic MMANA-GAL. <http://dl2kq.de/mmana/4-7.htm>
- [2] Coude, R., VE2DBE: Radio Mobile – Software zur Simulation der HF-Ausbreitung. www.ve2dbe.com

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (2)

Dipl.-Ing. RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Nach der Vorstellung des Konzepts und der Sendemodulplatinen im ersten Teil des Beitrags geht es im Folgenden um die praktische Realisierung der am Ein- und Ausgang der Endstufe verwendeten Diplexer. Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Aufbau der Breitband-Treiberstufe.

Wie aus dem Blockschaltbild ersichtlich, werden die beiden Verstärkerzweige von jeweils einem Diplexer am Eingang und am Ausgang abgeschlossen (siehe Bild 2 im ersten Teil des Beitrags).

■ Ein- und Ausgangsdiplexer

Diese Baugruppen dienen dazu, das 2-m- und das 70-cm-Signal dem jeweils richtigen Verstärkermodul zuzuführen. Wie bereits erwähnt, kommen zwei fertig erhältliche Diplexer-Module zum Einsatz [2]. Am Eingang der Endstufe sind lediglich 100 mW zu übertragen, während es am Ausgang bis zu 30 W sind, was die auf der Platine befindlichen SMD-Spulen überlasten würde. Deshalb wurden diese beim Ausgangsdiplexer entfernt und durch ein-

und die SMA-Buchsen ausreichend weit herausragen. Auch die Bodenplatte und der Gehäusedeckel wurden entsprechend angepasst. Die Buchsen bekamen passende Aussparungen in den Seitenwänden.

Zur Modifikation des Ausgangsdiplexers habe ich die SMD-Spulen der Einfachheit halber mit einem Seitenschneider herausgezwickelt. Anschließend wurden die Kapazitätswerte messtechnisch ermittelt und daraus über entsprechende Filterformeln die Induktivitätswerte berechnet. Dies führte zum Schaltplan gemäß Bild 9.

Tabelle 2 fasst die Wickeldaten der Spulen für den Ausgangsdiplexer zusammen. Diesen habe ich nach dem Aufbau mithilfe eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) abgeglichen. Im Modus

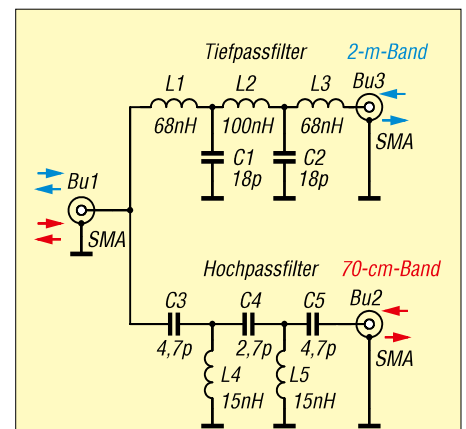


Bild 9: Schaltplan des Eingangs- und des Ausgangsdiplexers; der Unterschied besteht in der Bauform und damit der Belastbarkeit der verwendeten Spulen.

sators (VNA) abgeglichen. Im Modus *Continuously Sweeping* war dies durch vorsichtiges Zusammendrücken bzw. Auseinanderziehen der Luftspulen relativ einfach möglich. Man erkennt in Bild 7, dass für den 2-m-Zweig die Spulen L1 und L3 leicht auseinandergezogen werden mussten, während für L2 das Gegenteil galt. Für den 70-cm-Zweig war L5 leicht auseinanderzuziehen. In Bild 8 sind die erreichten Übertragungswerte zu sehen.



Bild 7: Eingangsdiplexer mit SMD-Spulen und Ausgangsdiplexer mit selbst angefertigten Luftspulen

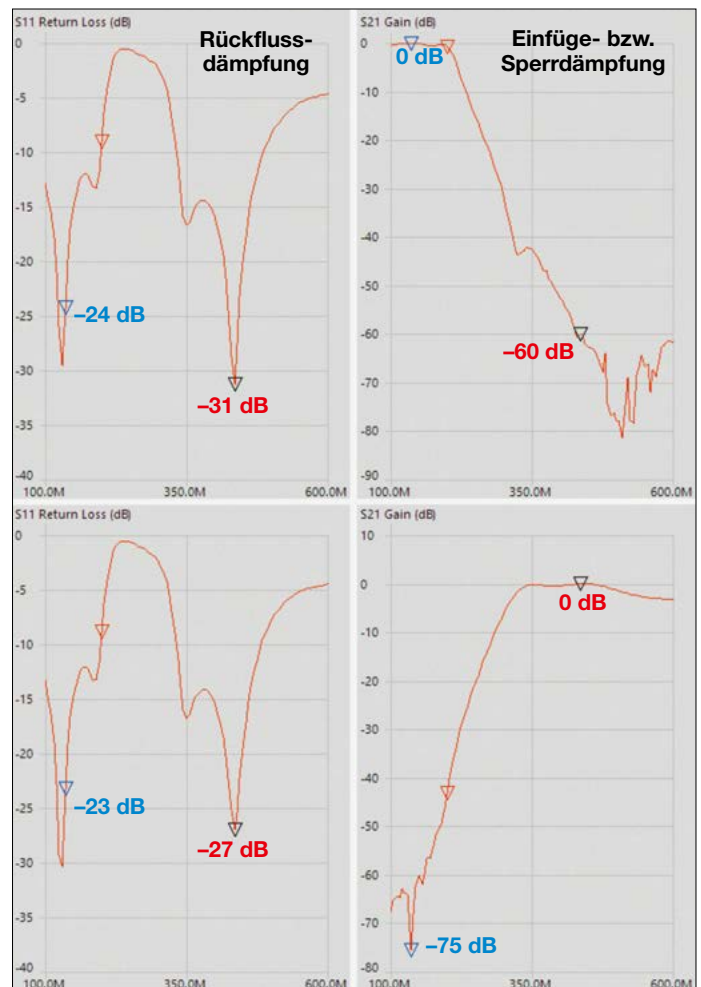
lagige Luftspulen ersetzt. In Bild 7 sind links der Eingangsdiplexer mit der Platine im Originalzustand und rechts der modifizierte Ausgangsdiplexer zu sehen. Beide wurden jeweils in einem Weißblechgehäuse mit den Abmessungen 55 mm × 55 mm × 30 mm untergebracht. Die Gehäuse habe ich in der Breite etwas gekürzt, sodass sie zur Leiterplatte passen

Tabelle 2: Wickeldaten der einlagigen Luftspulen im Ausgangsdiplexer

Bauteil	Wert	N	d	CuL
	[nH]	[Wdg.]	[mm]	[mm]
L1, L3	68	4	4,5	0,5
L2	100	4	5,5	0,5
L4, L5	15	2	3,5	0,5

Bild 8: Gemessene Übertragungsparameter des Ausgangsdiplexers; die blauen Markierungen betreffen das 2-m-Band und die roten das 70-cm-Band. Die Markerfrequenzen liegen bei 135 MHz bzw. 435 MHz. Oben sind die Werte für Rückfluss- und Durchgangsdämpfung des 2-m-Diplexerzweigs dargestellt. Die beiden unteren Diagramme betreffen den 70-cm-Zweig.

Fotos und Screenshots: DJ1MR



Die Werte der Einfügedämpfung waren besser als die des originalen Duplexers, der nur 0,3 dB im 2-m- und 0,7 dB im 70-cm-Band erreichte. Dies ist insbesondere auf die höhere Güte der verwendeten Luftspulen und den sorgfältigen Abgleich zurückzuführen, der mit SMD-Spulen nicht möglich ist.

Die aus der relativ hohen Rückflussdämpfung resultierenden SWV-Werte sind mit $s \leq 1,1$ auf beiden Bändern besser als die des Originals mit $s \leq 1,2$ auf 2 m und $s \leq 1,45$ auf 70 cm. Die Sperrdämpfung des 70-cm-Signals im 2-m-Zweig liegt bei etwa 60 dB und die des 2-m-Signals im 70-cm-Zweig bei etwa 75 dB. Diese Werte werden auch mit dem Original erreicht, was zeigt, dass die offenen Luftspulen entgegen anfänglicher Befürchtung die Sperrdämpfungswerte nicht verschlechtern.

■ 460-MHz-Tiefpassfilter für die 70-cm-Endstufe

Wie schon eingangs erwähnt, ist für den 70-cm-Signalweg ein zusätzliches Tiefpassfilter erforderlich, um die Oberwellen ausreichend zu unterdrücken. Dazu wurde mithilfe von *RFSim99* [5] die Schaltung gemäß Bild 10 entworfen. Für die beiden Kondensatoren ergaben sich rechnerische Werte von etwa 9,5 pF. Durch die Verwendung einer zweiseitig kaschierten Leiterplatte aus FR4 waren infolge der unvermeidlichen parasitären Kapazitäten jedoch nur 6,6 pF notwendig. Diese ließen sich durch zwei parallelgeschaltete 3,3-pF-Kondensatoren realisieren. Die Wickeldaten der Spulen sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Als Wickelhilfe diente ein 3,5-mm-Spiralbohrer. Der Abgleich des Filters erfolgte mithilfe eines VNA und durch Auseinanderziehen und Zusammendrücken der Spulen. Das Lay-

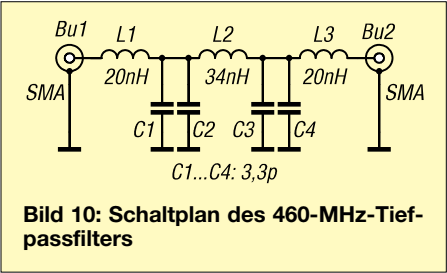
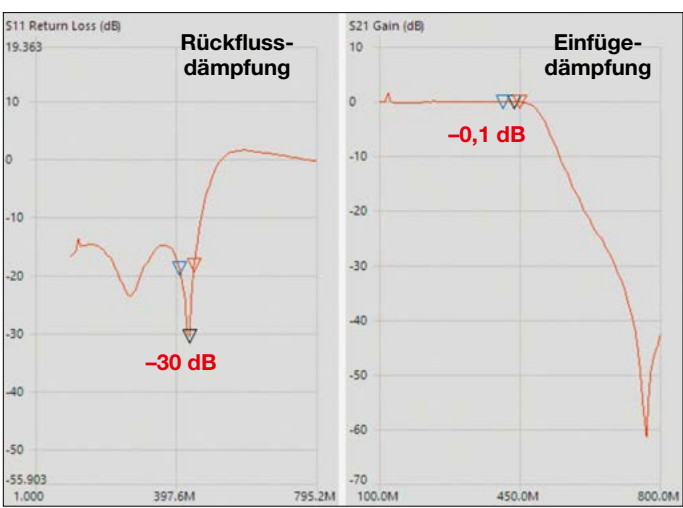


Tabelle 3: Wickeldaten der Luftspulen des Tiefpassfilters, Bild 10, und der Treiberstufe, Bild 12

Bauteil	Wert	N	d	CuL
TP	TR	[nH]	[Wdg.]	[mm]
–	L1	350	9	4,5
L1	L2	20	2	3,5
–	L3	350	9	4,5
L2	L4	34	3	3,5
L3	L5	20	2	3,5

Bild 11: Gemessene Übertragungsparameter des 460-MHz-Tiefpassfilters; die zu den angegebenen Werten gehörende Markerfrequenz beträgt 436 MHz.

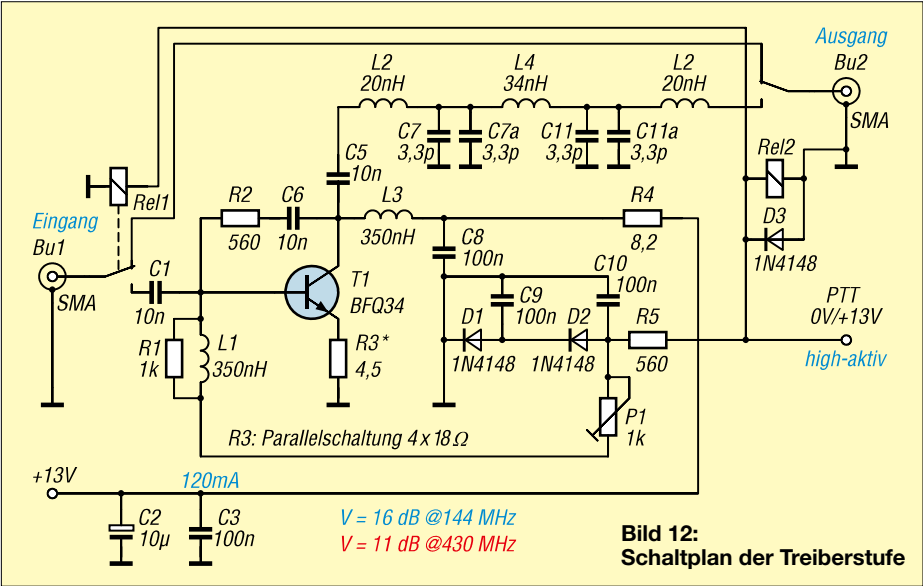


out der Filterplatine wird nach Abschluss des Beitrags im Download-Bereich auf www.funkamateur.de zu finden sein. Das 460-MHz-Tiefpassfilter erhielt am Ein- und Ausgang jeweils eine SMA-Buchse und wurde in ein Weißblechgehäuse eingebaut. Bild 11 zeigt die am Mustersaufbau ermittelten Messwerte. Links sieht man den wellenförmigen Verlauf der Rückfluss- bzw. Reflexionsdämpfung, wie er für *Tschebyscheff*-Tiefpassfilter typisch ist. Die Weitabselektion ist ausreichend hoch und beträgt bis 1 GHz etwa 40 dB. Ein Dämpfungspol von 60 dB ergibt sich bei etwa 800 MHz (rechtes Diagramm). Das SWV beträgt $s = 1,06$, was einer Rückflussdämpfung von $a_r \approx 30$ dB entspricht.

■ Breitband-Treiberstufe

Aufgrund der 3-dB-Dämpfungsglieder am Eingang der Modulsteuerplatinen und der geringen Steuerleistung von nur etwa 100 mW war eine zusätzliche Treiberstufe mit einem UHF-Transistor vom Typ BFGQ34 im Sendesignalweg erforderlich.

Der genannte Transistor hat eine Grenzfrequenz von 4 GHz. Er kann auf 800 MHz eine Leistung von 400 mW im 1-dB-Kompressionspunkt bereitstellen und ist damit gut für diese Aufgabe geeignet. Die Unterdrückung der Intermodulationsprodukte 3. Ordnung liegt bei einem Ruhestrom von 120 mA bei 60 dBc. Anstelle des BFGQ34 sind auch der ECG362 von *Philips* oder der 2N5944 von *Microsemi* verwendbar. Für diese Aufgabe lassen sich aber auch moderne UHF-MOSFETs einsetzen. Bild 12 zeigt den Schaltplan der Treiberstufe. Er ähnelt dem der im QO-100-SDR-Transceiver [1] eingesetzten Treiberverstärker für den *Pluto Plus*. Die Unterschiede bestehen im Wesentlichen in einem höheren Ruhestrom, einem zusätzlichen PTT-Eingang über R5 sowie im Transistortyp. Außerdem wurde der Bandpass-IC vom Typ TA0692 durch ein fünfpoliges Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 460 MHz ersetzt. Aus diesem Grund kann der Verstärker sowohl im 2-m- als auch im 70-cm-Band arbeiten. Durch das Filter werden alle Oberwellen



ab 500 MHz wirksam unterdrückt, was sich aus Bild 13 ableiten lässt.

Der Emitterwiderstand R3 besteht aus vier parallelgeschalteten 18- Ω -Widerständen, zwei an jedem der beiden Anschlüsse des Emitters, sodass sich insgesamt 4,5 Ω ergeben. Infolgedessen ist keine nennenswerte Erwärmung der Widerstände bei einem Kollektorstrom von 120 mA und aktiviertem PTT-Eingang feststellbar.

Beide Relais sind beim Senden aktiviert, sodass die Treiberstufe dann im Signalweg liegt. Während des Empfangs sind beide Relais abgefallen und das von der Antenne kommende Signal wird zum Transceiver durchgeschaltet.

Das SWV des Eingangs liegt im 2-m-Band bei $s = 1,4$ (in Bild 13 blau markiert) und im 70-cm-Band bei $s = 1,5$ (rot markiert). Die Verstärkung beträgt auf dem 2-m-Band etwa 16 dB und auf dem 70-cm-Band etwa 11 dB. Die zweite Oberwelle wird auf 70 cm bereits um 47 dB unter-



Bild 14: Vollständig bestückte Platine der Treiberstufe

drückt. Die Layoutdaten der Platine werden nach Abschluss des Beitrags ebenfalls im Download-Bereich auf www.funkamateur.de bereitgestellt.

Die Wickeldaten für L1 bis L5 sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Das in der Treiberstufe (TR) verwendete Tiefpassfilter ist praktisch mit dem identisch, welches

auch für die 70-cm-Endstufe zum Einsatz kommt (TP). Alle Luftspulen sind einlagig. Durch Zusammendrücken oder Auseinanderziehen der Wicklungen kann man den Frequenzgang der Treiberstufe und auch das Eingangs-SWV beeinflussen. Bild 14 zeigt den Aufbau der Treiberstufe auf der neu entwickelten Platine.

Die Treiberstufe wurde in ein Schubert-Weißblechgehäuse vom Typ 6 nach Verkleinerung auf die Abmessungen 45 mm \times 82 mm \times 30 mm eingebaut. Solche Gehäuse sind z. B. bei www.schubert-gehaeu.se.de oder www.stecker-shop.net erhältlich. Der PTT-Eingang, die Betriebsspannungszuführung und der Masseanschluss sind zusätzlich mit 470-pF-Durchführungskondensatoren abgeblockt. Diese sind in Bild 12 nicht eingezeichnet.

(wird fortgesetzt)

Literatur

- [5] Bolch, P.: RFSim99 – ein Freeware-Programm zur HF-Schaltungssimulation. FUNKAMATEUR 50 (2001) H. 1, S. 33–35; H. 2, S. 159–161; Software enthalten auf FA-Jahrgangs-CD-ROM 2016, Bezug: FA-Leserservice [FC-016](#) bzw. [FCA-016](#)

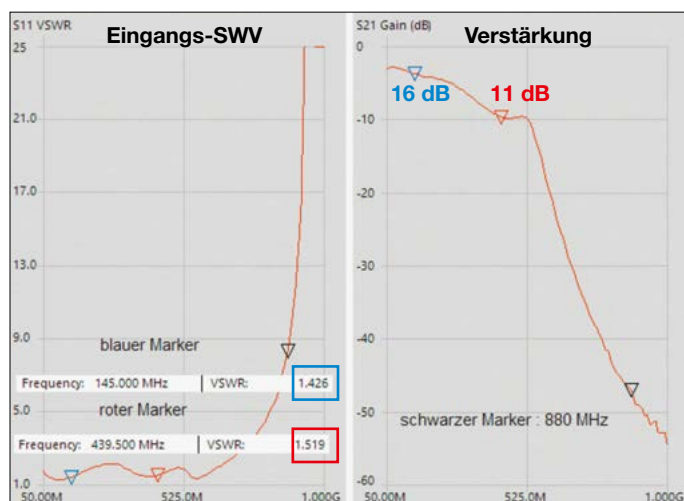


Bild 13: Messwerte für Eingangs-SWV und Verstärkung der Treiberstufe im 2-m-Band (blau) und im 70-cm-Band (rot), hier über ein vorge-schaltetes 20-dB-Dämpfungsglied aufgenommen

Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.

Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großes 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
 Telefon +49 (0)4342 90786-0

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

BATRONIX

Testgerät zur Fehlererkennung bei I²C-Bussystemen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Der I²C-Bus entwickelte sich ab 1992 zu einem Standardverfahren der Datenübertragung zwischen Modulen und Schaltkreisen innerhalb von Geräten. Mittlerweile besitzt nahezu jeder Mikrocontroller entsprechende Anschlüsse und es stehen diverse Sensoren mit I²C-Bus zur Verfügung. Da die Datenübertragung jedoch einem festgelegtem Ablauf folgen muss und stets nur ein Master aktiv sein darf, können Fehler auftreten. Das nachfolgend beschriebene Testgerät hilft in solchen Fällen bei der Suche nach den Ursachen.

Bereits in den 1970er-Jahren, als die ersten Mikrocontroller entwickelt und produziert wurden, war es notwendig, Daten separater Baugruppen zu empfangen und nach der Verarbeitung an andere Teilschaltungen auszugeben. Die Übertragung erfolgte anfangs über einfache serielle oder parallele Bussysteme.

sprünglichen 112 Knoten seitdem bis zu 1136 unterstützt.

Ab Mitte der 1990er-Jahre wurde die I²C-Technologie auch von einigen anderen Schaltkreisherstellern zur Bezeichnung von Philips-kompatiblen I²C-Systemen verwendet. Laut Wikipedia wurde der I²C-Bus bis zum Jahr 1998 in mehr

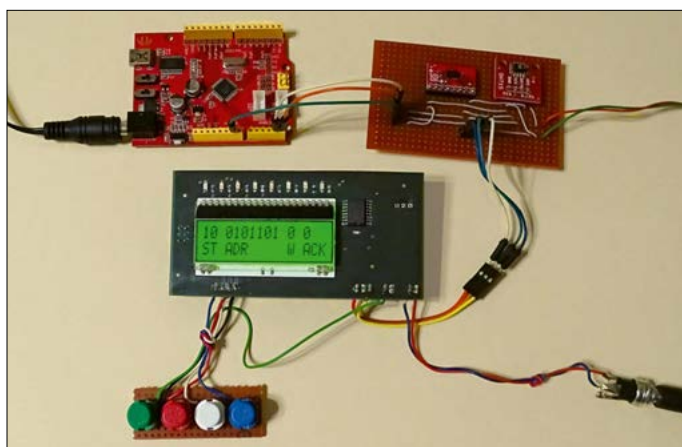


Bild 1:
Versuchsaufbau
mit einem Arduino-
Board zum Test
der Kommunikation
auf einem
I²C-Bussystem; feh-
lerhaft übertragene
Sequenzen werden
auf dem LC-Display
invertiert darge-
stellt.

Foto: Sander

Varianten des I²C-Busses

Philips stellte schon damals viele auf Mikrocontrollern basierende Geräte her. Die bis dahin zur Verfügung stehenden Bussysteme waren jedoch technisch aufwendig und in einigen Fällen zu langsam. Um Baugruppen innerhalb eines Geräts schneller und mit weniger Bauelementen realisieren zu können, entwickelte Philips 1982 den I²C-Bus (engl. *Inter-Integrated Circuit Bus*). Die ersten Mikrocontroller mit diesem Bussystem waren die der Serie MAB8400. Philips setzte diese in Fernsehgeräten, CD-Playern und anderen Geräten ein.

Die erste standardisierte Spezifikation 1.0 wurde erst 1992 veröffentlicht. Diese ergänzte den ursprünglichen Standard mit 100 kBit/s Übertragungsrate um einen neuen, schnelleren Modus (*Fast-Mode*) mit 400 kBit/s. Außerdem wurde der Adressraum um einen 10-Bit-Modus erweitert, sodass der I²C-Bus statt der ur-

als 1000 verschiedene IC-Typen implementiert und etwa 50 Firmen hatten Lizenzen erworben. Der I²C-Bus wurde quasi zum Standard bei industriellen Anwendungen.

Atmel führte aus lizenzrechtlichen Gründen die heute noch von einigen anderen Herstellern verwendete Bezeichnung TWI (*Two-Wire-Interface*) für eine Zweidrahtschnittstelle ein. Technisch sind TWI und I²C-Bus nahezu identisch.

Das ursprüngliche Patent lief 2006 aus. Seither ist die I²C-Technologie lizenzfrei nutzbar.

Bereits mit *Version 2.0* aus dem Jahr 1998 kam mit dem *Hs-mode* ein Hochgeschwindigkeitsmodus für bis zu 3,4 MBit/s hinzu, wobei die Strom- und Spannungsanforderungen in diesem Modus gesenkt wurden. Die 2007 veröffentlichte *Version 3.0* wartete mit dem zusätzlichen Modus *Fm+* (*Fast-mode Plus*) auf, in dem Daten mit bis zu 1 Mbit/s übertragen werden

können. Im Gegensatz zum *Hs-Modus* verwendet *Fm+* das gleiche Protokoll wie die Modi mit 100 kBit/s und 400 kBit/s.

2012 wurde mit der Spezifikation *Version 4* und dem *Ultra-Fast-Mode* (*Ufm*) ein noch schnellerer Modus eingeführt, der unidirektionale Übertragungsraten von bis zu 5 Mbit/s unterstützte. Einige Fehler wurden mit der *Version 5* im selben Jahr bzw. der *Version 6* 2014 korrigiert. Ab 2021 ersetzen die Entwickler in der gesamten Spezifikation die Begriffe *Master* und *Slave* durch *Controller* (Steuerung) und *Target* (Ziel). Da im allgemeinen Sprachgebrauch im Zusammenhang mit dem I²C-Bus aber weiterhin *Master* und *Slave* verwendet werden, nutze ich diese Begriffe auch hier.

Funktion des I²C-Busses

Die Übertragung in I²C-Bussystemen erfolgt nach dem Master-Slave-Verfahren. Dabei ist an die Übertragungsleitungen des Busses ein einziges als Master arbeitendes Modul angeschlossen, welches die Übertragungsvorgänge aller am Bus angeschlossenen Slave-Module steuert. Der Master ruft über die Adresse den entsprechenden Slave auf. Ohne einen solchen Befehl dürfen Slave-Module nichts senden. Ebenso können Slave-Module kein anderes Modul zur Datenübertragung auffordern.

Erst später wurde das I²C-Protokoll durch das Multi-Master-Prinzip erweitert, das jedoch eine größere Wahrscheinlichkeit für Übertragungsfehler mit sich bringt.

Bei den zu Übertragungsfehlern führenden Datenkollisionen lassen sich nach einer Kontrolle der ausgegebenen Daten diese nochmals ausgeben. Doch dies verringert einerseits die Übertragungsgeschwindigkeit und erfordert andererseits zusätzliche Softwarekomponenten und Mikrocontrolleranschlüsse.

Zur fehlerfreien Datenübertragung ist beim Einlesen der Bits auf der Empfängerseite die synchrone Zuordnung der Bits zur Taktfrequenz wichtig. Die über den I²C-Bus miteinander verbundenen Module können mit unterschiedlichen Frequenzen getaktet werden. Meist nutzt man jedoch einen Wert, der sich durch Teilung der Prozessortaktfrequenz einfach realisieren lässt.

Durch Fertigungstoleranzen und längere Leitungen können Frequenzverschiebungen entstehen. Deshalb kommen bei der synchronen Datenübertragung zwei Leitungen zum Einsatz: SCL und SDA. In Bild 4 ist der Aufbau des I²C-Bussystems dargestellt. Über SCL (engl. *Serial*

Clock) wird das Taktsignal und über SDA (Serial Data) das Datensignal übertragen.

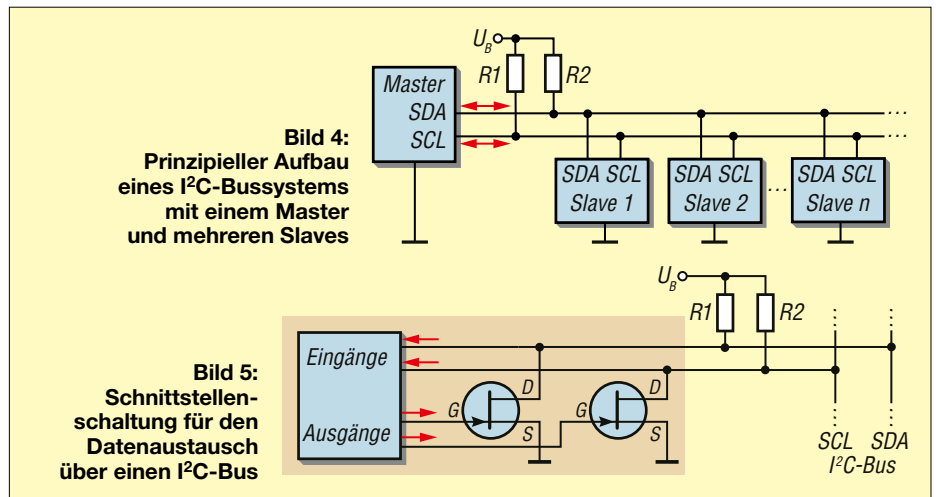
Da jeder Master und jeder Slave im Laufe des Übertragungsvorgangs auch die Funktion des anderen übernehmen, muss jeder Anschluss sowohl als Ein- als auch als Ausgang arbeiten können. Daher ist an jedem Leitungsanschluss neben dem Logikeingang stets ein Feldeffekttransistor am Ausgang vorhanden, wie in Bild 5 dargestellt. Dieser arbeitet als Open-Drain-Schalter.

Die SDA- und die SCL-Leitung sind über die Widerstände R1 und R2 mit der Betriebsspannung verbunden. Im Ruhezustand, also wenn kein FET im gesamten Bussystem durchsteuert, werden die Pegel beider Leitungen durch die Pull-up-Widerstände R1 und R2 auf High gezogen. Steuert einer der irgendwo an der Busleitung liegenden FETs durch, wird der Pegel dieser Leitung im gesamten Bussystem auf Low-Potenzial gezogen.

Jedes Modul, dessen FETs sich im Ruhezustand befinden und das somit als Slave arbeitet, liest taktgesteuert die Daten auf dem Bus mit. Nur wenn die dabei auch übertragene Adresse zum Modul passt, darf es anschließend über die eigenen FETs den Bus ansteuern, um so Daten zum Master-Modul zu übertragen.

In Bild 2 ist das Prinzip der Übertragung eines Datenblocks dargestellt. Im Ruhezustand liegen die Pegel von SDA und SCL auf High. Die Übertragung beginnt mit dem Startsignal. Dazu wird SDA auf Low geschaltet. Nach dem zeitlichen Abstand, der der halben Länge eines Bits entspricht, wird auf SCL der Pegel ebenfalls auf Low gezogen.

Nach dem gleichen zeitlichen Abstand beginnt die Übertragung der Datenbits durch eine auf SDA ausgegebene Low/High-Folge. In der Mitte jedes Bits wird die SCL-Leitung kurz auf High geschaltet. Mit diesen Impulsen ist eine synchrone



Datenübertragung gewährleistet, der angesprochene Slave kann so die Bits einlesen.

Liest der Master gleichzeitig das ausgegebene Signal wieder ein, kann er es mit dem Sollsignal vergleichen. Stimmen beide Signale überein, war die gesendete Bitfolge fehlerfrei. Bei dem bereits kurz beschriebenen Multi-Master-System wird die Datenübertragung sofort abgebrochen, wenn ein Fehler erkannt wurde. Die Wiederholung erfolgt dann zu einem späteren Zeitpunkt, was zwangsläufig zu Verzögerungen bei der Datenübertragung führt.

Wurde die gesendete Bitfolge vollständig empfangen, bestätigt der angesprochene Slave nach jedem Byte die Übertragung durch das Bit ACK (Acknowledge). Er zieht dafür die SDA-Leitung für die Dauer eines Bits auf Low. Erst wenn der Master das ACK empfangen hat, sollte er die Datenübertragung fortsetzen. Am Ende der Übertragung schaltet der Master seine beiden FETs ab, sodass die SCL- und die SDA-Leitung durch die Pull-up-Widerstände auf High gezogen werden.

Das Taktsignal SCL wird bei der Datenübertragung zwischen Master und Slave unabhängig von der Übertragungsrich-

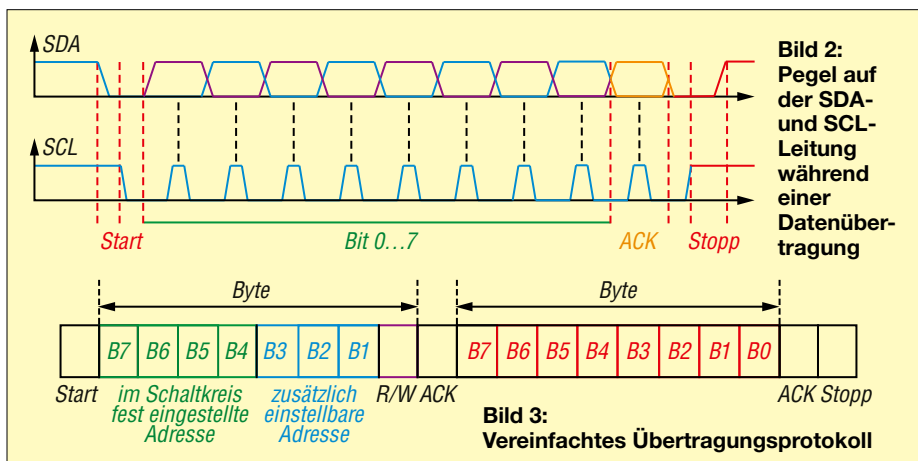
tung immer vom Master erzeugt. Nur dies garantiert eine synchrone Übertragung.

In Bild 3 ist die vereinfachte Form des Datenprotokolls dargestellt. Nach dem Startsignal sendet der Master das erste Byte, in dem die Adresse des angesprochenen Slave enthalten ist. Die Bits B4 bis B7 entsprechen der Adresse, die im Slave-Schaltkreis durch den jeweiligen Hersteller vorgegeben wurde. Jede IC-Serie besitzt ihre eigene Adresse, sodass sich unterschiedliche IC-Typen über denselben Bus ansteuern lassen.

Die Bits B1 bis B3 werden über eine entsprechende Beschaltung der IC-Pins am Slave vorgegeben. Auf diese Weise lassen sich bis zu acht ICs desselben Typs am I²C-Bus betreiben. Die Adressvorgabe für die Bits B1 bis B3 erfolgt, indem man den jeweiligen Adresspin am IC mit Massepotenzial oder der Betriebsspannung verbindet. Mithilfe des R/W-Bits (Position von Bit 0) bestimmt der Master-IC, ob weitere Daten folgen (R/W = 0) oder ob der Slave Daten senden soll (R/W = 1).

Gerade bei den in der Industrie verwendeten Slave-Schaltkreisen machte die technische Entwicklung eine Adressraumvergrößerung notwendig, da die ursprünglich über die Bits B7 bis B4 adressierbaren 16 IC-Typen nicht mehr ausreichten. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, kann der Master die vollständige Adresse auf zwei Bytes verteilt ausgeben. Da sich dann in der Regel einige lange und kurze Adressen überschneiden, ist nur eine begrenzte Anzahl kurzer Adressen in so einem gemischten Bussystem nutzbar. Ansonsten würden zwei Slaves nach der Erkennung des ersten Adressbytes eine Bestätigung ausgeben.

Sendet der Master Daten, bestätigt der angesprochene Slave jedes Byte über ACK. In Gegenrichtung quittiert der



Master den Empfang von Daten vom Slave ebenfalls über ACK.

Der Master kann die Übertragung jederzeit durch den Stoppbefehl beenden. Dazu werden SCL und SDA auf High gesetzt, was praktisch dem Ruhezustand entspricht.

I²C-Testgerät

Die Ursachen für Kommunikationsfehler sind vielfältig. So kann man sich bereits beim Aufbau eines Bussystems Probleme „einbauen“, wenn die Adressen der angeschlossenen Module nicht korrekt eingestellt sind, sich also nicht voneinander unterscheiden. Dann gibt es später Datenkollisionen, weil zwei oder mehrere Slaves Daten auf dem Bus übertragen.

Auch dann, wenn die am Bus liegenden Module unterschiedliche Betriebsspannungen nutzen und somit die Spannungspiegel der übertragenen Daten nicht übereinstimmen, kann es zu Übertragungsfehlern kommen.

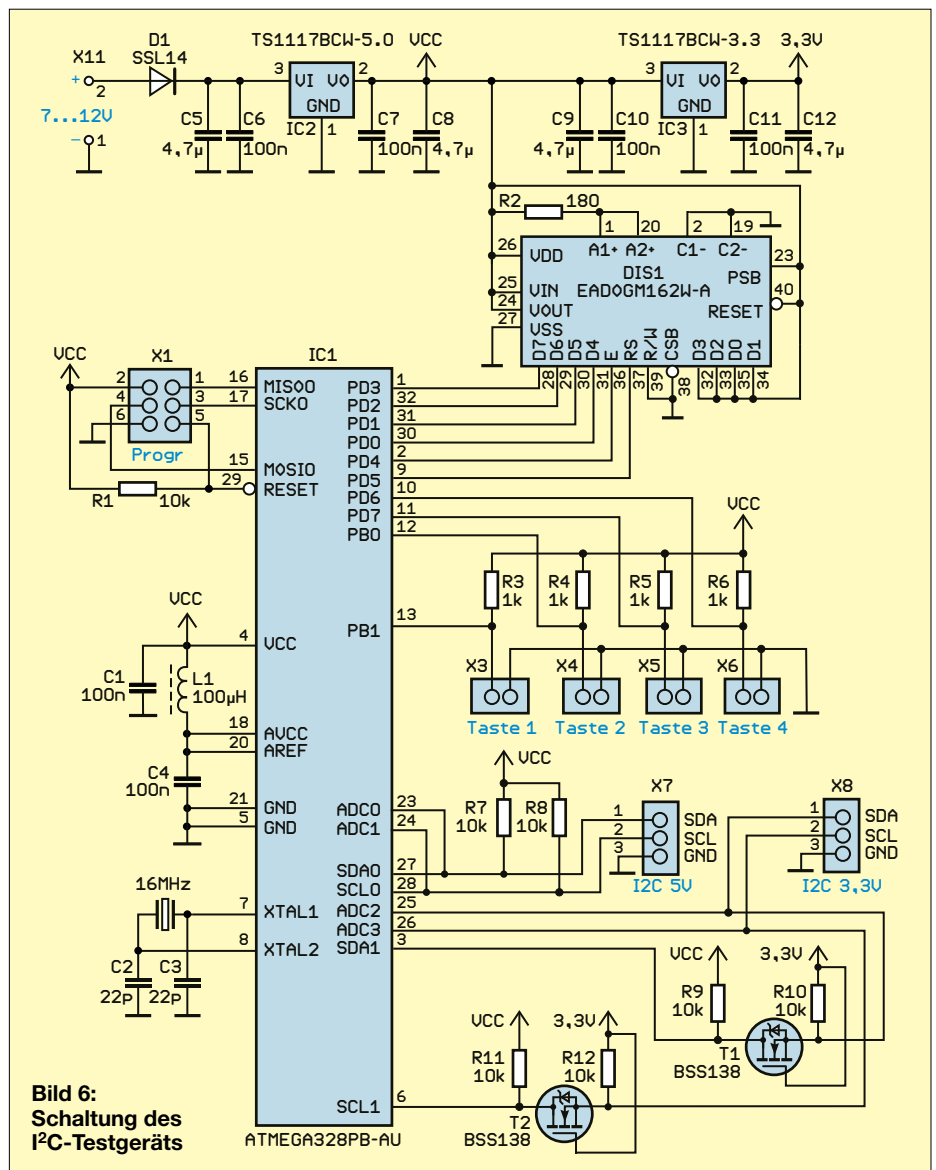
Eine weitere Möglichkeit für Fehler sind die Pull-up-Widerstände. Bei den meisten I²C-Schaltkreisen sind diese bereits integriert und standardmäßig oft aktiviert. Es darf jedoch nur ein Widerstandspaar im gesamten Bussystem existieren. Anderenfalls wären zwei oder mehr Widerstände parallelgeschaltet, was die Spannungspegel an den Busleitungen verfälschen könnte.

Das hier beschriebene Testgerät zeigt sowohl die Pegel auf den Busleitungen als auch die übertragenen Adressen und Daten an. Es erlaubt dadurch Rückschlüsse auf die Ursache und für eine nachfolgende Korrektur.

Die Schaltung des I²C-Testgeräts ist in Bild 6 dargestellt. Der hierbei eingesetzte ATmega328PB-AU hat gegenüber einem ATmega328P-AU den Vorteil, dass zwei unabhängige I²C-Bussysteme integriert sind.

Um die Daten auf dem I²C-Bus möglichst genau einlesen und ausgeben zu können, wird der Mikrocontroller mit 16 MHz getaktet. Der erste I²C-Bussanschluss an den Pins SDA0 und SCL0 des Mikrocontrollers ist direkt auf den Steckverbinder X7 herausgeführt. Da der Mikrocontroller mit 5 V versorgt wird, lassen sich dort zu testende I²C-Geräte anschließen, die ebenfalls mit 5 V arbeiten. Beide Leitungen sind zusätzlich mit den Eingängen ADC0 und ADC1 des in den Mikrocontroller integrierten A/D-Umsetzers verbunden. Auf diese Weise lassen sich die Spannungspegel beider I²C-Bussignale messen.

Es gibt mittlerweile viele Schaltkreise und Module, die mit einer Betriebsspan-



nung von 3,3 V versorgt werden und bei denen somit auch am I²C-Bus 3,3 V anliegen. Für dieses Bussystem verwende ich das zweite I²C-Bussystem des Mikrocontrollers mit den Pins SDA1 und SCL1. Da der Mikrocontroller jedoch mit 5 V arbeitet und somit auch Logikpegel mit diesen Spannungswerten an den Pins SDA1 und SCL1 ausgibt, sind auf dem Weg vom und zum Steckverbinder X8 zwei Pegelwandler zwischengeschaltet. Beim I²C-Bus sind nur solche Pegelwandler verwendbar, die bidirektional arbeiten. Das bedeutet, dass der Pegel in beiden Übertragungsrichtungen und somit von 5 V auf 3,3 V sowie umgekehrt anzupassen ist.

In [1] habe ich bereits Schaltungen für uni- und bidirektionale Pegelkonverter erläutert. Hier setze ich den dort beschriebenen bidirektionalen Pegelkonverter mit einem N-Kanal-MOSFET ein. Der BSS138 lässt sich mit niedriger Gate-Spannung ansteuern. Am Drain des

MOSFETs ist ein Widerstand angeschlossen, der mit der höheren Spannung (hier 5 V) verbunden ist. Der als Ein- und Ausgang genutzte Source-Anschluss ist über einen zweiten Widerstand mit der niedrigeren Betriebsspannung (hier 3,3 V) verbunden. Gleichzeitig liegt das Gate direkt an 3,3 V.

Sobald auf der Busseite Low-Pegel am Source-Anschluss erscheint, ist die Gate-Source-Spannung positiv. Der MOSFET steuert dann durch und auf der 5-V-Seite ist am Drain-Ausgang Low-Pegel vorhanden. Bei einem High-Pegel am Bus und somit am Gate-Eingang liegen Source und Gate auf demselben Potenzial. Der MOSFET sperrt und der Ausgang wird durch den Widerstand R2 auf High gezogen.

Eine Diode ist im BSS138 bereits eingebaut. Liegt am Eingang des Mikrocontrollers Low-Pegel, leitet die Diode und der am Bus liegende Source-Anschluss besitzt ebenso Low-Pegel. Bei einem

High-Pegel vom Mikrocontroller bleibt der MOSFET gesperrt und der Pegel am Source-Anschluss wird durch den dortigen Widerstand auf 3,3 V gezogen.

Dieser in beide Richtungen arbeitende Konverter ist für jede der 3,3-V-Busleitungen des Testgeräts erforderlich.

Bei digitalen Schaltungen können auf dem Betriebsspannungszweig Störsignale vorhanden sein. Um diese möglichst stark zu dämpfen, ist dem analogen Betriebsspannungsanschluss AVCC und dem Referenzspannungseingang AVREF das aus L1 und C4 bestehende Tiefpassfilter vorgeschaltet.

Zur Darstellung der Test- und Messergebnisse dient das LC-Display EA-DOGM162W-A, das die Anzeige von je 16 Zeichen in zwei Zeilen ermöglicht. Die Ansteuerung erfolgt hier im sogenannten *Nibble*-Modus, wodurch nur vier statt acht Datenleitungen zum Mikrocontroller erforderlich sind. Die Steuerung erfolgt über die Anschlüsse E und RS des Displays bzw. PD4 und PD5 des Mikrocontrollers.

Es ist ratsam, das LC-Display mit einer Hintergrundbeleuchtung zu versehen. Dann lässt sich die Anzeige selbst bei ungünstigen Lichtverhältnissen noch gut ablesen. Die gewählte Beleuchtung besitzt dafür zwei LED-Ketten. Deren Katen (Pin 2 und Pin 19) liegen an Masse, während die Anoden (Pin 1 und Pin 20) gemeinsam über dem Vorwiderstand R2 an die Betriebsspannung angeschlossen sind.

Für die im Abschnitt *Firmware* beschriebene Bedienung des Testgeräts sind vier Tasten an X3 bis X6 anzuschließen.

Die Baugruppe lässt sich aus einer Spannungsquelle mit 7 V bis 12 V versorgen. Der Spannungsregler IC2 stabilisiert diesen Wert auf 5 V und der nachgeschaltete Spannungsregler IC 3 auf 3,3 V. Zur Vermeidung von Störungen ist es sinnvoll,

für die Versorgung des Testgeräts kein Steckernetzteil zu verwenden. Besser geeignet sind eine Batterie oder ein Akkumulator.

Firmware

Die Firmware des I²C-Testgeräts habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Sie misst nach dem Einschalten des Geräts die Spannungen an der SDA- und der SCL-Leitung des für 5 V vorgesehenen I²C-Busses an X7. Die Umschaltung auf den mit 3,3 V arbeitenden I²C-Bus an X8 kann vor dem Start des Tests durch eine kurze Betätigung der Taste 1 erfolgen. Welcher Bus ausgewählt wurde, wird nach der Tastenbetätigung kurz durch *I2C-Bus 5V* bzw. *I2C-Bus 3,3V* in der ersten Zeile angezeigt. Da noch keine Daten ausgegeben oder empfangen werden oder kein Bus angeschlossen ist, sollten die Pegel jeweils 5 V bzw. 3,3 V betragen.

Während einer Übertragung müssen die Spannungen an den Leitungen jeweils kurzzeitig auf nahe 0 V sinken. Wird dieser Wert nicht erreicht, erscheint eine Fehlermeldung auf dem Display. Dazu nachfolgend mehr.

Die Betätigung der Taste 4 startet den Test, bei dem ausgesendete und empfangene Datenblöcke in Zeile 1 angezeigt werden. Während des Tests fungiert die Taste 1 zur Umschaltung zwischen der Ausgabe von Binär- und Hexadezimalzeichen. Die Tasten 2 (rückwärts) und 3 (vorwärts) ermöglichen das Verschieben der angezeigten Daten und somit das Navigieren in dem in der Regel längeren Bereich.

Auf der unteren Zeile werden die dem jeweiligen Bit oder Byte zugeordneten Begriffe angezeigt: beim Startbit *ST*, beim Adress- oder Datenbyte *ADR* bzw. *DAT*, gefolgt von *R* oder *W* und *ACK* als Bestätigung sowie *SP* für das Stoppsbit.

Eine Betätigung der Taste 4 beendet die Anzeige des aktuellen Datenblocks und startet die Anzeige des nächsten in einer neuen Testreihe.

Datenkollisionen durch gleichzeitig sendende Slaves treten meist in Form fehlerhaft übertragener Start- oder Stopp-Bits zutage. Diese werden auf dem Display durch eine invertierte Anzeige markiert. Ebenso wird eine nicht eingetretene Bestätigung *ACK* signalisiert. In letzterem Fall existierte kein Slave mit der vom Master ausgegebenen Adresse im Bussystem oder der Slave hatte aufgrund einer fehlerhaft eingestellten Adresse nicht reagiert.

Nachbau

Für den Nachbau des I²C-Testgeräts habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage ist sie bei [2] einzeln oder als Bausatz mit programmiertem Mikrocontroller erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Der Bestückungsplan der 85 mm × 58,5 mm großen Platine ist in Bild 7 dargestellt. Bis auf Display, Schraubklemmen, Stiftleisten und Tasten finden SMD-Bauelemente Verwendung. Deren Bestückung sollte anhand der in [3] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben möglich sein.

Bevor man im nächsten Schritt das LC-Display auflötet, sind von dessen Rückseite und von der Vorderseite der Hintergrundbeleuchtung die Schutzfolien zu entfernen. Die Hintergrundbeleuchtung ist dann auf das Display zu stecken und deren vier Kontakte mit denen des Displays zu verlöten. Erst dann werden das so vorbereitete Display auf die Vorderseite der Platine gesteckt und alle Pins angelötet.

Nach dem Einlöten der anderen bedrahteten Bauelemente und dem Anschluss der Versorgungsspannung sowie der Tasten kann der Test am I²C-Bussystem beginnen. Die Verbindung mit dem I²C-Bus erfolgt im einfachsten Fall über drei an die Stiftleisten X7 und X8 für SDA, SCL und GND angeschlossene Drähte mit Bananenstecker.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Uni- und bidirektional arbeitende Pegelkonverter. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 6, S. 446–447
- [2] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

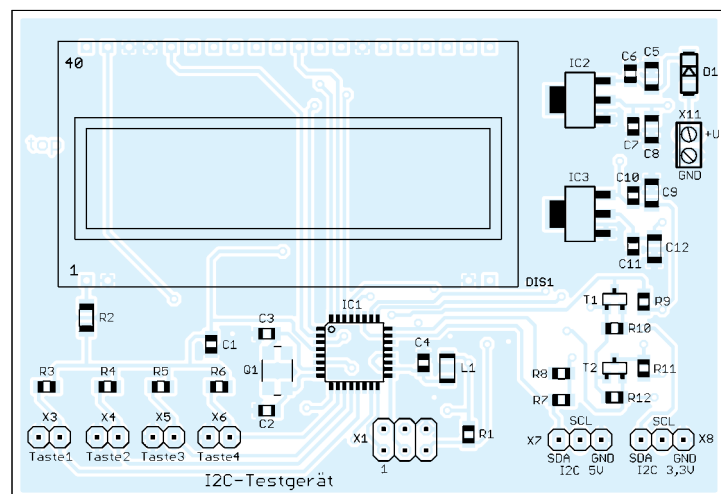


Bild 7:
Bestückungsplan des I²C-Testgeräts; Originalabmessungen 85 mm × 58,5 mm

Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern (2)

THOMAS SCHILLER – DC7GB

Nach einigen grundlegenden Ausführungen zur Verstärkerklassifizierung im ersten Teil des Beitrags setzt der zweite Teil die Beschreibung der Arbeitsweise eines Klasse-D-Verstärkers fort und geht auf Details der Schaltungsdimensionierung ein. Zum Abschluss werden einige Beispielanwendungen aufgezeigt.

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass der Schaltstufe eines Klasse-D-Verstärkers besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Optimierung der Schaltstufe

Der störende Querstrom lässt sich stark vermindern, wenn man jeden der beiden Endstufentransistoren mit zeitlich minimal verschobenen Signalen ansteuert. Diese Methode ist in Bild 8 vereinfacht und im Interesse der besseren Verständlichkeit stark übertrieben dargestellt.

Der aktuelle Zustand *Ein* bzw. *Aus* der beiden FETs ist im Diagramm mit eingezeichnet. Aus dem Eingangssignal U_{INP} der Endstufe werden zwei nicht überlappende Signale T_{PMOS} und T_{NMOS} erzeugt, mit denen sich das Einschalten des schnelleren N-MOSFET um die Zeit t_{DL} (in Bild 8 braun hinterlegt) geringfügig verzögert. Im besten Fall fließt dann kein Querstrom mehr. Erst durch diese Optimierung kann ein Klasse-D-Verstärker seinen hohen Wirkungsgrad erreichen. Wird die gleiche Verzögerung auch an der ansteuernden H-L-Flanke mit t_{DH} verwendet (in Bild 8 blau hinterlegt), so gibt es insgesamt nur eine kleine, nicht weiter störende, konstante Verzögerung von U_{OUT} , die das Puls-Pause-Verhältnis selbst nicht mehr verändert. Moderne Mikrocontroller enthalten mindestens einen Pulsbreitenmodulator, der oft auch diese Pulsfeinanpassung erlaubt.

Mittelwertbildung

Der Pulsbreitenmodulator erzeugt bei Modulation ein Signal, wie es z. B. in Bild 7 bei Ansteuerung mit einem 1-kHz-Sinussignal (rot) dargestellt ist. Die Rechtecksignalfrequenz (blau) beträgt hier 62,5 kHz. Änderungen des Puls-Pause-Verhältnisses sind in Bild 7 gerade noch erkennbar, da der Frequenzunterschied zwischen Modulations- und Hilfsfrequenz noch nicht zu groß ist. Nur im theoretischen Nulldurchgang des modulierenden Sinussignals bei 2,5 V hat das Rechtecksignal ein Impuls-Pause-Verhältnis von

1:1, siehe z. B. links, am Anfang des Diagramms.

Im Sinussignal-Maximum erkennt man oben links, dass das Rechtecksignal überwiegend auf H-Pegel liegt und nur für eine kurze Zeit auf L-Pegel wechselt. Dies kehrt sich beim Sinussignal-Minimum (unten) um. Hier ist das Rechtecksignal überwiegend im L-Zustand und es gibt nur kurze positive H-Impulse.

Die Mittelwerte beider Bereiche unterscheiden sich daher fundamental und liegen bei knapp 5 V bzw. nahe 0 V. Das Sinussignal wurde für die Darstellung nicht ganz bis an die Grenzen angesteuert, weil ansonsten beide Pulsbreiten des Rechtecks null wären.

Zur praktischen Mittelwertbildung benötigt man einen Integrator in Form eines verlustarmen Tiefpassfilters. Ein einfaches RC-Filter scheidet hier aus, da an dem Widerstand ohmsche Verluste auftreten würden. Diese sind bei normalen Filteraufgaben und selbst in einfachen Siebschaltungen meist nicht störend. Bei einer Energieübertragung bestimmt der ohm-

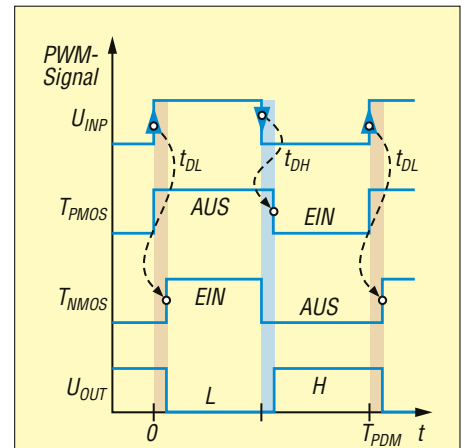


Bild 8: Ansteuerung der PWM-Endstufe mit zeitlich leicht verschobenen Impulsen. Kritisch sind die braun hinterlegten Übergänge, siehe Text

sche Widerstand jedoch auch den Wirkungsgrad des Klasse-D-Verstärkers. Man verwendet zur Mittelwertbildung deshalb möglichst verlustarme Spulen in einem passiven LC-Tiefpassfilter.

Analytisch betrachtet wird das LC-Tiefpassfilter durch ein Rechtecksignal angesteuert und sollte am Ausgang nur noch den Mittelwert des PWM-Signals liefern. Die Unterdrückung der Rechtecksignalfrequenz am Filterausgang ist jedoch nicht unendlich hoch. Sie hängt vom Betrag der Frequenz sowie von der Dimensionierung und Ordnung des LC-Tiefpassfilters ab. Die Phase des zurückgewonnenen NF-Signals ist auch von der Filtercharakteristik (*Bessel*, *Butterworth* usw.) abhängig. Bei einigen Anwendungen kann dies sehr wichtig sein.

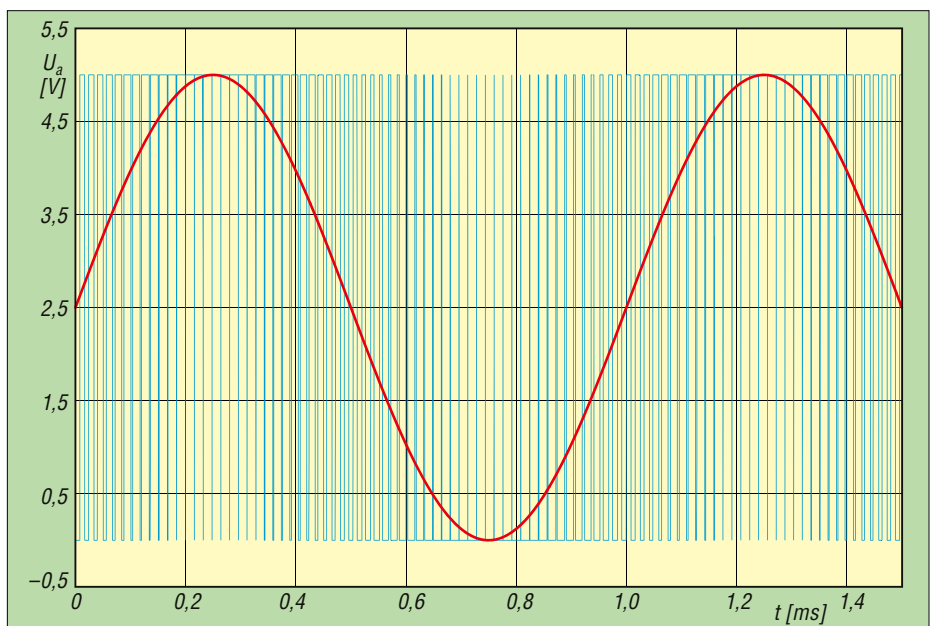


Bild 7: Verlauf eines PWM-Signals (blau) von 62,5 kHz, das mit einem 1-kHz-Sinussignal (rot) moduliert wurde; bei näherem Hinsehen erkennt man, dass sich das Puls-Pause-Verhältnis in Abhängigkeit vom Sinussignal kontinuierlich ändert.

Die Übertragungsfunktion eines einfachen LC-Tiefpassfilters 2. Ordnung hat oberhalb der Grenzfrequenz f_g einen Abfall von 40 dB pro Dekade. Das Spektrum des PWM-Signals in Bild 9 wurde bei einem Frequenzunterschied von 62,5 (62,5 kHz/1 kHz) aufgenommen. Bei Vollaussteuerung der Modulation (Spitzenwert des 1-kHz-Signals) erreicht man eine Absenkung der PWM-Frequenz gegenüber dem Mittelwert von 43 dB. Die bei 2 kHz erkennbare Harmonische der Modulation entsteht durch einen unvollkommenen Pulsbreitenmodulator bzw. durch unzureichend kompensierte Laufzeitunterschiede beim Umschalten der Schalttransistoren. Der Klirrfaktor ist selbst ohne Optimierung mit $k \approx 0,22\%$ recht niedrig.

■ Dimensionierung des LC-Tiefpassfilters

Als Grenzfrequenz f_g des Mittelwertfilters wird die höchste noch am Ausgang genutzte Frequenz angesetzt, hier waren es 4,5 kHz. Darüber hinaus beginnt in Bild 9 der Dämpfungsverlauf durch das LC-Tiefpassfilter. Das Maximum der Schaltfrequenz bei 62,5 kHz lässt sich z. B. durch einen Sperrkreis noch um weitere 20 dB bis 30 dB absenken. Ein Störabstand von über 60 dB ist daher selbst mit einem einfachen LC-Filter und sogar bei nur $f = 62,5$ kHz leicht zu erreichen.

Zur weiteren Absenkung des Hilfs-Rechtecksignals stehen zwei Parameter zur Verfügung: Einerseits erreicht man durch eine hohe PWM-Frequenz eine hohe Unterdrückung im Filter. Damit wachsen aber auch die Umschaltverluste der Schalttransistoren bei steigender Frequenz an, besonders dann, wenn das Ziel in einer hohen Ausgangsleistung besteht.

Andererseits kann auch die Ordnung des Mittelwertfilters erhöht werden. Bereits ein doppeltes, passives LC-Glied hat eine Filterwirkung von 80 dB/Dekade, allerdings bei doppelt so hohen Filterverlusten und etwas größerem Schaltungsaufwand. Der NF-Störabstand nähert sich dann einem Wert von 90 dB. Mit rein analogen Verstärkern ist das nur sehr schwer zu erreichen. Es bestehen entsprechend hohe Anforderungen an die Rauschfreiheit der Versorgungsspannung sowie die Qualität der Vorstufen und der Signalquelle.

■ Blockschaltbild des Klasse-D-Verstärkers

Fasst man alle besprochenen Teilbaugruppen zusammen, so ergibt sich ein Blockschaltbild entsprechend Bild 10. Wie bereits weiter vorn beschrieben, ist die maximale entnehmbare Energie von der Höhe

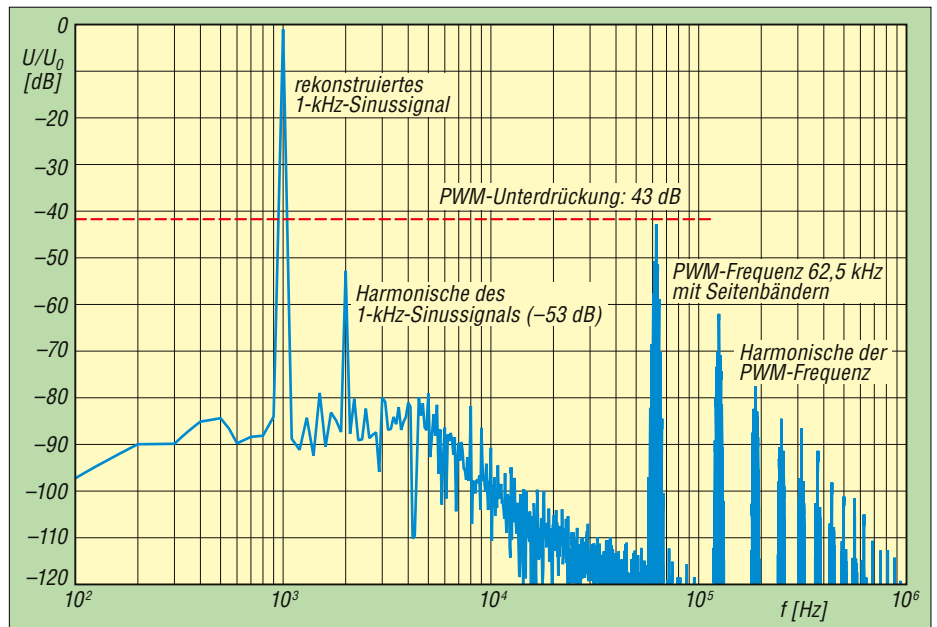


Bild 9: Spektrum am Ausgang eines LC-Filters 2. Ordnung mit $f_g = 4,5$ kHz bei Ansteuerung mit dem Signal aus Bild 7; das Filter bildet den Mittelwert, erkennbar an dem Plateau bei etwa -85 dB und dem 1-kHz-Spitzenwert.

der Versorgungsspannung U_B abhängig. Sofern die Schalttransistoren nicht an ihre Grenzen kommen, ermöglicht z. B. eine Verdopplung von U_B die Vervierfachung der umsetzbaren Leistung P am Ausgang. Hier zeigt sich, dass ein Klasse-D-Verstärker keine mit einem der anderen Klassen A bis C vergleichbare Verstärkungskennlinie besitzt.

Während die maximale Versorgungsspannung durch die Bauelemente der Schaltstufe begrenzt wird, kann die Pulsbreite nur zwischen null und der maximalen Breite $1/T$ variieren. Da die spektrale Verteilung sehr kurzer Impulse höhere Frequenzanteile hat, müssen auch die Einschränkungen der Schaltstufe berücksichtigt werden. Deshalb beschränkt man die minimale Pulsbreite im H- und L-Zustand oft auf etwa 10 % bis 20 %. Dadurch sinkt zwar die Amplitude des NF-Ausgangssignals, doch dies lässt sich durch ein Anheben von U_B leicht ausgleichen.

■ Verstärkerschaltkreise

Der hohe Wirkungsgrad von Klasse-D-Verstärkern eignet sich hervorragend zur

Integration auf einem Halbleiterchip und ermöglicht beträchtliche Ausgangsleistungen. In einigen Fällen wird dazu nicht einmal eine forcierte Kühlung benötigt.

Von Texas Instruments gibt es z. B. mit dem TAS5630B [3] einen Baustein, mit dem sich ein Stereo-NF-Verstärker mit 2×300 W an 4Ω bei nur 2,7 W Verlustleistung mit einem IC aufbauen lässt. Die PWM-Frequenz liegt hier bei 3 MHz bis 4 MHz, sodass ein einfaches LC-Filter 2. Ordnung pro Kanal an den Ausgängen bereits ausreichend ist. Der NF-Störabstand liegt bei typisch 100 dB.

Für geringere Leistungen findet man z. B. mit dem MP7740 von MPS [4] einen 15-W-NF-Monoverstärker. Er ist vollständig in einem SO-8-Gehäuse untergebracht und hat einen Wirkungsgrad von 90 %. Seine PWM-Frequenz liegt bei 700 kHz. Der IC hat ähnlich gute NF-Eigenschaften wie der bereits erwähnte TI-Schaltkreis TAS5630B.

■ PWM bei Oscar 7

Eine interessante HF-Anwendung von PWM im Amateurfunk hat Karl Meinzer,

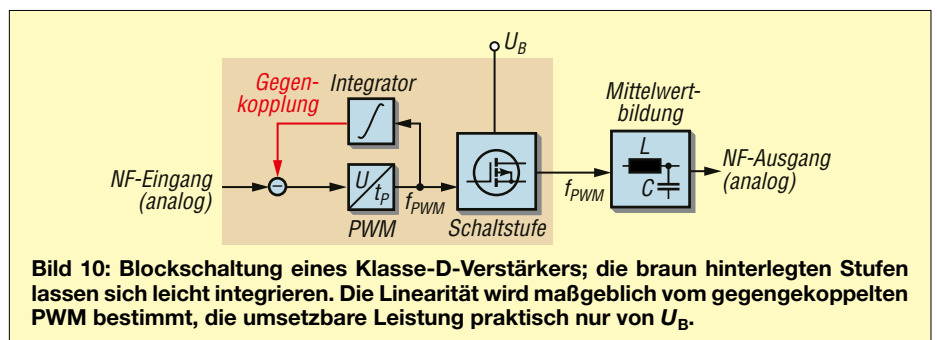


Bild 10: Blockschaltung eines Klasse-D-Verstärkers; die braun hinterlegten Stufen lassen sich leicht integrieren. Die Linearität wird maßgeblich vom gegengekoppelten PWM bestimmt, die umsetzbare Leistung praktisch nur von U_B .

DJ4ZC, 1973 in seiner Dissertation [5] beschrieben. Er behandelt darin die Technik der Aufspaltung eines 50 kHz breiten 70-cm-Empfangsspektrums in Phasen- und Hüllkurvenanteil und dessen Remodulation auf einen 2-m-Downlink-Kanal mit den dabei auftretenden Problemen. Sein Konzept wurde beim Mode-B-Transponder von OSCAR 7 verwendet.

Bild 11 zeigt in der linken Hälfte den diskret aufgebauten 450-kHz-Pulsbreitenmodulator als Ausschnitt des Original-Blockschaltbilds aus [5]. Auch hier wird wie in [2] ein Dreieckssignal erzeugt, das ein Komparator anschließend mit dem Hüllkurvensignal vergleicht.

Ein Sample-and-Hold-Glied (Speicher-kondensator in Bild 11) dient dazu, Abtastfehler bzw. Signaländerungen während der PWM-Periode zu vermeiden. Der Leistungsschalter besteht aus bipolaren Transistoren und arbeitet im Eintaktbetrieb mit einer Freilaufdiode. Niederohmige komplementäre Leistung-FETs waren 1973 noch nicht verfügbar. Der Wirkungsgrad des Modulators wird mit 85 % angegeben.

Das in Bild 11 oben rechts als *Integrationsfilter* bezeichnete PWM-Filter ist so aufgebaut, dass die Gruppenlaufzeit über den 50 kHz breiten Hüllkurvenkanal – in Bild 11 als Modulationsspannung bezeichnet – möglichst konstant ist, das Filter also einen linearen Phasenverlauf hat. Bei der Remodulation des Phasen- mit dem Hüllkurvensignal dürfen keine Laufzeitunterschiede auftreten. Bereits geringste Zeitabweichungen würden hier zu Intermodulation im 2-m-Downlink-Kanal führen.

Dieses Problem tritt bei einem NF-Verstärker nicht auf, denn hier gibt es keine Korrelation, die eingehalten werden müsste. Bei einem Satellitentransponder sind Intermodulationseffekte jedoch sehr kritisch, denn sie stören schwache Stationen massiv. Dies führt zu einer Verringerung des nutzbaren Dynamikbereichs und lässt den Satellitenempfänger als unempfindlich erscheinen.

Trotz der Einschränkungen der Bauteile von 1973, der Masse, der Abmessungen, der begrenzten Energieaufnahme (im Mittel waren nur 5 W Gleichstromleistung erlaubt), der hohen Temperaturschwankungen im Weltraum und der ständigen Teilchenstrahlung war das Projekt über die Lebensdauer von etwa 18 Jahren ein voller Erfolg. Der Wirkungsgrad des Mode-B-Transponders von OSCAR 7 ließ sich etwa um den Faktor 4 steigern. In nachfolgenden AMSAT-Transpondern wird die auf PWM basierende, kurz als *HELAPS* (engl.

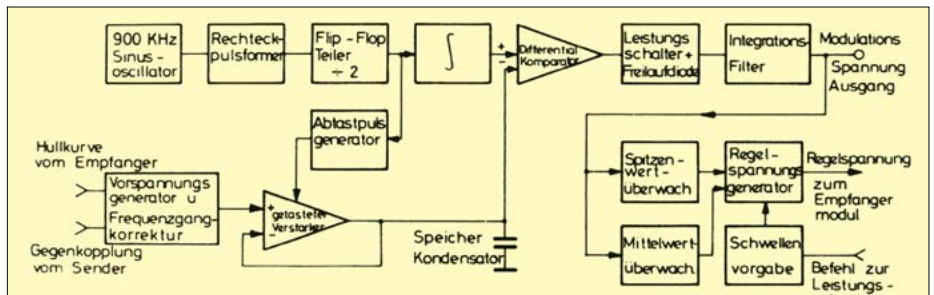


Bild 11: Originalzeichnung des Blockschaltbilds aus [5] vom diskret aufgebauten Pulsbreitenmodulator im Mode-B-Transponder von OSCAR 7

High-Efficiency Linear Amplification by Parametric Synthesis) bezeichnete Modulationstechnik in modernisierter Form bis heute eingesetzt.

■ Weitere Verstärkerklassen

Zu den fundamentalen Klassen A bis D gibt es im Wesentlichen keine neuen Prinzipien. Klasse-E-Verstärker sind z. B. „nur“ übersteuerte (dann eher schaltende) Klasse-C-Stufen für den HF-Bereich. Der Unterschied zur Klasse C ist fließend. Das gleiche Prinzip wendet ein Klasse-F-Verstärker an, der ein übersteuertes Klasse-B-Verstärker ist. Beide sind für analoge Zwecke wie z. B. SSB nicht direkt nutzbar. Die Klassen G und H sind im Kern analoge Verstärker für NF-Anwendungen, die mit umschaltbaren Spannungsversorgungen arbeiten und bei geringer Aussteuerung die Verlustleistung reduzieren. Hier enden die analogen Varianten.

Eine Abwandlung der Klasse D wird häufig auch als *filterlos* bezeichnet. Sie verwendet zwei Klasse-D-Stufen im Gegentakt. Bei fehlendem NF-Eingangssignal hebt sich dann das PWM-Signal zwischen den beiden Ausgängen auf und es fließt auch ohne Trennkondensator kein Gleichstrom durch den Lautsprecher. Die Mittelwertbildung ist selbst ohne zusätzlichen LC-Tiefpass direkt durch die Trägheit des Lautsprechers möglich.

Zur Unterscheidung von der hier ausführlich beschriebenen Puls-AD-Modulation wird die hier verwendete Art der Impulserzeugung *BD-Modulation* genannt. Sie hat wegen des differentiellen Verstärkerausgangs drei geschaltete Amplitudenstufen: $+U_B$, 0 und $-U_B$. Bei gleicher Betriebsspannung U_B kann sie wie ein analoger Brückenverstärker die vierfache Ausgangsleistung abgeben. Auch der erwähnte Schaltkreis TAS5630B gehört zu dieser Variante eines Klasse-D-Verstärkers.

Es gibt noch weitere Klasse-D-Typen, deren Nomenklatur jedoch nicht einheitlich ist und sich deshalb nicht allgemein durchgesetzt hat. Teilweise sind es auch nur Marketing-Bezeichnungen, wie z. B. bei dem Klasse-T-Verstärker TA2022 von *Tripath*, dessen Unterschied zum Klasse-

D-Konzept aus dem Datenblatt nicht ersichtlich war.

■ Zusammenfassung

Klasse-D-Leistungsverstärker ähneln funktionell einem Schaltungsnetzteil und sind sehr vielseitig anwendbar. Sie erreichen einen Wirkungsgrad von etwa 90 %, da sie nur während des sehr kurzen Umschaltmoments ihre Kennlinie durchlaufen. Das analoge Signal wird als Puls-Pause-Verhältnis eines Rechtecksignals höherer Frequenz moduliert und durch eine simple Mittelwertbildung über ein passives Tiefpassfilter verzerrungsfrei wieder zurückgewonnen. Gleichzeitig kann das passive Filter die Energieversorgung mit hohem Wirkungsgrad zum Verbraucher oder einer Endstufe übertragen.

Verluste entstehen überwiegend im PWM-Filter und nur zum geringen Teil in den Schalttransistoren der Filteransteuerung. Bei modernen FETs sind diese sehr gering. Durch Umwandlungsfehler gegebenenfalls entstandene nicht lineare Verzerrungen lassen sich durch eine Gegenkopplung minimieren. NF-Leistungsverstärker im Kilowattbereich z. B. für AM-Sender, die Bühnentechnik oder zur Lichtsteuerung können auf diesem Wege sehr klein und mit nur wenig Kühlfläche aufgebaut werden.

In der Zukunft ist eine Anwendung von Klasse-D-Leistungsverstärkern bei SSB-Transceivern vorstellbar, um den Wirkungsgrad der HF-Endstufe zu erhöhen. Auch für den Portabelbetrieb ließen sich leistungsstärkere kleine Geräte bauen, deren Akkumulatoren dann länger durchhalten könnten. Eine Entwicklung in diese Richtung ist bei den Herstellern von Amateurfunktechnik bislang nicht zu erkennen. Sie wird wohl zunächst oder gar ausschließlich im Selbstbaubereich erfolgen [5], [6].

dc7gb@vfdb.org

Literatur

- [3] Texas Instruments: Datenblatt TAS5630B. www.ti.com/product/de-de/TAS5630B
- [4] Monolithic Power (MPS): Datenblatt MP7740. www.monolithicpower.com → MP7740
- [5] Meinzer, K., DJ4ZC: Lineare Nachrichtensatellitentransponder durch nichtlineare Signalzerlegung. <https://amsat-dl.org/en/helaps>
- [6] Quaggio, S., PY2KO: An Innovative 2-kW Linear Tube Amplifier. QEX 2006, H. 7/8, S. 19–29

Leitungen übersichtlich verlegen

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Wohl nur selten bleibt die Verkabelung eines Shacks unverändert. Mit zunehmender Geräteausstattung wächst auch die Anzahl der Leitungen, was oft zu Unübersichtlichkeit und unschön anzusehenden Kabelbündeln führt. Die Verwendung eines Kabelkanals ist allerdings nicht immer die optimale Lösung.

Eine Alternative zur Leitungsverlegung im Kabelkanal, Bild 1, ist der flexible, mitwachsende und leicht änderbare Einsatz von auch als *Befestigungssockel* bezeichneten Kabelhaltern. Diese werden entweder mittels doppelseitigem Klebeband oder Schrauben am Montageort fixiert, Bilder 2 und 3. Ersteres hat allerdings den Nachteil, dass sich die Kabelhalter bei nachlassender Haftkraft des doppelseitigen Klebebandes vom Untergrund ablösen können.



Bild 1: Klassischer Kabelkanal

Fotos: DL1DBL

Von [1] werden Kabelhalter angeboten, die durch ihre Schraubverbindung mittels einer Einzelschraube sowohl eine sichere Fixierung des Kabelhalters an einer Seitenwand ermöglichen als auch eine maximale Flexibilität zeigen, da jederzeit Kabel aus dem Kabelstrang herausgenommen oder zugefügt werden können. Möglich macht das die Verwendung von Klettband, welches in verschiedenen Längen und Breiten verfügbar ist, Bilder 4 und 5. Klettband ist eine Alternative zu Kabelbindern, die sich meist nur durch Aufschneiden wieder öffnen lassen. Hierbei ist auf ein schonendes Aufschneiden

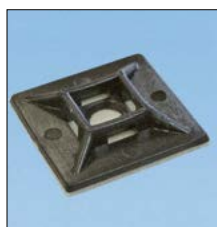


Bild 2:
Kabelhalter mit
doppelseitigem
Klebeband auf der
Rückseite und ...



Bild 3:
... mit Schraub-
befestigung und
Klettbandfixierung

zu achten, damit die Kabel nicht beschädigt werden. Die Beschädigung eines Kabels innerhalb des Kabelverlaufs ist nicht nur sehr ärgerlich, sondern kann auch erhebliche Folgearbeiten nach sich ziehen.



Bild 4:
Kabelhalter für
Klettbandfixierung



Bild 5:
Klettbänder sind
flexibel verwendbar
und kabelschonend.

■ Hängende Verlegung

Werden Kabel hängend – beispielsweise unterhalb eines Regalbodens – verlegt, können sie zwischen den Befestigungspunkten durchhängen, wodurch sich ein unschöner Gesamteindruck ergeben kann. Hier hilft ein Trick: Es wird einfach in die Strecke zwischen zwei Kabelhaltern ein starrer Metallstab mit eingebunden und der Kabelstrang mit weiteren Klettbändern zwischen den Kabelhaltern zusätzlich fixiert. Zur Vermeidung einer Beschädigung der Kabel durch scharfkantige Stabenden werden diese mit Gummi- oder Kunststoffkappen überzogen. Auch die Verwendung von Schrumpfschlauch, der auf der Innenseite mit Schmelzkleber beschichtet ist, bietet sich hierzu an.

■ Kabelhalter für Aluminiumprofile

Für die Erstellung von Regalen und sonstigen Geräteablagen im Shack sind nicht nur Holzkonstruktionen, sondern auch Aluminiumprofile beliebt [2]. Diese sind beispielsweise bei [3] oder [4] erhältlich, weisen jedoch je nach Hersteller unterschiedliche Querschnitte und Ausführungen auf, Bilder 6 und 7. Bei der Auswahl hierfür geeigneter Kabelhalter muss daher der Hersteller des Aluminium-Systemprofils bekannt sein. Die für diese Profile geeigneten Kabelhalter sind auf der Rückseite nicht plan, sondern weisen einen Adapter zur Aufnahme in der Profilkant

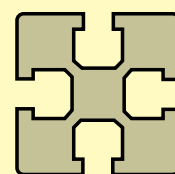
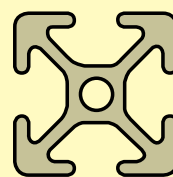


Bild 6:
Symbolhafter
Querschnitt
eines Aluminium-
Systemprofils
eines bestimmten
Herstellers

Bild 7:
Symbolhafter
Querschnitt eines
Aluminium-
Systemprofils
eines anderen
Herstellers



auf. Auch für die Montage mit den im Regalbau verwendeten Lochschienensystemen sind passende Ausführungen erhältlich, Bild 8.

■ Vorteile individueller Lösungen

Ein Wirrwarr von Kabelsträngen ist nicht nur unansehnlich, sondern oft auch unübersichtlich. Die Verlegung in klassischen Kabelkanälen erweist sich gelegentlich als unflexibel, da deren Aufnahmekapazität begrenzt und die Kabeltrasse vorgegeben ist. Eine offene Kabelführung mittels spezieller Kabelhalter eröffnet mehr Flexibilität hinsichtlich geplanter Erweiterungen und erhöht zugleich die Übersicht. Auf dem Markt sind Kabelhalter für verschiedene Anwendungsfälle erhältlich. Bei der Montage in Profilschienensystemen sind hierfür geeignete Kabelhalter auszuwählen, um eine sichere Befestigung zu erzielen. Klettbänder weisen gegenüber herkömmlichen Kabelbindern mehr Potenzial und Flexibilität bei der nachträglichen Umgestaltung von Kabelsträngen auf und sind zudem deutlich kabelschonender. worldofhamradio@gmx.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Icotek GmbH & Co. KG, Bischof-von-Lipp-Str. 1, 73569 Eschach; www.icotek.com
- [2] Bischoff, J., DM6RAC: Individuell erstelltes Zubehör für Shack und zum Antennenbau. FUNK-AMATEUR 74 (2025) H. 4, S. 288–289
- [3] Reichelt Elektronik GmbH, Elektronikring 1, 26452 Sande; www.reichelt.de
- [4] Item Industrietechnik GmbH, Friedenstr. 107–109, 42699 Solingen; <https://de.item24.com>



Bild 8: Kabelhalter für Lochschienensystem und Aluminium-Systemprofile

Praxis der IM-Messung an Sendern am Beispiel des IC-7300

Dipl.-Ing. WERNER SCHNORRENBURG – DC4KU

Die Linearität ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal von SSB-Sendern. Aus messtechnischer Sicht geht es dabei um den Pegelabstand zwischen dem Nutzsignal und den Oberwellen sowie zu den Intermodulationsprodukten. Je höher diese Differenz, desto besser ist die Qualität des Senders. Wie man diese Parameter in der Praxis richtig misst und welche Fachbegriffe hier eine Rolle spielen, wird nachstehend erläutert.

Zur Messung von Intermodulationsprodukten verwendet man üblicherweise ein sogenanntes *Zweitonsignal*. Für Leistungsmessungen und zur Bestimmung des Oberwellenabstands genügt jedoch schon ein *Eintonsignal*. Der Vollständigkeit halber und zum besseren Verständnis der Zusammenhänge bei der IM-Messung folgt daher zunächst die Beschreibung der Eintonmessung.

mit 40 dB Auskoppeldämpfung angeschlossen, dessen Messausgang wahlweise mit dem Eingang eines Spektrumanalysators oder eines Oszilloskops verbunden ist. Wie in Bild 1 angedeutet, muss in diesem Fall der hochohmige Eingang des Oszilloskops mit einem 50-Ω-Widerstand abgeschlossen sein, ansonsten werden die Messergebnisse im Zeitbereich falsch.

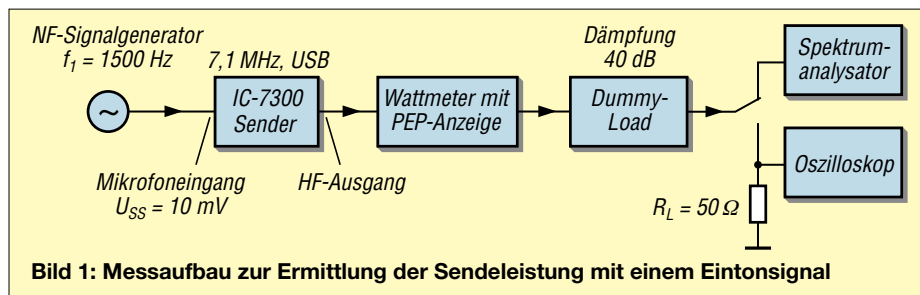


Bild 1: Messaufbau zur Ermittlung der Sendeleistung mit einem Eintonsignal

Aussteuerung mit Eintonsignal

Den Messaufbau zur Ermittlung der Sendeleistung am Beispiel des Icom IC-7300 zeigt Bild 1. Als Signalquelle wird ein NF-Signalgenerator [1] verwendet, der eine Ausgangsspannung von $U_{SS} \approx 10 \text{ mV}$ mit 1500 Hz liefert und an den Mikrofoneingang des Transceivers angeschlossen ist. Auch der in [2] beschriebene Generator ist für diesen Zweck gut geeignet. Der IC-7300 arbeitet in den Grundeinstellungen $f = 7,1 \text{ MHz}$ und $B = 2,4 \text{ kHz}$ sowie in der Sendart SSB (USB) mit $P_A = 100 \text{ W}$. Am Senderausgang sind ein Wattmeter und ein 100-W-Lastwiderstand

Nach dem Einschalten des Senders ist das Menü *Audio* am IC-7300 zu öffnen. Das dazugehörige Display zeigt dann das eingespeiste 1500-Hz-Signal sowohl im Zeit- und Frequenzbereich als auch in der HF-Lage als Spektrallinie im unteren Seitenband bei $f = 7100 \text{ kHz} - 1,5 \text{ kHz} = 7098,5 \text{ kHz}$, Bild 2. Anschließend drückt man auf den Drehknopf *Multi*, worauf sich ein weiteres Display öffnet, in dem die momentan gewählte Mikrofonverstärkung (*Mic Gain*) mit einem Prozentwert angezeigt wird. Hier ist der Pegel ausgehend von 0 % schrittweise so weit zu erhöhen, bis die Leistung am Wattmeter ge-

nau 100 W erreicht, Bild 3. Im vorliegenden Fall erfolgte dies bei einem Wert von 50 %.

Hinweis: Erhöht man den Pegel des eingespeisten NF-Signals oder die Mikrofonverstärkung dann weiter bis auf 100 %, führt dies nicht, wie man zunächst vermuten könnte, zu einer höheren Sendeleistung. Stattdessen regelt der Transceiver die Modulation automatisch so weit zurück, dass keine Übersteuerung stattfinden kann. Der Maximalwert der abgegebenen Sendeleistung beträgt beim IC-7300 stets 100 W.

Am Messausgang des Dämpfungsglieds zeigt das Oszilloskop daraufhin eine Spannung von $U_{SS} = 2 \text{ V}$ an, Bild 4. Eine Dämpfung von 40 dB ist gleichbedeutend mit einer Spannungsreduzierung um den Faktor 100. Also liegt am Senderausgang in diesem Fall eine Spannung

$$U_{SS} = 2 \text{ V} \cdot 100 = 200 \text{ V},$$

was einer effektiven Spannung von

$$U_{\text{eff}} = \frac{200 \text{ V}}{2 \cdot \sqrt{2}} = 70,7 \text{ V}$$

entspricht. Daraus resultiert an einem 50-Ω-Lastwiderstand eine Leistung von

$$P = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R} = \frac{70,7^2 \text{ V}^2}{50 \Omega} = 100 \text{ W}.$$

Der Spektrumanalysator zeigt eine Spektrallinie bei $f = 7 \text{ MHz} - 1,5 \text{ kHz} = 7,098500 \text{ MHz}$ (USB) mit einem Pegel von 9,93 dBm, siehe Bild 5.

Addiert man die 40 dB Dämpfung hinzu, beträgt die Sendeleistung 49,93 dBm (entspricht 98,4 W).

Begriffe wie *Hüllkurvenspitzenleistung* (engl. *Peak Envelope Power*, PEP) oder *mittlere Leistung* (engl. *Average Power*, AVR) gibt es bei einer Eintonaussteuerung nicht. Beide genannten Werte wären im vorliegenden Beispiel identisch mit der Sendeleistung $P = 100 \text{ W}$.

Aussteuerung mit Zweitonsignal

Bei der Modulation mit zwei Tönen [1] sehen die Ergebnisse etwas anders aus.

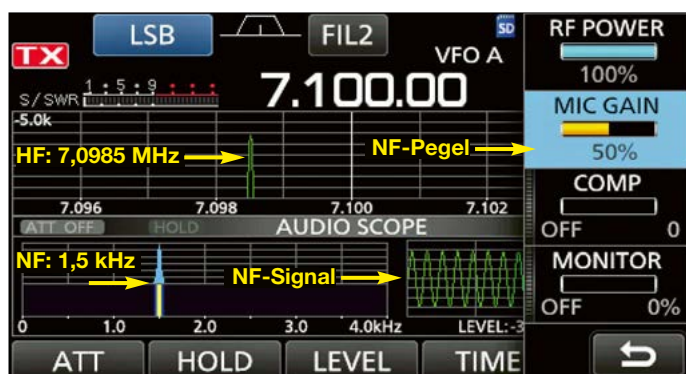
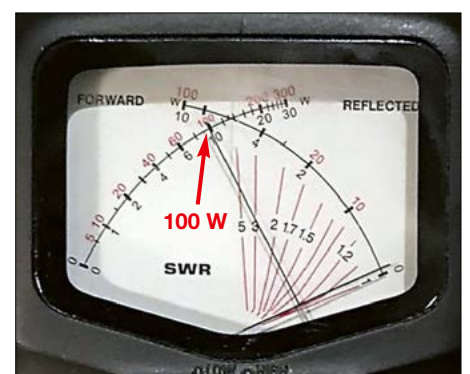


Bild 2: Display des IC-7300 bei aktivierten Funktionen *Audio Scope* und *Multi*

Bild 3: Das zur Messung verwendete Wattmeter zeigt hier eine Leistung von 100 W an.



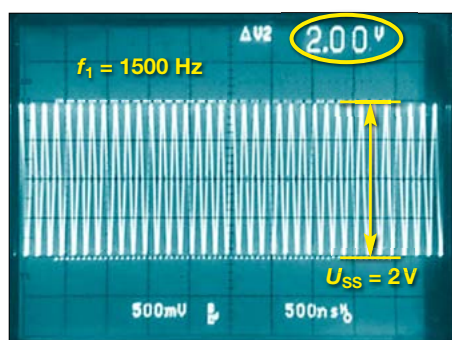
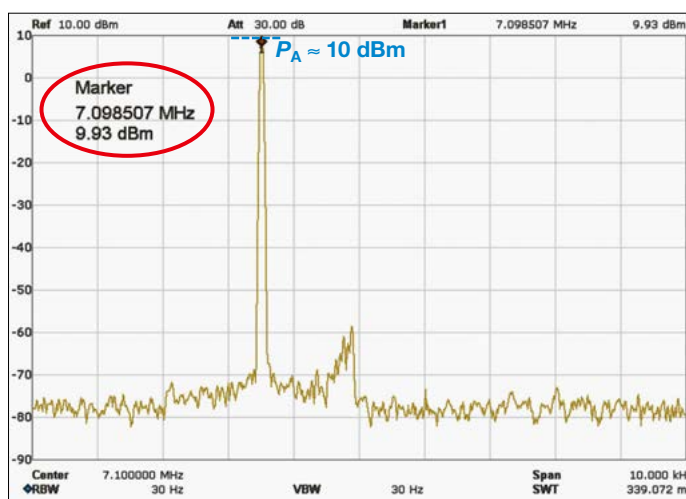


Bild 4:
Anzeige des
HF-Signals auf
dem Bildschirm
des Oszilloskops ...

Neben dem 1500-Hz-Signal wird noch ein weiteres NF-Signal mit 1300 Hz und exakt gleichem Pegel eingespeist, Bild 6. Durch die Addition entsteht ein Schwebungssignal, bei dem sich die Amplituden im Abstand von 5 ms ($\Delta f = 200$ Hz) addieren bzw. auslöschen, siehe Bilder 7 bis 9. Im Schwebungsmaximum entsteht die doppelte Amplitude eines Einzelsignals und gemäß der Gleichung $P = U^2/R$ die vierfache Leistung. Der IC-7300 liefert in den Spitzen des Schwebungssignals jedoch keine 400 W (obwohl er dies theoretisch tun müsste), weil die zuvor schon

Bild 5:
... und auf dem
Display des Spek-
trumanalysators



erwähnte NF-Regelung im Modulator einsetzt und die maximale Sendeleistung automatisch auf 100 W begrenzt. Im Display *Audio Scope*, Bild 10, des IC-7300 ist das NF-Schwebungssignal ebenfalls erkennbar. Wer ganz genau hinschaut, wird bemerken, dass die Amplitude der Spannung im Schwebungsmaximum exakt die gleiche ist, wie die des Eintonsig-

nals in Bild 2. Die Regelung funktioniert also. Selbst wenn man die Amplitude beider Einzelsignale weiter erhöhen würde, hätte dies keine entsprechende Änderung beim Schwebungs- bzw. Summensignal zur Folge.

Auf den ersten Blick erscheint das Messergebnis des Wattmeters etwas irritierend, denn es zeigt nur 50 W an, obwohl der Sender in den Spitzen 100 W abgibt. Das liegt daran, dass mein Wattmeter keinen Spitzenwert anzeigen kann, sondern nur die mittlere Leistung (engl. *Average Power*). Im vorliegenden Beispiel sind dies 50 W, siehe Bild 11.

Die HF-Spannung am Ausgang des 40-dB-Dämpfungsglieds, Bild 12, beträgt $U_{SS} = 2$ V, woraus sich – wie weiter vorn schon gezeigt – die am Senderausgang anliegende Spannung von $U_{eff} = 70,7$ V ermit-

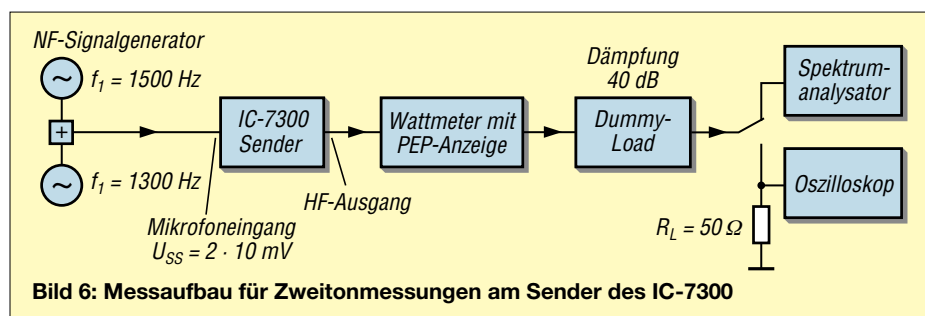


Bild 6: Messaufbau für Zweitonmessungen am Sender des IC-7300

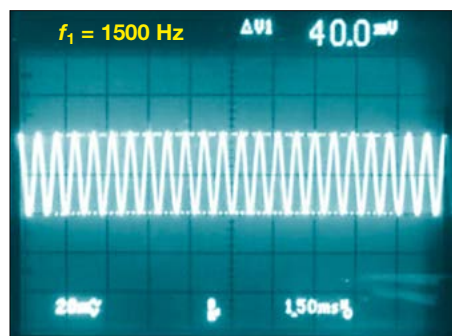


Bild 7: Signal 1 mit 1500 Hz ...

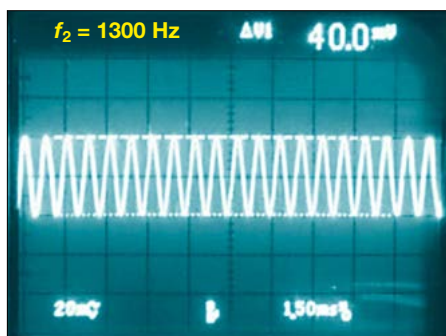


Bild 8: ... und Signal 2 mit 1300 Hz ...

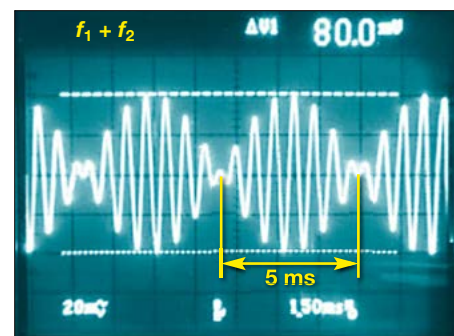
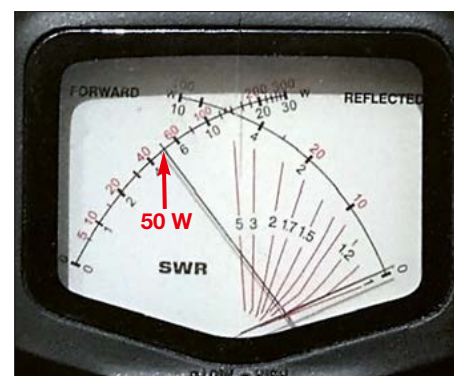


Bild 9: ... bilden ein Summensignal.



Bild 10:
Anzeige des
am Eingang des
IC-7300 anliegenden
NF-Zweitonsignals
auf dem Display
des Transceivers ...

Bild 11:
... und Ergebnis
der Leistungs-
messung am Zeiger-
instrument des
Wattmeters



teln lässt. An einer 50-Ω-Last entspricht dies wiederum einer Spitzenleistung (PEP) von 100 W.

Der Spektrumanalysator, Bild 13, zeigt hingegen die mittlere Leistung des HF-Zweitonsignals an, sowie dessen Intermodulationsprodukte 3. Ordnung rechts und links der Trägersignale. Unter Berücksichtigung des 40-dB-Dämpfungsglieds betragen die Pegel jedes der beiden Nutzsignale $P = 4 \text{ dBm} + 40 \text{ dB} = 44 \text{ dBm}$ (entspricht 25 W), woraus sich eine kumulative Leistung von $P_{\text{AVR}} = 25 \text{ W} + 25 \text{ W} = 50 \text{ W}$ ergibt. Die Spitzenleistung des Senders beträgt hingegen $P_{\text{PEP}} = 10 \text{ dBm} + 40 \text{ dB} = 50 \text{ dBm}$ (entspricht 100 W) und liegt damit 6 dB über der Leistung jedes der Einzelsignale.

Zusammenfassung

Insgesamt ergeben sich somit die nachstehend aufgeführten Werte.

Hüllkurvenspitzenleistung:

$$P_{\text{PEP}} = \frac{(U_{\text{SS}}/2)^2}{2 \cdot R_L} = \frac{(200 \text{ V}/2)^2}{100 \Omega} = 100 \text{ W}$$

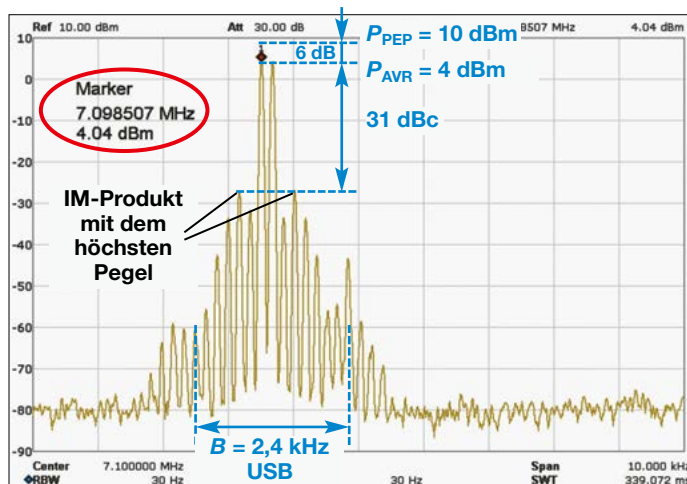
Mittlere Leistung:

$$P_{\text{AVR}} = P = \frac{(U_{\text{SS}}/4)^2}{R_L} = \frac{(200 \text{ V}/4)^2}{50 \Omega} = 50 \text{ W}$$

Leistung der Einzelsignale:

$$P_{\text{Einzelsignal}} = \frac{(U_{\text{SS}}/4)^2}{2 \cdot R_L} = \frac{(200 \text{ V}/4)^2}{100 \Omega} = 25 \text{ W}$$

Die Hüllkurvenspitzenleistung beträgt 100 W und die mittlere Leistung nur 50 W, also 50 % davon. Dies entspricht dem doppelten Wert der beiden Einzelsignale mit je 25 W.



Inband-Intermodulation

Das Spektrum in Bild 13 bezeichnet man auch als *Inband-Intermodulation*, weil sich aufgrund des geringen Frequenzabstands der Nutzsignale von nur 200 Hz fast alle IM-Produkte innerhalb der Bandbreite des Auflösungsfilters von 300 Hz

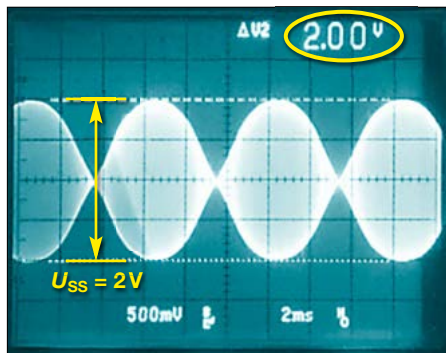


Bild 12: Anzeige des am Messausgang anliegenden HF-Signals auf dem Bildschirm des Oszilloskops bei $\Delta f = 200 \text{ Hz}$

bis 2700 Hz befinden. Der Abstand des größten IMD3-Produkts zu beiden Nutzsignalen beträgt 31 dBc bzw. 37 dBc bezogen auf PEP.

Würde die gleiche Modulation durch ein Sprachsignal erfolgen, entstünde aufgrund der Intermodulation ein NF-Klirrfaktor von 2,8 % in den Spitzen bzw. 1,4 % bezogen auf die mittlere Leistung (AVR). Die Modulation wäre in diesem Fall noch klar und deutlich zu hören. Würde der IM-Abstand nur 20 dBc betragen (bei vielen Sendern ist das leider ein typischer Wert), dann stiege der Klirrfaktor des demodulierten Signals auf 10 % und die Sprache klänge schon etwas hart und verzerrt.

Bei zusätzlicher Komprimierung des Sprachsignals mithilfe der Funktion *Multi* → *Comp* würden auch leise Töne mit mehr Intensität übertragen und die mittlere Übertragungsleistung (AVR) dadurch erhöht. Die Pegel der IM-Produkte im HF-Signal blieben jedoch unverändert.

Bild 13: Auf dem Display des Spektrumanalysators dargestelltes Ergebnis der Inband- ...

Außerband-Intermodulation

In der Praxis noch wichtiger ist die Ermittlung der *Außerband-Intermodulation*, weil sich erst dann zeigt, ob das Sendesignal in den Nachbarkanälen Störungen verursacht. Hierzu wird die Frequenzdifferenz Δf der Signaltöne auf 1 kHz erhöht, z. B. auf $f_1 = 800 \text{ Hz}$, $f_2 = 1800 \text{ Hz}$ bei $B = 2,4 \text{ kHz}$, sodass die IM-Produkte auch in den Nachbarkanälen sichtbar werden [3]. Bild 14 zeigt das Ergebnis der Messung bei Vergrößerung des Darstellungsbereichs (Span) auf 30 kHz. Der IM-Abstand zum größten IM-Produkt (IMD5) im ersten Nachbarkanal beträgt wieder 31 dBc und im zweiten Nachbarkanal (IMD9) 48 dBc. Nun stellt sich die Frage, ob in den Nachbarkanälen eines Empfängers dadurch Störungen auftauchen oder nicht.

Beispiel: Wird das Zweitonsignal von einem SSB-Empfänger mit z. B. S_9 (-73 dBm) empfangen, beträgt der maximale Störpegel im ersten Nachbarkanal $P_{\text{Stör}} = -73 \text{ dBm} - 31 \text{ dB} = -104 \text{ dBm}$. Dies entspricht ungefähr einem Wert von S_4 . Falls das Grundrauschen des verwendeten Empfängers im 40-m-Band ebenfalls einen Pegel von S_4 besitzt, tritt noch keine Störung auf. Ist sein Grundrauschen jedoch kleiner, wird ein geringes Splattern im Nachbarkanal zu hören sein. Im zweiten Nachbarkanal ist der IM-Abstand bereits größer als 48 dB und IM-Störsignale mit $-121 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz}$ sind nicht mehr zu empfangen.

Auch wenn man die Sendeleistung unter *Menü* → *RF-Power* auf 50 W reduziert, ändern sich die Abstände der IM-Produkte leider nur geringfügig.

IM-Messung mit weißem Rauschen

Einfacher und präziser lässt sich die Intermodulation von Sendern und Endstufen mit weißem Rauschen messen. Alles, was

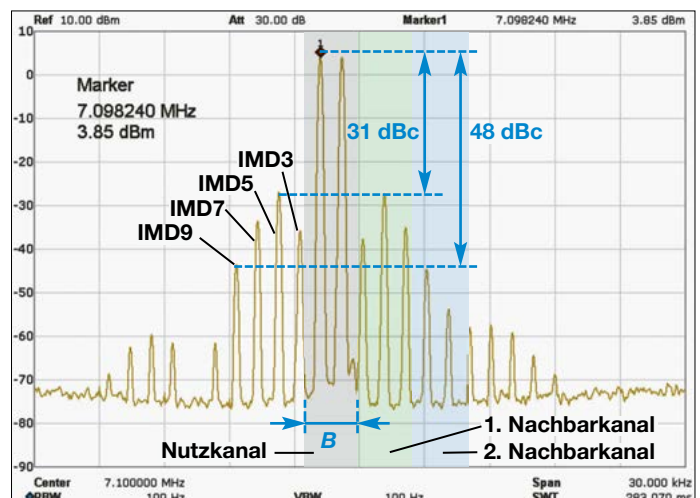


Bild 14: ... und der Außerband-Intermodulationsmessung

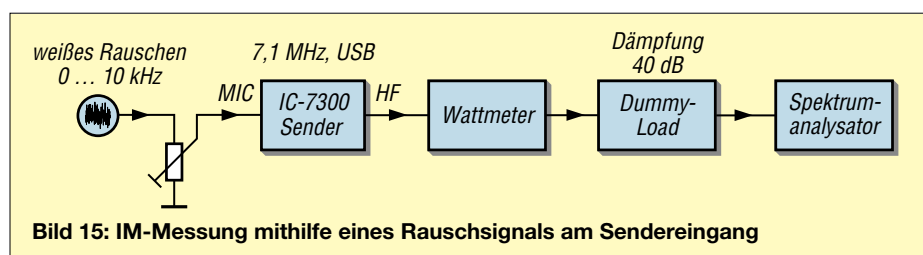


Bild 15: IM-Messung mithilfe eines Rauschsignals am Sendereingang

man dafür benötigt, ist ein NF-Rauschgenerator mit 0 bis 10 kHz und ein Spektrumanalysator.

Das Problem bei der zuvor beschriebenen Zweitontmessung besteht darin, dass niemand genau weiß, was sich „zwischen den Tönen“ befindet. Nutzt man jedoch anstelle des Zweitonsignals ein weißes Rauschen, ist es so, als würde man tau-

■ Seitenbandrauschen (SBN)

Der Vollständigkeit halber möchte ich erwähnen, dass jeder Sender neben seiner Intermodulation noch ein weiteres Störprodukt erzeugt, nämlich Seitenbandrauschen (engl. *Sideband Noise*, SBN). Idealerweise ergibt ein CW-Signal nur eine gerade Spektrallinie bis hinunter ins Rauschen, Bild 17. Tatsächlich produziert es

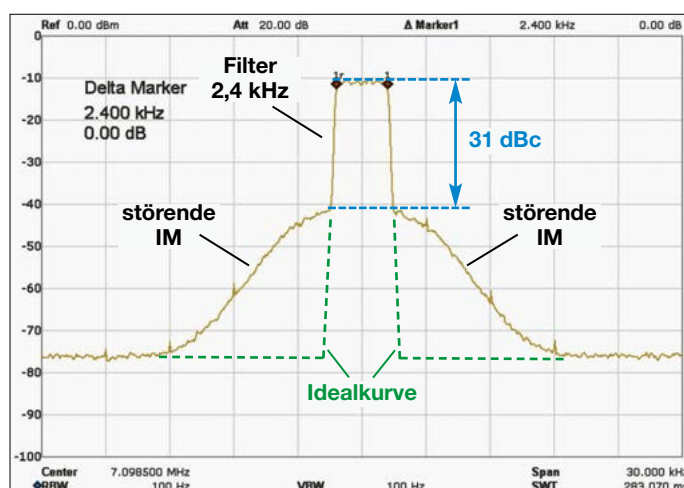


Bild 16: Ergebnis der Intermodulationsmessung am Sender des IC-7300 mithilfe eines Rauschsignals; ein von Nebenausstrahlungen freies Signal hätte die grün angezeichnete Ideal-kurve erzeugt.

sende Sinussignale einspeisen. Demzufolge entstehen keine Frequenzlücken mehr.

Als NF-Rauschgenerator verwende ich den *Arbitrary Waveform Generator SDG 6022X* [4] oder als einfache Lösung den Velleman-Bausatz *P4301* [5]. Da die Ausgangsspannung des Letztgenannten etwa 500 mV beträgt, muss diese zunächst mithilfe eines einstellbaren Widerstands auf etwa 20 mV reduziert werden, damit der Mikrofoneingang des IC-7300 nicht übersteuert wird, Bild 15.

Das Ergebnis der Rauschmessung zeigt Bild 16. Erst hier wird der gesamte IM-Verlauf des Senders lückenlos dargestellt. Dem Rauschsignal bleibt eben nichts verborgen. Der abgebildete IM-Verlauf des IC-7300 ist für einen Transceiver dieser Klasse typisch und kann als zufriedenstellend beurteilt werden. Die stärkste Intermodulation entsteht in den ersten beiden Nachbarkanälen und fällt dann relativ schnell ab. Optimal wäre es, wenn die ersten IM-Produkte einen Abstand von mehr als 40 dBc besitzen würden, aber dies erreichen leider nur wenige SSB-Sender der 100-W-Klasse.

im Sockel jedoch Seitenbandrauschen, das so stark sein kann, dass benachbarte Empfangssignale mit geringem Pegel damit zugerauscht werden [6]. Diese Art von Desensibilisierung eines Empfängers lässt sich nicht verhindern, es sei denn, der störende Sender reduziert seine Leistung oder man schaltet vor den Empfängereingang ein Dämpfungsglied mit z. B. 10 dB, was das Rauschmaß des Empfängers aber um diese 10 dB erhöhen würde.

Ein Beispiel zeigt, was hier passieren kann: Ein IC-7300 erzeugt ein Sender-Seitenbandrauschen (TX-SBN) von -129 dBm/Hz im Abstand von $\pm 3 \text{ kHz}$ zum Träger.

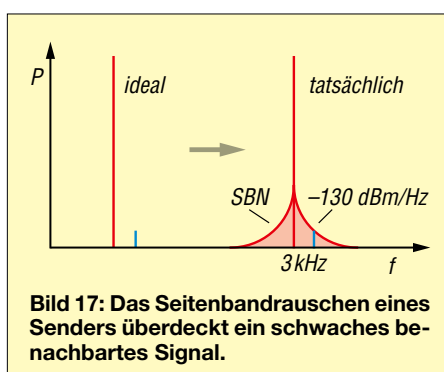


Bild 17: Das Seitenbandrauschen eines Senders überdeckt ein schwaches benachbartes Signal.

Bei einer Sendeleistung von 100 W entsteht ein Seitenbandrauschpegel von $P_N = -129 \text{ dBm/Hz} + 10 \cdot \lg(2400 \text{ Hz/1 Hz}) \text{ dB} + 10 \cdot \lg(100 \text{ W/1 mW}) \approx -45 \text{ dBm/2,4 kHz}$, der zusammen mit dem Nutzsignal von der Antenne abgestrahlt wird, Bild 18. Empfängt ein Funkamateurl dieses Signal mit einem Pegel von z. B. $S_9 + 20 \text{ dB}$ (entspricht -53 dBm), erzeugt das übertragene SBN im ersten Nachbarkanal ($\pm 3 \text{ kHz}$) einen Rauschpegel von $P_N = -53 \text{ dBm/2,4 kHz} - 45 \text{ dBm/2,4 kHz} = -98 \text{ dBm/2,4 kHz}$. Beträgt die Empfindlichkeit des Empfängers mit angeschlossener Antenne z. B. $MDS = -105 \text{ dBm/2,4 kHz}$, dann ist das empfangene SBN um $-98 \text{ dBm/2,4 kHz} - (-105 \text{ dBm/2,4 kHz}) = 7 \text{ dB}$ größer als das Grundrauschen des Empfängers und ein schwaches benachbartes Signal wird dadurch schon gestört oder überdeckt, Bild 17.

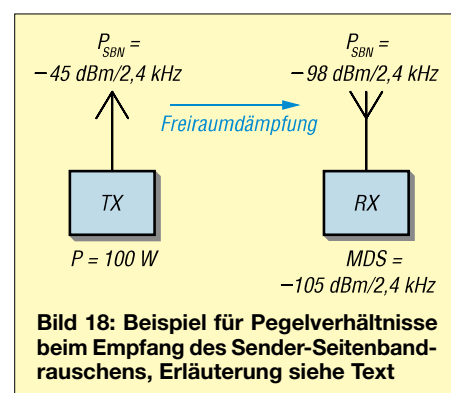


Bild 18: Beispiel für Pegelverhältnisse beim Empfang des Sender-Seitenbandrauschens, Erläuterung siehe Text

Dies ist eine Situation, die besonders beim Contest häufig auftritt, wo viele starke Signale das ganze Band belegen. Einige Hersteller haben das Problem erkannt und KW-Transceiver jüngerer Bauart wie z. B. der Yaesu FTDx101D verfügen über ein Sender-Seitenbandrauschen von nur -150 dBc/Hz in 2 kHz Abstand vom Träger-signal.

dc4ku@dark.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Schnorrenberg, W., DC4KU: NF-Doppelton-generator (1) – Die Wien-Robinson-Brücke. NF-Doppelton-generator (2) – Aufbau und Anwendung. CQDL 90 (2019) H. 1, S. 32–35; H. 2, S. 20–23
- [2] Schnorrenberg, W., DC4KU: NF-Zweitongenerator für IM-Messungen an SSB-Sendern. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 12, S. 1302–1303; 65 (2016) H. 1, S. 40–41; H. 2, S. 138–139; Bausatz: FA-Leserservice BX-086
- [3] Latzel, G., DL6GL: Intermodulationsmessungen. <https://dl6gl.de/selbstbau-trx/3-der-tx-signalpfad/3-9-intermodulationsmessungen.html>
- [4] Schnorrenberg, W., DC4KU: Nutzung des Siglent SDG6022X als HF-Signalgenerator. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 5, S. 412–414
- [5] Lüdke Elektronik, 30855 Langenhagen, Tel. (0511) 260 1692; www.luedke-elektronik.de → Bausatz K4301
- [6] Schnorrenberg, W., DC4KU: Seitenbandrauschen von Sendern. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 9, S. 696–697

KiCad 9 – ein komfortabler Schaltplan- und Leiterplatteneditor

JÖRG BISCHOF – DM6RAC

Eine Software zum Zeichnen von Schaltplänen und zum Entwurf von Leiterplatten ist ein wichtiges Werkzeug für viele Funkamateure und Hobbyelektroniker. Ein besonders leistungsfähiges Programm ist KiCad, das zudem kostenlos verfügbar ist. Wie man es installiert und einrichtet sowie die ersten Schritte auf dem Weg zum eigenen Leiterplattenentwurf erfolgreich bewältigt, wird im Folgenden gezeigt.

Es gibt inzwischen zahlreiche Programme, mit denen man Schaltungen zeichnen und Leiterplattenlayouts entwickeln kann. Alle haben ihre Vor- und Nachteile. Nachdem ich mehrere ausprobiert habe, bin ich letztlich bei *KiCad* geblieben. Das Programm ist quelloffen (*open source*) und ohne Einschränkungen sowohl privat als auch kommerziell nutzbar. Es läuft auf praktisch allen von Hobbybastlern

vertraut ist. Dazu gehört auch, dass ihm die wichtigsten Begriffe in diesem Zusammenhang geläufig sind.

■ Installation und Einrichtung

Die aktuelle Version 9 lässt sich von www.kicad.org herunterladen. Dort wählt man die Variante für sein Betriebssystem aus. Die Installation erfolgt in gewohnter Weise. *KiCad* installiert sich in einer fest-

Umgekehrt geht das nicht. Eine geöffnete ältere Datei wird automatisch in der aktuellen Version abgespeichert.

Nach dem Start des Programms öffnet sich der *Projektmanager*, Bild 1. Mithilfe der Werkzeuge in der Spalte links außen kann man neue Projekte anlegen oder bestehende öffnen. Bei neuen Projekten werden Dateien für die Schaltung, das Platinenlayout und Backups sowie die Projektdatei selbst und deren Einstellungen im Projektordner angelegt.

Über den Projektmanager lassen sich nicht nur der *Schaltplan*- und der *Leiterplatteneditor*, sondern auch einige Zusatzprogramme aufrufen. Den Schaltplan und auch das Platinenlayout des aktuellen Projekts kann man jedoch auch mittels Mausklick auf die betreffende Datei in der mittleren Spalte öffnen. Mit dem *Symbol-editor* und dem *Footprinteditor* lassen sich eigene Schaltzeichen bzw. Footprints erstellen. Bei der Nutzung des Programms ist es wichtig, immer im Blick zu behalten, dass Schaltzeichen stets an Footprints gebunden sind. Dies ist ja auch notwendig, da es zu jedem Schaltzeichen oft verschiedene Bauformen der Bauteile gibt.

Mit dem *Bildumwandler* kann man Bilder in Footprints umwandeln. Dies macht sich auch gut, wenn später eigene Symbole oder Logos auf die Platine gedruckt werden sollen. Die *Berechnungswerkzeuge* betreffen Widerstandswerte, maximal zulässige Stromstärken, Leitungsimpedanzen und andere Themen, die beim Schaltungs- und Platinenentwurf eine Rolle spielen können.

Der *Gerber-Betrachter* ist ein wichtiges Werkzeug, wenn man selbst erzeugte Dateien dieses Formats für einen Dienstleister zur Herstellung von Leiterplatten überprüfen möchte; dazu am Schluss des Beitrags mehr. Über die *Plugin- und Content-Verwaltung* können zusätzliche Programmteile ergänzt werden. Ich empfehle, das Tool *Interactive HTML BOM* hinzuzunehmen. Dieses kleine Programm kann nach Fertigstellung des Platinenentwurfs eine interaktive Stückliste erstellen. Öffnen lässt sich diese im normalen Browser. Durch Anklicken der Bauteile wird angezeigt, wo sich die Bauteile auf der Platine befinden, was beim Bestücken hilfreich ist.

Wer möchte, kann auch *Freerouting* installieren. Zum Ausführen benötigt dieses Programm *Java JRE 17*. Damit kann das *Routen* der Leiterbahnen, also deren Verlegen zwischen den Bauteilanschlüssen, automatisiert werden. Ich bevorzuge zwar immer noch das manuelle Routen, aber es spricht nichts dagegen, die Automati-



Bild 1: Programmoberfläche des KiCad-Projektmanagers mit dem Projektdatenfenster und den auswählbaren Programmkomponenten Screenshots: DM6RAC, FA

genutzten Plattformen wie Windows, macOS und Linux. Dies war für mich wichtig, da ich hauptsächlich am Mac arbeite. Hinzu kommt, dass die *KiCad*-Bauteilbibliothek schon von Haus aus recht umfangreich und problemlos erweiterbar ist. Als Menüsprache lässt sich auch *Deutsch* einstellen, was für manche Anwender ein wichtiges Argument sein kann.

Im Folgenden beschreibe ich die ersten Schritte mit *KiCad*, um einen Eindruck von diesem Programm zu vermitteln. Beim Leser setze ich voraus, dass er mit den Grundlagen des Entwurfs von elektronischen Schaltungen und Leiterplatten

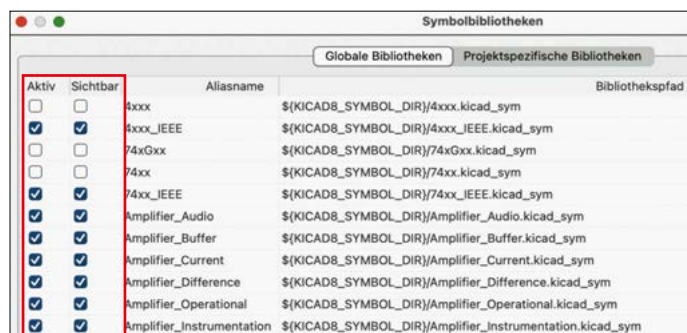
gelegten Ordnerstruktur. Falls bereits ältere Versionen installiert sind, bleibt deren Struktur erhalten. Dies hat Vor-, aber auch Nachteile. Falls man den Ordner *projects* für seine Projekte genutzt hat, sind die dazugehörigen Dateien unter Umständen über die verschiedenen Versionen verstreut. Aus diesem Grunde nutze ich diesen Ordner nicht und lege für meine Projekte ein separates Verzeichnis außerhalb des *KiCad*-Ordners an, ebenso für eigene Symbole, Vorlagen (*Templates*) und bauelementespezifische Anschlussflächen (*Footprints*).

Neue Versionen von *KiCad* können mit älteren Versionen erstellte Dateien öffnen.

sierung auszuprobieren und dann zu entscheiden, ob man sie nutzen möchte.

Unter *Einstellungen* → *Einstellungen* (Windows) bzw. *KiCad* → *Einstellungen* (macOS) lassen sich Parameter hinsichtlich des Erscheinungsbilds der Programmoberfläche, für die Erstellung von Sicherungskopien, zum Verhalten der Computermaschine sowie zu Tastaturbefehlen ändern. Die Einstellungen sind selbsterklärend. Normalerweise muss man hier aber nichts anpassen.

Unter *Einstellungen* in der oberen Leiste können auch Verzeichnispfade konfiguriert und Bibliotheken verwaltet werden. Bei Ersteren besteht gewöhnlich kein Änderungsbedarf. Hingegen ist es bei den Bibliotheken oft sinnvoll, jene zu deaktivieren, die man wahrscheinlich nie nutzen wird, siehe Bild 2. Dadurch verringert sich der Umfang der auswählbaren Bauteile im Interesse der besseren Übersicht. Sie sind bei Bedarf später wieder aktivierbar.



An dieser Stelle lassen sich auch die Verzeichnispfade zu eigenen Bibliotheken hinzufügen. Wer ein neues Projekt anlegt, stößt auf den Menüpunkt *Neues Projekt aus einer Vorlage...* Es werden bereits einige Templates mitgeliefert, die man nutzen kann, Bild 4. Um ein eigenes Template anzulegen, ist zunächst ein neues Projekt zu erstellen. Dort sind Schaltung und Platinenlayout nach eigenen Vorstellungen anzupassen. Das Projekt wird im eigenen Template-Verzeichnis gespeichert. In diesem legt man ein Verzeichnis mit der Bezeichnung *meta* an. Darin muss sich eine Datei *info.html* befinden. Diese hat als Minimum folgenden Inhalt:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Titel des Templates</title>
</head>
<body>
<h1>Überschrift</h1>
<p>Beschreibung</p>
</body>
</html>
```

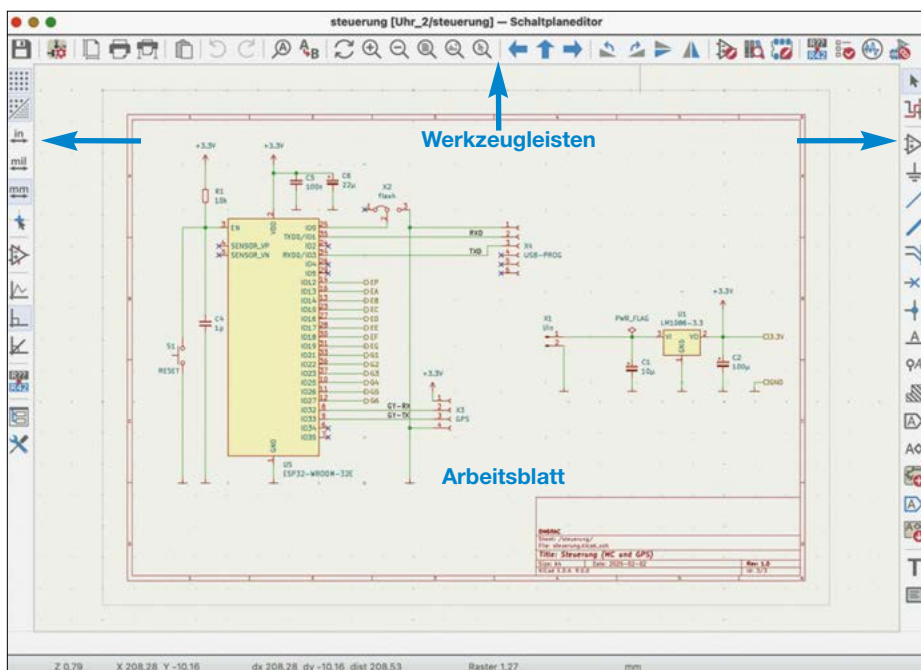


Bild 3: Oberfläche des Schaltplaneditors mit dem Beispiel eines bereits gezeichneten bzw. aus einer Datei geladenen Schaltplans

Bild 2: Symbolbibliotheken von KiCad; einige Bibliotheken wurden hier bereits durch Entfernen des Hakens im Kontrollkästchen deaktiviert.

Die senkrechte Leiste links ermöglicht die Einstellung von Maßeinheiten und Raster, die Einblendung verborgener Pins sowie die Aufteilung einer Gesamt- in mehrere Teilschaltungen. *Verborgene Pins* sind solche, die zum Betrieb notwendig sind, aber sonst keine Funktion haben, z. B. die Pins für Betriebsspannung oder Masse.

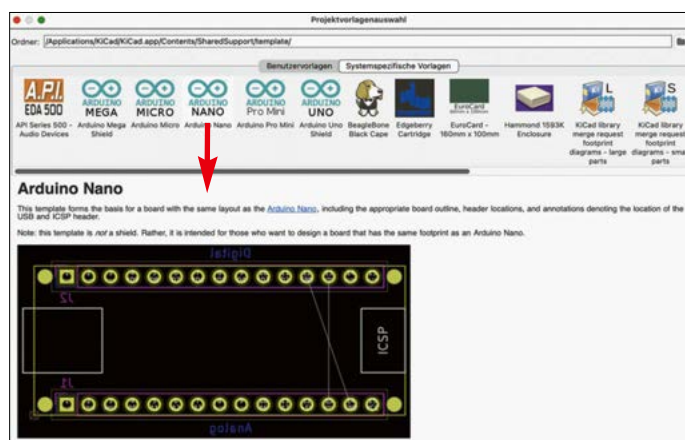


Bild 4: Beispiel einer von der Installationsdatei mitgelieferten Vorlage (Template)

Die Datei enthält die Beschreibung des Templates. Weiterhin sollte sich ein kleines Icon im Format 72 × 72 Pixel mit der Bezeichnung *icon.png* im Ordner befinden. Dieses wird später in der Template-Liste angezeigt. Unter *Benutzervorlagen* wählt man dann den Ordner und das darin enthaltene eigene Template aus.

■ Schaltplaneditor

Zur Bedienung des Schaltplaneditors, Bild 3, dienen drei Werkzeugleisten mit Icons. Wenn man mit dem Mauszeiger über ein Icon fährt, wird das dazugehörige Beschreibungsfenster eingeblendet.

Die waagerechte Leiste oben enthält allgemein bekannte Funktionen wie Speichern, Drucken, Rückgängigmachen und Wiederherstellen sowie den Darstellungsmaßstab. Das dritte Icon von links stellt das Formblatt dar. In Bild 3 ist dies die rot markierte äußere Begrenzung mit dem Beschriftungsfeld. Hier legt man die Größe des Arbeitsblatts fest, z. B. A4 oder ein selbst definiertes Format. In das Beschriftungsfeld kommen Titel, Revision, Firma/Name, Datum usw. Das Icon rechts neben der Diskette öffnet das Fenster für die Grundeinstellungen. Auch hier wird man in der Regel keine Änderungen vornehmen.

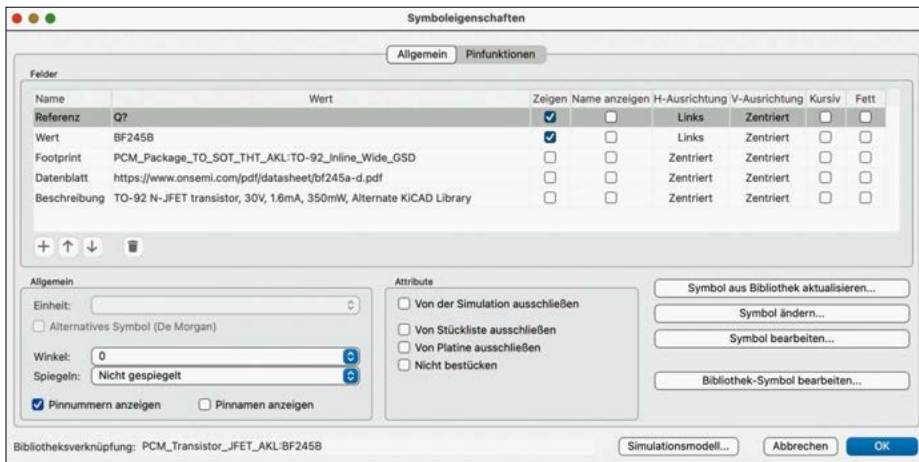


Bild 5: Eigenschaftensfenster eines Bauteils, hier am Beispiel des Transistors BF245B

Zum Zeichnen des Schaltplans sind die Icons der rechts befindlichen, senkrechten Werkzeugleiste erforderlich. Ein Symbol bzw. Schaltzeichen wird mit dem Icon *Symbole einfügen* (oder Taste A) hinzugefügt. Abhängig davon, welche Symbolbibliotheken aktiviert sind, erscheint eine recht lange Liste mit vorgefertigten Schaltzeichen. Mittels Suchfunktion kann man darin suchen, muss dabei aber trotz Deutsch als Menüsprache die englischen Begriffe eingeben. Einige Bauelemente sind sowohl nach US- als auch EU-Norm vorhanden. Bereits in der Schaltung verwendete Bauelemente tauchen praktischerweise oben in der Liste auf.

Falls mehrere gleiche Bauelemente zu platzieren sind, kann man die Checkbox *Wiederholte Kopie platzieren* aktivieren. (Nicht vergessen, den Haken später wieder herauszunehmen!) Mithilfe der Tasten R, X und Y kann das Bauelement gedreht und horizontal oder vertikal gespiegelt werden. Wegen der großen Anzahl der Bauteile ist es anfangs sinnvoll, sich zu notieren, wo welche oft benötigten Symbole gefunden wurden. Dies erspart die erneute Suche bei späteren Projekten.

Wenn keine Symbole mehr platziert werden sollen, drückt man auf den Pfeil oder einfach die Taste ESC. Falls einzelne Symbole neu zu zeichnen oder zu ändern sind (ich verwende beispielsweise ein anderes Massezeichen GND), lässt sich der *Symboleeditor* dazu verwenden. Für Betriebsspannungen und Masse gibt es gesonderte Symbole. Änderungen am Bauteil können durch das Aufrufen der Eigenschaften (Taste E) durchgeführt werden, Bild 5.

Bei der Referenzbezeichnung stehen ein oder mehrere Buchstaben und ein Fragezeichen. Auch wenn der Buchstabe geändert wurde, lässt man das Fragezeichen stehen. Die Durchnummerierung der Bauelemente erfolgt später automatisch. Bei einigen Bauelementen gibt es bereits Ein-

träge zu Wert, Footprint, Datenblatt und Beschreibung. Der Wert ist einzutragen, die restlichen Einträge können weggelassen werden. Hier wäre eigentlich nur der Footprint von Interesse. Den können wir aber auch später eintragen. Ob man die Pin-Nummern und -Namen sehen möchte, hängt vom konkreten Fall ab. Bauteile lassen sich auch:

- von der Stückliste ausschließen, damit diese darin später nicht erscheinen,
- von der Platine ausschließen, damit das Symbol zwar in der Schaltung auftaucht, nicht jedoch auf der Leiterplatte,

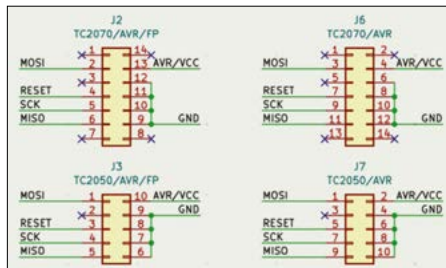


Bild 6: Netzbezeichner (Label) zur besseren Übersicht im Schaltplan

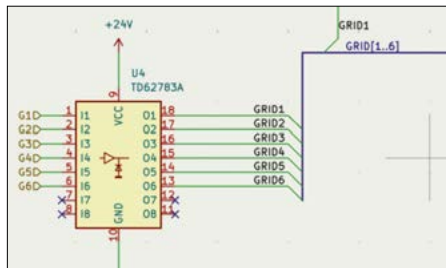


Bild 7: Bussystem mit Bezeichner

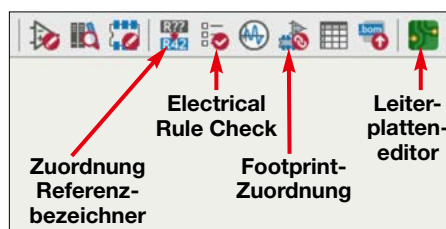


Bild 8: Annotation, ERC und Footprint-Zuordnung in der Werkzeugleiste

– nicht bestücken; dann erscheint der Footprint auf der Platine und das Bauelement ist in der Schaltung grau dargestellt sowie rot durchgestrichen.

Die Verbindung der einzelnen Bauelemente erfolgt unter Zuhilfenahme der Icons auf der rechten Seite: Verbindung (Taste W), Bus (Taste B) und Verbindung zum Bus (Taste Z). Mithilfe der Label lokale Netzbezeichner bzw. globale Netzbezeichner lassen sich Verbindungen kennzeichnen, Bild 6. Alle mit der gleichen Labelbezeichnung sind miteinander verbunden. Dadurch verbessert sich die Übersichtlichkeit.

Anschlüsse, die vorhanden sind, aber nicht benutzt werden, sind zu kennzeichnen (–X). Falls man dies vergisst, gibt es später beim *Electrical Rule Check* (ERC) eine Fehlermeldung. Bei Bussystemen ist der Bus mit einer Bezeichnung und der Nummerierung der Busteilnehmer zu versehen, siehe Bild 7.

Nach Abschluss des Zeichnens der Schaltung startet man die automatische Nummerierung der Bauelemente und die Fehlerkontrolle. Letztere prüft, ob es z.B. fehlende Anschlüsse oder Eingänge gibt, die nirgendwo hinführen, Bild 8. Danach werden den einzelnen Bauelementen die dazugehörigen Footprints zugewiesen.

■ Leiterplatteneditor

Mithilfe des Icons *Leiterplatteneditor*, Bild 8, startet man diesen Teil des Programms. Auf dem Bildschirm erscheint wieder ein Arbeitsblatt, das wie der Schaltplan beschriftet werden kann, Bild 11. Die Farben, wie hier der schwarze Hintergrund, lassen sich unter *Einstellungen* → *Leiterplatteneditor* → *Farben* ändern. Auf der linken Seite befindet sich eine Icon-Leiste zur Einstellung von Maßeinheiten, Raster und der Darstellung von Luftlinien, Leiterzügen und Pins. Wie gewohnt öffnet sich das dazugehörige Beschreibungsfenster, wenn man mit dem Mauszeiger über das Icon fährt.

Die Leiste oben links enthält die üblichen Icons für Speichern, Drucken usw. Etwa in der Mitte befindet sich das Icon zur Übertragung des Schaltplans in den Leiterplatteneditor. Ganz rechts sind die gewählten Plug-ins dargestellt. Darunter befinden sich Drop-down-Menüs zur Einstellung von Leiterbahnbreiten und Raster, siehe Bild 10.

Auf der rechten Seite sind Bearbeitungswerkzeuge zum Zeichnen von Leiterzügen, Flächen und Linien, zum Messen sowie zum Festlegen des Koordinatensystems. Darüber hinaus lassen sich dort die Ebenen (*Layer*) der Leiterplatte akti-



Bild 9: Definition der Leiterbahnbreiten

vieren und deaktivieren. Folgende sollten auf alle Fälle aktiviert sein:

- *F.Cu*: Kupferseite, Frontansicht,
- *B.Cu*: Kupferseite, Rückansicht,
- *F.Paste*, *B.Paste*: verzinnzte Lötflächen,
- *F.Mask*, *B.Mask*: Lötstopmmaske,
- *F.Silkscreen*, *B.Silkscreen*: Beschriftungsaufdruck,
- *Edge.Cuts*: Platinenumriss,
- *Margin*: Umriss Randabstand Platine,
- *F.Courtyard*, *B.Courtyard*: Footprint-Abstandsflächen.

Zusätzlich kann man *F.Fab* und *B.Fab* aktivieren, die Angaben zum Bauteil enthalten. Diese beiden Layer werden aber meines Wissens vom industriellen Platinenhersteller nicht berücksichtigt und dienen nur der eigenen Orientierung. Die anderen Ebenen sind normalerweise nicht erforderlich und können deaktiviert werden. Dies erfolgt unter *Datei* → *Platinenkonfiguration*.

Hier lassen sich auch weitere Einstellungen vornehmen. Eine wichtige ist die Definition der benötigten Leiterbahnbreiten, Bild 9. Die Änderung der Durchkontaktierungen (*Vias*) ist in der Regel nicht erforderlich. Standardwert ist ein Durchmesser von 0,4 mm. Ausnahme: Man lässt die Platine nicht von einem industriellen Hersteller produzieren, sondern stellt die Verbindung zwischen Ober- und Unterseite z. B. durch Hohniete oder eingelöte Drahtstücke her. Dann ist dieser Durchmesser nach eigenen Erfordernissen zu wählen. Die weiteren Einstellungen können unverändert übernommen werden. Nach dem Öffnen des Leiterplatteneditors erscheint zunächst eine leere Oberfläche. Sinnvoll ist es, zuerst die Umrisse

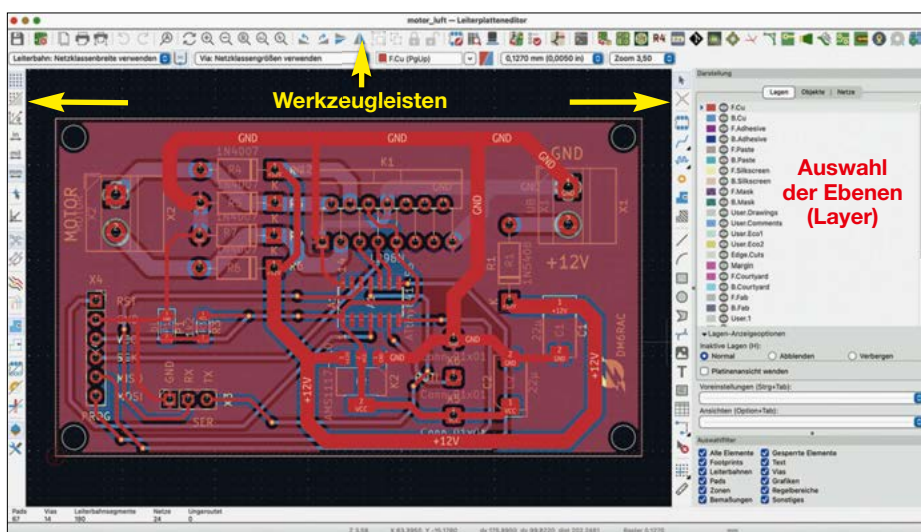


Bild 11: Oberfläche des Leiterplatteneditors mit dem Beispiel eines bereits erstellten bzw. aus einer Datei geladenen Platinenlayouts

der Platine auf der Ebene *Edge.Cuts* mit dem Linien- oder Rechteckwerkzeug zu zeichnen. Hierzu gehören auch Aussparungen, Bohrungen usw. Wenn man einen industriellen Dienstleister mit der Platinenherstellung beauftragt, wird dieser anhand dieser Angaben die Platine zuschneiden.

stellt. Dabei handelt es sich um gedachte Verbindungen und noch nicht um echte Leiterbahnen. Bewegt man ein Bauelement auf der Platine, sorgen die Luftlinien dafür, dass die dazugehörigen virtuellen Verbindungen erhalten bleiben. Ihr Vorhandensein stellt auch sicher, dass später keine echte Leiterbahn beim Routen

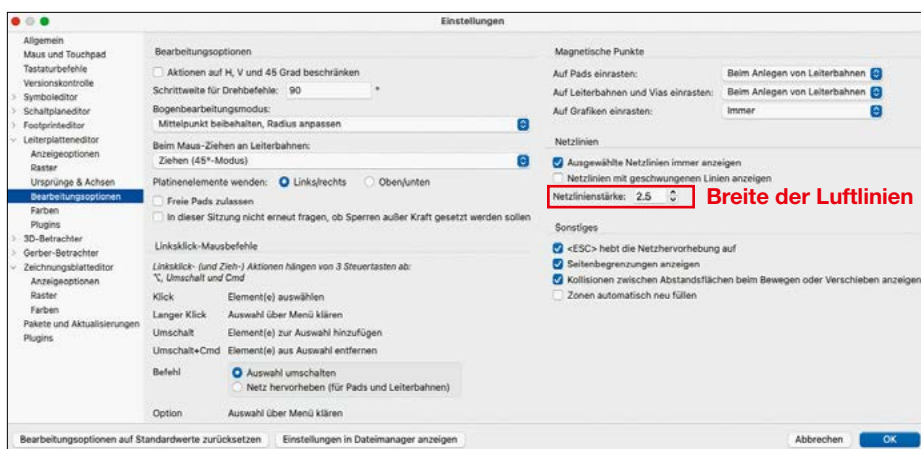


Bild 12: Bearbeitungsoptionen im Einstellungsdialogfeld des Leiterplatteneditors

Die Bauteile der Schaltung importiert man mit dem entsprechenden Icon aus der oberen Leiste. Diese erscheinen dann auf dem Zeichenblatt. Über dieses Icon lassen sich auch Änderungen, die man im Schaltplan vorgenommen hat, in den Leiterplatteneditor holen. Die Verbindungen sind mit sogenannten *Luftlinien* darge-

vergessen wird. Die Breite der Luftlinien kann man unter *KiCad* → *Einstellungen* → *Leiterplatteneditor* → *Bearbeitungsoptionen* einstellen, Bild 12.

Die Bauteile sind auf der Leiterplatte zu platzieren. Dabei ist die Sicht prinzipiell von oben auf die Frontseite (*F-Layer*). Es ist zu darauf achten, dass man zum Verschieben und Drehen (*R*) auch wirklich das gesamte Bauteil ausgewählt hat und nicht nur einen Teil. Wichtig ist ebenfalls, dass sich Luftlinien nicht zu oft kreuzen. Dies könnte auf spätere Probleme beim Routen hindeuten. Die Bauteile erscheinen erst einmal auf der Seite *F.Cu* (erkennbar dadurch, dass die Schrift normal lesbar ist). Wer sie auf der Rückseite haben möchte, markiert sie und tippt den

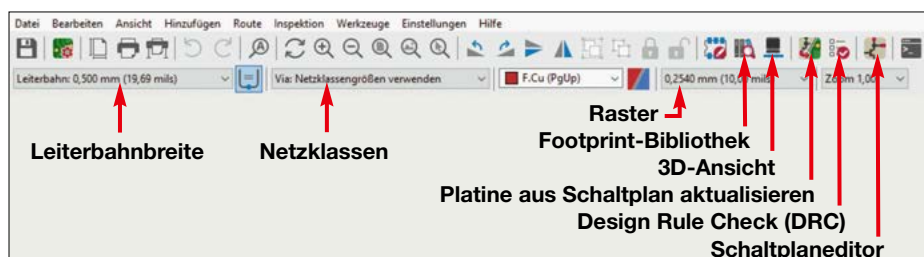


Bild 10: Obere (waagerechte) Werkzeugleiste des Leiterplatteneditors

Befehl *F* (Seite wechseln/spiegeln) ein. Wenn sich das Bauteil auf der Rückseite befindet, ist die Schrift spiegelverkehrt. Um die einzelnen Bauelemente zu verbinden, gibt es die Möglichkeiten des Plug-in *Freerouting* und des manuellen Routens. Sinnvoll ist es, wenn man sich auf eine Leiterbahnbreite beschränkt. Das Hilfsprogramm setzt die Leiter recht eng nebeneinander. Ich selbst route lieber manuell. Dies hat den Vorteil, dass ich mir den Weg und die Breite der Leiterbahnen nach meinen Vorstellungen aussuchen kann. Als Erstes wählt man dabei die ge-

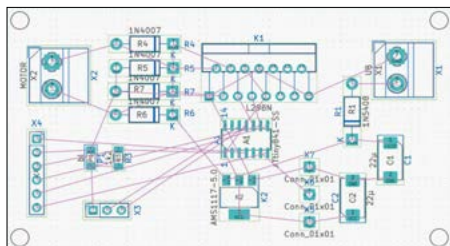


Bild 13: Auf der Leiterplatte platzierte Bauelemente, deren Anschlüsse durch Luftlinien (violett) miteinander verbunden sind

wünschte Leiterbreite und Ebene aus, also *F.Cu* oder *B.Cu*. Falls sie im Nachhinein noch einmal geändert werden muss, lässt sie sich über das Eigenschaftsfenster anpassen (rechte Maustaste auf den Leiterzug und entsprechenden Menübefehl wählen oder Taste *E* drücken). Den gesamten Leiterzug wählt man mit der Taste *U* aus. Das Anklicken eines Bauteilanschlusses führt dazu, dass das Programm alle damit verbundenen Anschlüsse und Luftlinien ebenfalls optisch hervorhebt, wie in Bild 15 zu sehen. Dies erleichtert das Routen. Wenn der Leiter breit genug ist oder durch die Vergrößerung breit genug erscheint,

wird die Bezeichnung des Netzwerks auf dem Leiterzug angezeigt.

Der Vorteil von mehrlagigen Platinen besteht darin, dass sich Leiterbahnkreuzungen durch das Ausweichen auf eine andere Ebene vermeiden lassen. Eine Durchkontaktierung wird erzeugt, indem man beim Verlegen des Leiterzuges einfach den Buchstaben *V* eingibt und klickt. An der betreffenden Stelle erscheint ein *Via* und man befindet sich sofort auf der anderen Platinenseite, Bild 16. Dabei sind die roten Leiterzüge oben, die blauen unten angeordnet.

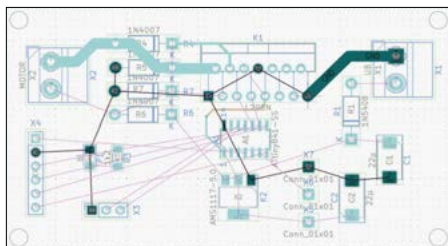


Bild 15: Beim manuellen Routen ersetzt man die Luftlinien schrittweise durch Leiterzüge.

Wer Kupferflächen so wie in Bild 11 als Fläche sehen möchte, kann mit dem Icon *Gefüllte Zonen zeichnen* die Flächen auswählen und mit *Bearbeiten* → *Alle Zonen Füllen* (Taste *B*) füllen. Es sollte zum Schluss keinesfalls vergessen werden, den *Design Rule Check* (DRC) durchzuführen. Schnell hat man eine fehlende Verbindung oder einen Kurzschluss übersehen. Beschriftungen lassen sich mit dem Textwerkzeug hinzufügen. Nur die Ebenen *F.Silkscreen* und *B.Silkscreen* werden vom Platinenhersteller später gedruckt. Zum Abschluss oder für die eigene Platinenherstellung kann man das Layout aus-

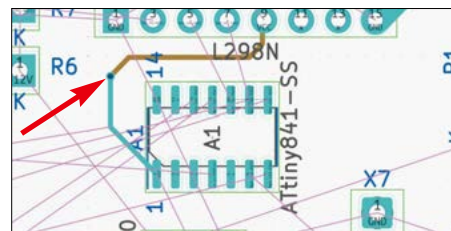


Bild 16: Hier erfolgt beispielsweise die Leiterbahnführung über ein *Via* (Pfeil).

drucken. Zuvor sind die zu druckenden Ebenen auszuwählen. Die fertige Platine lässt sich mit dem 3D-Betrachter begutachten. Mithilfe des Zusatzprogramms *Interactive HTML BOM* kann man eine HTML-Datei mit der Stückliste erstellen lassen, die bei der Vorbereitung der Bestückung hilfreich ist, Bild 14.

Datenexport

Falls ein Dienstleister mit der Herstellung der Leiterplatte beauftragt werden soll [1], benötigt man meist Gerber-Dateien. Diese lassen sich aus dem Leiterplatteneditor mithilfe des Menüpunkts *Datei* → *Fertigungsdaten* erstellen. Es ist sinnvoll, vorher nachzufragen, welches Format gewünscht wird. Einige Anbieter bieten auch schon Plug-ins für *KiCad* an. Die aus den selbst erstellten Dateien erzeugten Platinenebenen lassen sich mit dem *Gerber-Betrachter* ansehen.

Auf der Website von *KiCad* findet man eine umfangreiche Dokumentation, die alle Optionen genau beschreibt. Es sind mehrere hundert Seiten, von denen nur ein Teil ins Deutsche übersetzt ist. Hier lassen sich Hinweise zur Lösung spezieller Probleme nachschlagen. In der Praxis genügen für die meisten Anwendungen jedoch die Voreinstellungen des Programms [2].

Abschließende Bemerkungen

Eine umfassende Beschreibung von *KiCad* ist auf wenigen Seiten leider nicht möglich. Ich hoffe jedoch, dass ich am Thema interessierten Lesern Mut machen konnte, sich dieses leistungsfähige CAD-Programm einmal näher anzuschauen und dessen vielfältigen Möglichkeiten nicht zuletzt durch gezieltes Ausprobieren zu erschließen. Wer mehr zur Gestaltung einer Platine, über hierarchische Schaltpläne, Gerber-Dateien und Simulation erfahren möchte, kann dazu z.B. in [2] nachlesen. *dm6rac@dark.de*

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Mikrocontroller.net: Artikelsammlung – Platinenhersteller. www.mikrocontroller.net/articles/Platinenhersteller
- [2] Bischof, J., DM6RAC: *KiCad 9 – Kurzer Einstieg für den Praktiker*. Eigenverlag, Wulkenzin 2025
- [3] *KiCad* EDA: www.kicad.org

motor_luft Rev: 2025-03-21 10:55:43

Ref	Source	Placed	References	Value	Footprint	Quantity
1			C1, C2	22µ	CP_E1A-7343-31_Kemet-D_Pos2_25x2.55mm_HandSolder	2
2			R4, R5, R6, R7	1N4007	41_S0081_P10.16mm_Horizontal	4
3			R1	1N5408	41_S0081_P10.16mm_Horizontal	1
4			R3	1k2	R_1206_3210Metric_Pad1.30x1.75mm_HandSolder	1
5			X5, X6, X7	Conn_01x01	SolderWire-0.50mm_1x01.00.9mm_002.1mm	3
6			X1	UB	TerminalBlock_MetzConnect_Type011_RT0550208MC_1x02_P5.08mm_Horizontal	1
7			X2	MOTOR	TerminalBlock_MetzConnect_Type011_RT0550208MC_1x02_P5.08mm_Horizontal	1
8			X3	SER	PinSocket_1x03_P2.54mm_Vertical	1
9			X4	PROG	PinSocket_1x06_P2.54mm_Vertical	1
10			A1	ATTiny841-SS	S0IC-14.3.9x8.7mm_P1.27mm	1
11			K1	L298N	T0-220-15_P2.54x2.54mm_Stagger0d_dLead4.58mm_Vertical	1
12			K2	AMS1117-5.0	SOT-223-3_TabPin2	1
13			P1	b1	LED_1206_3210Metric_Pad1.30x1.75mm_HandSolder	1

Bild 14: Beispiel für eine mithilfe von *Interactive HTML BOM* erstellte Stückliste

Praktische Ausführungen von Ganzwellen-Schleifenantennen

MARTIN STEYER – DK7ZB

Ganzwellen-Schleifenantennen für den KW-Bereich bieten sich besonders zum portablen Einsatz an, da sie sich mithilfe von GFK-Masten und Querträgern oder Spannleinen relativ einfach aufbauen lassen. Als stationäre Antenne sind sie jedoch ebenfalls verwendbar. Zum besseren Verständnis der physikalischen Zusammenhänge und als Hilfestellung für Experimente und individuelle Projekte werden nachstehend einige Grundlagenkenntnisse vermittelt.

Als Anwendungsbeispiel für seine GFK-Masten hatte der inzwischen leider schon verstorbene Walter Spieth, DK9SQ, schon vor Jahrzehnten als einer der ersten Funkamateure in Deutschland Ganzwellen-Schleifenantennen für den Portabelbetrieb propagiert. Allerdings existieren neben der allgemein bekannten und oft verwendeten sogenannten *Diamond*-Form (ein auf der Spitze stehendes Quadrat, nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Antennenhersteller) noch eine Reihe weiterer, hochinteressanter Aufbauformen, die ich im Folgenden vorstelle.

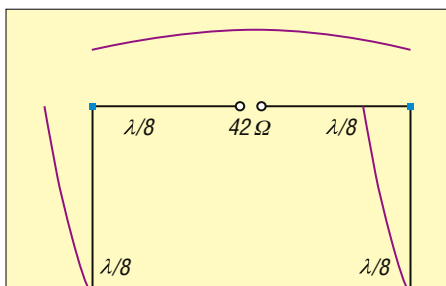


Bild 1: Modell eines Inverted-U-Dipols in EZNEC und Stromverteilung auf den Strahlern (violette Linien)

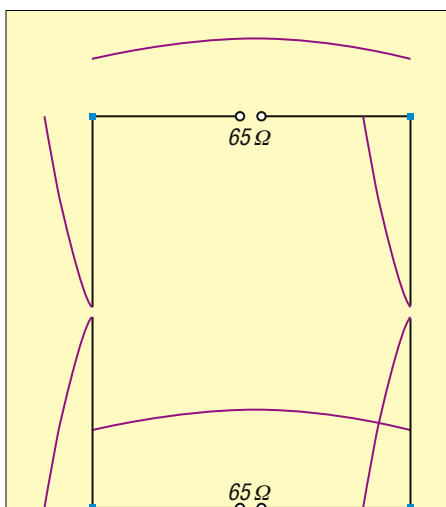


Bild 2: EZNEC-Modell der gestockten Inverted-U-Antenne

Schleifenantennen mit dem Umfang einer Wellenlänge λ lassen sich geometrisch als Kreis, Quadrat, Rechteck, Dreieck oder Rhombus ausführen. Von der *Quadrat-Schleife* oder *Quadloop* ist die Kurzbezeichnung *Quad* abgeleitet. Auf die Ringform, die auch zur Ellipse verändert werden kann, gehe ich nicht näher ein, da diese mechanisch schwierig zu realisieren ist und daher in der Amateurfunkpraxis – zumindest für KW – keine Rolle spielt. Die nachstehend angegebenen Gewinne beziehen sich auf blanken Kupferdraht mit 2 mm Durchmesser. Rohrausführungen haben geringfügig mehr Gewinn aufgrund niedrigerer Verluste.

Alle genannten Varianten zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen großen horizontalen Öffnungswinkel besitzen, wobei der vertikale gegenüber einem Dipol kleiner ist. Dies macht sich auch im Vergleich zu einer Yagi-Antenne bemerkbar, wenn man die Ganzwellenschleife mit parasitären Elementen zur Richtantenne ausbaut.

Ich habe Muster für alle nachstehend beschriebenen Antennenformen und verschiedene Bänder aufgebaut und diese ausgemessen. Für Experimente besonders gut geeignet ist das 50-MHz-Band. Dies gilt speziell dann, wenn man im Sommer die auftretenden E_S-Bedingungen für Vergleiche mit anderen Antennen in der Praxis nutzen kann.

■ Drähte und Resonanzfrequenz

Auf ein wenig bekanntes Phänomen, das Ganzwellenschleifen grundsätzlich von Yagi-Antennen unterscheidet, sei hier schon hingewiesen: Mit dem Durchmesser der Drähte steigt auch die Resonanzfrequenz. Als Beispiel sei eine 50-MHz-Quad genannt. Verwendet man anstelle von 1-mm-Kupferdraht solchen mit 2 mm Durchmesser, steigt die Frequenz um 300 kHz an. Dies liegt u. a. daran, dass der effektive Rahmen kleiner wird, was besonders bei Rohrausführungen zu beachten ist.



Bild 3: Quad-Antenne für das 20-m-Band
Foto: DJ6SU

Eine Isolierung führt je nach Dielektrizitätskonstante ϵ_r zu einer deutlichen Verringerung der Resonanzfrequenz. Besitzt der 2-mm-Kupferdraht einer 6-m-Quad eine 1 mm dicke Isolierung aus PVC ($\epsilon_r = 3$), sinkt der Wert immerhin um 1,65 MHz ab. Bei Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) ist dieser Effekt etwas geringer.

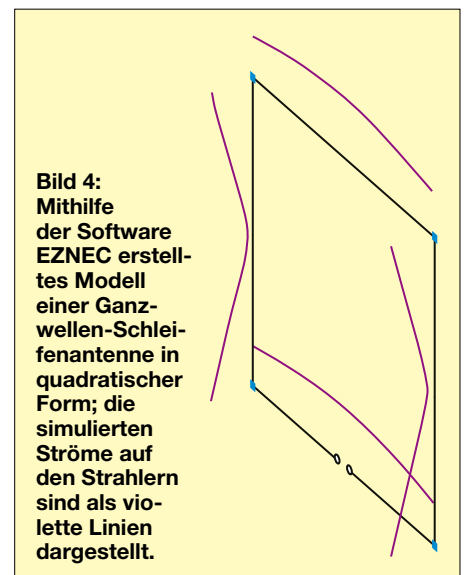


Bild 4: Mithilfe der Software EZNEC erstelltes Modell einer Ganzwellen-Schleife in quadratischer Form; die simulierten Ströme auf den Strahlern sind als violette Linien dargestellt.

ausgeprägt. Deshalb sind Nachbauanleitungen mit Längenangaben ohne genaue Informationen zu Durchmesser und Isolation der verwendeten Drähte, wie sie in der Vergangenheit bei Publikationen in Büchern [1], [2] oft üblich waren, wenig hilfreich und können zu Misserfolgen führen.

Zu beachten ist, dass alle Ganzwellenschleifen einen Umfang haben, der etwas größer als $1 \cdot \lambda$ ist. Dies ist ein weiterer Unterschied zum Dipol, dessen Länge um den Faktor 0,95 bis 0,97 kürzer ist als eine Halbwelle.

■ Vom Dipol zur Quad-Antenne

Ein klassischer Dipol hat die Länge einer Halbwelle und im Freiraum eine Impedanz von 72Ω . Wenn man ihn in der Mitte der jeweiligen Strahlerhälften nach unten abknickt, ergibt sich ein *Inverted-U-Dipol*, Bild 1. Dieser besitzt einen Strahlungswiderstand von 42Ω und kann als mit kapazitiven Endstücken belasteter, verkürzter Dipol angesehen werden.

Zwei solche U-Dipole in einer Anordnung gemäß Bild 2 führen zur Impedanz-erhöhung auf 65Ω bei jeder der beiden Antennen. Ursache dafür ist die kapazitive Kopplung der Enden. Da diese phasengleich sind, kann man sie zu einer geschlossenen Schleife mit nur noch einem Speisepunkt verbinden. Durch die Reihenschaltung der Systeme ergibt sich die Impedanz der Quad-Antenne mit 130Ω . Es handelt sich also um ein gestocktes System mit einem Abstand von $0,25 \cdot \lambda$ der beiden Abschnitte. Dies ist für einen spürbaren Gewinnzuwachs zu wenig, weshalb man gegenüber einem Einzeldipol nur auf 1,3 dBd kommt. Als Vergleich lässt sich der gestockte Dipol (Dipolzeile) heranziehen, dessen Gewinnmaximum bei einem Stockungsabstand von $0,65 \cdot \lambda$ bei 4,82 dBd liegt.

Hieraus ist schon erkennbar, wie der Gewinn einer Ganzwellenschleife erhöht werden kann. Man muss die beiden Abschnitte mit den Strommaxima durch die Veränderung der geometrischen Form auf einen größeren Abstand bringen, um einen höheren Stockungsgewinn zu erhalten. Dazu jedoch weiter unten mehr.

■ Quadrat- und Spitzenform

Die Quadratform in Bild 4 hat für Horizontalpolarisation den Speisepunkt in der Mitte eines waagerechten Abschnitts. Bei einer Impedanz von 130Ω stellt sich ein Gewinn von 1,3 dBd ein. Für Vertikalpolarisation müsste die Speisung in einem senkrechten Abschnitt erfolgen. Wird das Quadrat auf die Spitze gestellt, entsteht die *Spitzen-Quad* (engl. *Diamond Quad*), Bild 5. Der Abstand an den Spitzen mit den Strommaxima ist zwar größer als bei der Quadratform, jedoch ist die Stromverteilung durch die Rückfaltung im Mittel identisch, womit sich gleiche Eigenschaften für beide Formen ergeben.

■ Delta-Loop-Antenne

Die Dreieckschleife mit drei gleichen Seitenlängen besitzt eine kleinere Fläche als die quadratische Schleife. Hierdurch sinken Gewinn und Impedanz etwas ab. Sie betragen 0,8 dBd bzw. 120Ω . Auch hier kann die Speisung in der Mitte einer

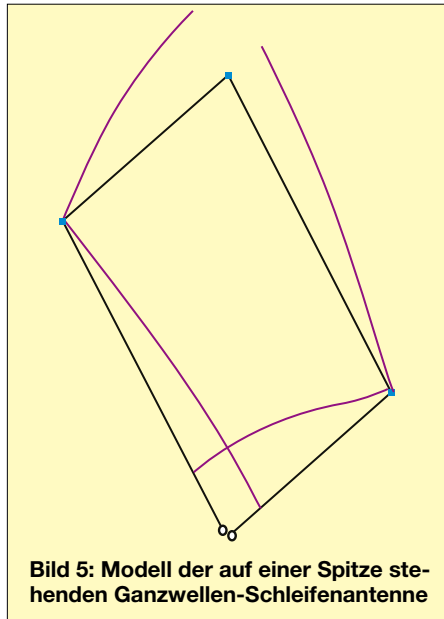


Bild 5: Modell der auf einer Spitze stehenden Ganzwellen-Schleifenantenne

horizontalen Seite erfolgen, wie in Bild 6, oder an einer Spitze, siehe Bild 7.

Für eine flache Abstrahlung auf KW ist es günstig, die Spitze nach unten auszurichten. Dies ist allerdings für die Stabilität der Antenne schlecht, weil eine oben befindliche Querverbindung den Mast stärker belastet. Für höhere Frequenzen und größeren Abstand zum Erdboden ist die Montage mit der parallelen Ausrichtung und Speisung in der Mitte die bessere Lösung.

■ Andere geometrische Formen

Für einen höheren Gewinn müssen die beiden Strommaxima des Systems einen größeren Abstand bekommen. Dadurch sinkt gleichzeitig der Strahlungswiderstand. Bei geschickter Auslegung der Geometrie kann man auf eine Impedanz von 50Ω hin optimieren. Es ist aber zu beach-

ten, dass sich dadurch die Bandbreite deutlich reduziert. Bei gestockten Varianten ist es möglich, durch die Veränderung der Geometrie bezüglich des Längen-Seiten-Verhältnisses jeden Strahlungswiderstand zwischen Maximum und 50Ω zu erreichen. Allerdings sinkt jeweils die nutzbare Bandbreite bei etwas steigendem Gewinn. Impedanzwerte $Z < 50 \Omega$ sind nicht sinnvoll, weil sich damit zu schmalbandige und kritische Eigenschaften einstellen.

Für KW-Antennen mit blanken 2-mm-Drähten werden nachstehend die Längenangaben der jeweiligen Seiten – bezogen auf die Wellenlänge – angegeben. Für isolierte Drähte sind die Werte um 2 % bis 3 % zu verringern, experimentell kommt man aber mit den vorgegebenen Maßen schnell zum Ziel. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf horizontale Polarisation. Für eine vertikale muss die Antenne um 90° gedreht werden.

Ein Strom-Balun ist im Speisepunkt grundsätzlich sinnvoll, obwohl in den vorliegenden Fällen eine unsymmetrische Speisung unkritischer wäre als bei gestreckten Dipolen. Zu beachten ist, dass bei horizontaler Polarisation ein senkrechter Antennenträger nicht aus elektrisch isolierendem Material bestehen muss. Er darf durchaus aus Metall sein, da der Träger die elektrischen Eigenschaften der Antenne in diesem Fall praktisch nicht beeinflusst.

■ Oblong-Schleifenantenne

Wenn aus dem Quadrat ein Rechteck wird, bei dem die Einspeisung in der kürzeren Seite erfolgt, sinkt die Impedanz und der Gewinn steigt, Bild 8. Gleichzeitig verringert sich jedoch die nutzbare Bandbreite. Interessant ist der Fall, bei

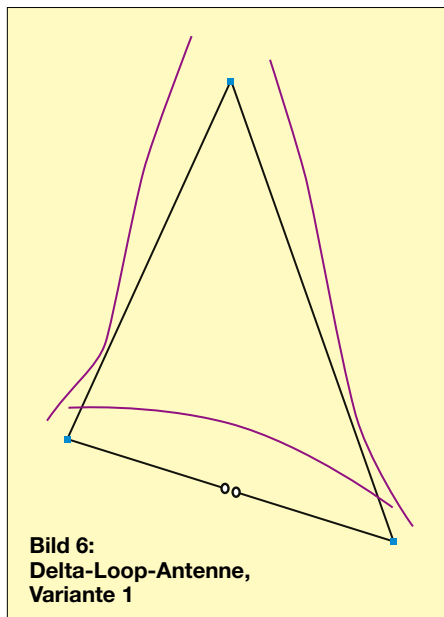


Bild 6: Delta-Loop-Antenne, Variante 1

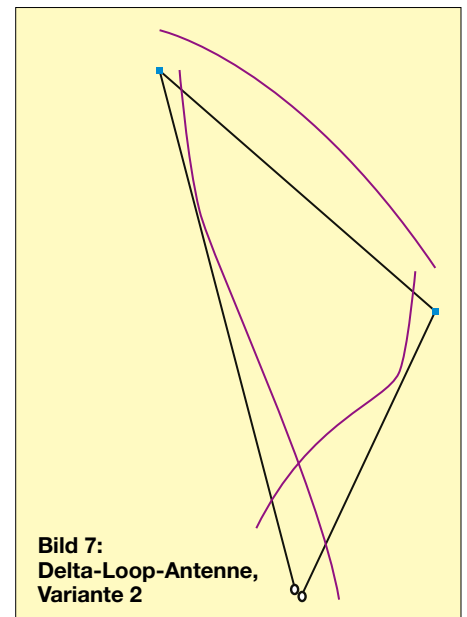


Bild 7: Delta-Loop-Antenne, Variante 2

dem direkt mit 50- Ω -Koaxialkabel gespeist werden kann. Niedrigere Impedanzen sind für UKW-Antennen in Rohrausführung möglich. Bei der Oblong stehen sich jedoch zwei gegenläufige Effekte gegenüber: Der größere Abstand der strahlenden Horizontalabschnitte erhöht den Gewinn, die Verkürzung führt zu einer Gewinnminderung. Interessanterweise ist der erstgenannte Effekt deutlich wirksamer, was für den Praktiker positiv ist.

Für $Z = 50 \Omega$ ergeben sich beim Umfang $1,0678 \cdot \lambda$ für die kürzere Seite $0,172 \cdot \lambda$ und für die längere Seite $0,357 \cdot \lambda$. Dabei stellt sich ein Gewinn von 2,05 dBd ein.

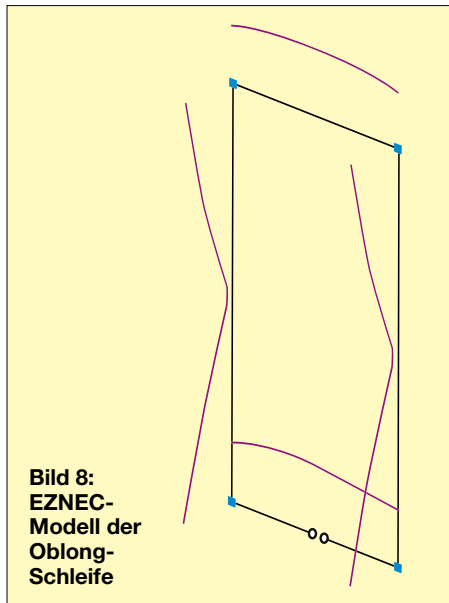


Bild 8:
EZNEC-Modell der Oblong-Schleife

Die Bandbreite, bezogen auf die zu diesem Fußpunktwiderstand gehörende Frequenz, liegt für ein Stehwellenverhältnis $s \leq 1,5$ bei 1,7 %. Auf KW ist der Wert $s = 2$ noch tolerierbar, dann beträgt die entsprechende Bandbreite 2,9 %.

■ Delta-Loop mit gleichschenkligen Dreieck

Auch für die Delta-Loop-Antenne kann man die Proportionen so verändern, dass aus dem gleichseitigen ein gleichschenkliges Dreieck wird. Es stellt sich dadurch ein Fußpunktwiderstand von 50 Ω ein, Bild 9. Dabei ist es gleichgültig, ob an der Spitze der beiden längeren Seiten oder der Mitte der kürzeren Seite eingespeist wird. Der Gewinn liegt bei 1,39 dBd, die Bandbreite für $s \leq 1,5$ beträgt 1,7 %, wie bei der Oblong-Antenne.

Für eine flache Abstrahlung ist die Montage mit der Spitze nach unten angebracht, was allerdings mechanische Probleme mit sich bringt, wenn man eine Querstrebe an der Mastspitze anbringen muss. Günstig ist dagegen die Aufhängung zwischen zwei Punkten wie z.B. an hohen Bäumen. Die

dazugehörigen geometrischen Maße lauten wie folgt: Umfang $1,08 \cdot \lambda$, kurze Seite $0,2524 \cdot \lambda$, längere Seiten $0,3952 \cdot \lambda$.

■ Antenne in Rhombusform

Diese leitet sich von der *Diamond Quad* ab, wobei eine Streckung in der Vertikalausrichtung erfolgt, Bild 10. Sie erscheint für die inzwischen weit verbreiteten GFK-Masten als optimal, weil nur ein Querträger in der Mitte benötigt wird und dieser hier deutlich kürzer ist als beim quadratischen Rahmen.

Die elektrischen Daten sind 1,44 dBd Gewinn bei einer Bandbreite von 1,75 % mit $s \leq 1,5$. Die dazugehörigen Abmessungen betragen: Umfang $1,0765 \cdot \lambda$, Seitenlänge $0,269 \cdot \lambda$, mittlere Querstrebe $0,244 \cdot \lambda$. Gut geeignet sind diese Schleifen für die schmalen WARC-Bänder. Aber auch die klassischen DX-Bänder lassen sich mit $s \leq 2$ nutzen, siehe [3].

■ Mehrbandvarianten

Eine Zweibandantenne erhält man, wenn die Schleife mit dem kleineren Umfang symmetrisch in der größeren Schleife angeordnet und mit zwei getrennten Speisekabeln gearbeitet wird. Dies gilt für alle beschriebenen geometrischen Formen.

Eine etwas problematischere, wenngleich gute alternative Lösung ist die Zusammenführung zweier Rahmen mit gleicher Impedanz für zwei verschiedene Bänder in einem Speisepunkt. Günstig ist dies für 50 Ω , weil man dann auf Transformationsglieder wie z. B. einen 2:1-Balun für 100- Ω -Rahmen verzichten kann. Problemlos ist eine Erweiterung auf zwei Bänder mit verschachtelten Schleifen der Rhombusform möglich, wie in [4] beschrieben.

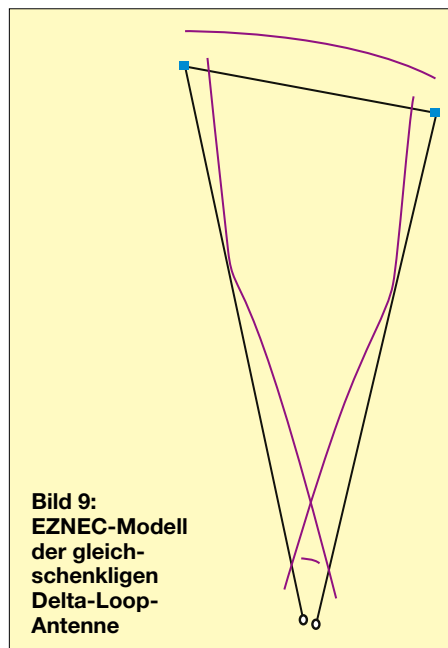


Bild 9:
EZNEC-Modell der gleichschenkligen Delta-Loop-Antenne

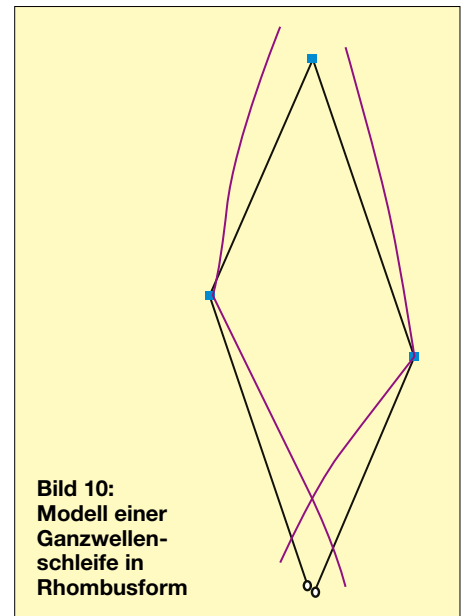


Bild 10:
Modell einer Ganzwellenschleife in Rhombusform

■ Gestockte Formen

Alle Schleifenformen lassen sich in einer Zweieranordnung über- oder nebeneinander mit verbundenen Rahmen kombinieren. Das bekannteste Beispiel dürfte die Doppelquad in Diamond-Form sein, wie sie von Martin Kopp, DL7KM, beschrieben wurde. Dieses Prinzip ist auch für die anderen geometrischen Formen möglich.

■ Ausbau zu Richtantennen

Die nächste Erweiterung besteht darin, mithilfe von Reflektoren eine Richtantenne zu realisieren. Ein Beispiel dafür ist die 2-Element-Quad. Für alle vorgestellten Formen sind Reflektoren in Schleifenform mit etwa 5 % größerem Umfang möglich. Weniger bekannt ist, dass man auch mit zwei Reflektoren in Stabform je Rahmen eine Richtwirkung erzielen kann. Dabei müssen beide Reflektoren gegenüber den Strommaxima im Strahlerrahmen angeordnet sein, siehe [5]. Hier ist ein reiches Betätigungsfeld für eigene Experimente und Konstruktionen, die sich mithilfe von Analyse-Programmen wie EZNEC [6] simulieren lassen.

dk7zb@darc.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Orr, W., W6SAI; Cowan, S., W2LX: All about Cubical Quad Antennas, 3. Auflage 1982, Radio Publications Inc., Wilton, Connecticut, USA
- [2] Kruschke, A., DJ0TR: Rothammels Antennenbuch. 13. Aufl., DARC Verlag, Baunatal 2013; Bezug: FA-Leserservice [D-RH13](#)
- [3] Steyer, M., DK7ZB: Von der Quadantenne zu 50- Ω -Oblong- und Rhombusantennen. FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 2, S. 183–185
- [4] Hasemann, W., DJ9KH: Aufbauvarianten für vertikale Zweiband-Schleifenantennen. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 7, S. 597–599
- [5] Steyer, M., DK7ZB: Quadlong – eine neue Richtantenne, FUNKAMATEUR 58 (2009) H. 4, S. 409–411
- [6] Lewallen, R., W7EL: Programm EZNEC Pro/2+ ver. 7.0. www.ez nec.com

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

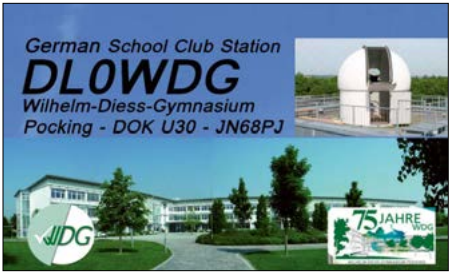
weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis
Amateurfunk &
Telekommunikation
in der Schule e.V.

Bearbeiter:
Werner Dreckmann, DH4KAV
Krokusweg 16 b
53819 Neunkirchen-Seelscheid
E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Rückblick zum 26. Europatag
der Schulstationen

Um die Teilnahme am Europatag der Schulstationen für in- und ausländische Stationen einfacher und attraktiver zu machen, wurden die Regeln überarbeitet und verstärkt bei Amateurfunkverbänden und Interessensgruppen geworben. Am 19.5. endete die Frist für die Einreichung der Logs und ein erster Überblick zeigte, dass sich die Arbeit gelohnt hat. Es wurden insgesamt 55 Logs aus fünf Ländern eingereicht. Zum Vergleich, im vergangenen Jahr waren es 44 Einsendungen aus zwei Ländern.
Zudem fanden sich in den Logs noch drei weitere Schulstationen, die jedoch bis zum Stichtag ihre Logs nicht eingesendet hatten. Hier einige Echos aus den Zuschriften:
„Es hat den Kids und uns riesig Spaß gemacht. Die anfängliche Mikrofonangst konnte überwunden werden und zum Schluss mussten wir sogar auslösen, wer nochmal an das Mikrofon darf.“ Georg Münch, DL3NCR, Technikforum Backnang



„Es hat uns wieder eine große Freude bereitet, am Europatag teilzunehmen, auch wenn wir leider nur ein kleines Zeitfenster zur Verfügung hatten. Das Highlight war unser Kontakt zu DP0GVN.“ Frank Richardt, DL5AAR, Carl-Friedrich-Gauß-Schule Friedland
„Die Kurzwellenbänder 20 m und 40 m waren aufgrund eines Rauschteppichs von S9 für uns praktisch unbrauchbar ... Trotz eingeschränkter Bandbedingungen war der Europatag ein voller Erfolg und ein wertvoller Beitrag zur technischen Bildung und Nachwuchsgewinnung.“ Silvio Kunze, DM9KS, Schulcampus Altlandsberg
„Es waren schwere Bedingungen, die es nicht leicht machten für die Schüler. Ansonsten konnte der Ham Spirit gut vermittelt werden und sie waren hoch konzentriert.“ Uwe Guzman, DD7GU, Realschule Plus Saarburg
„Thank you for the invite to the European Schools Radio Day. We had a brilliant time as



it was a beautiful day here so we climbed a small mountain and ran a portable station with some pupils and families.“ Chris Aitken, MM0WIC, Wick High School, Schottland

Ergebnisse Klasse A (KW)			
Pl.	Rufzeichen	Schule	Punkte
1.	DN2UDX	BSZET Dresden	216050
1HS	DK0PT	OTH Regensburg	134688
2.	DN4JH	Liborius-Gymn., Dessau	134330
3.	DN5RSP	RS Plus, Saarburg	127071
4.	DN3PH	Kranich-Gymn., Salzgitter	112280
5.	DN2DC	Heisenberg-Gymn., Riesa	111153
2HS	DF0FN	HS Niederrhein	106832
6.	GM0WHS	Wick High School,	76293
7.	DN5TC	Ev. Schraden-GS, Großthiemig	68628
8.	OE3XHA	Neue Mittelschule, Heidenreichstein	32988
9.	DN5OL	SCHKOLA Oberland, Ebersbach	18207
10.	DN2LSG	Lichtenstern-Gymn., Sachsenheim	9867
11.	DN1RMG	Robert-Mayer-Gymn., Heilbronn	9027
3HS	DF0FHK	TH Köln	1622
3HS	LY1BWB	Univ. Vilnius Radio Club	1622
4HS	DF0OHM	TH Nürnberg	1047
12.	DF0RGE/T	Reichenbach-Gymn., Ennepetal	0
24 Logs (2024: 22 Logs)			

Die weitesten Verbindungen kamen in Klasse C zu DP0GVN in die Antarktis zustande. Die am weitesten nördlich gelegene Station gewinnt somit den Sticker für das weiteste DX. Es lohnt sich auf jeden Fall, die Ausschreibung zu lesen, um die Schüler vor Enttäuschungen zu bewahren: Einige Logs wiesen QSOs außerhalb der Aktivitätszeit auf, HF-Verbindungen wurden in FT8 abgewickelt oder es wurden keine Locator der Gegenstationen notiert, sodass keine Entfernungen berechnet werden konnten – schade um die Punkte. Hier sind auch die Ausbilder in der Pflicht, sich und die Schüler vorab zu informieren und auf korrekte Logbuchführung und Einhaltung der Regeln zu achten.
Null-Logs kamen aber auch deshalb zustande, weil QSOs innerhalb desselben Locatorfeldes geführt wurden. Da der Europatag aber ein Aktivitätstag und kein Contest ist, gibt es keine ungültigen Logs und für jedes Log gibt es eine Teilnehmerurkunde. Kleinere Fehler wurden „in dubio pro reo“ wohlwollend korrigiert. Es geht darum, Erfahrungen zu sammeln, um es beim nächsten Mal besser zu ma-

Ergebnisse Klasse B (VHF/UHF)			
Pl.	Rufzeichen	Schule	Punkte
1.	DN4JH	Liborius-Gymn., Dessau	6780
2.	DL0ALT/T	Schulcampus, Altlandsberg	6033
3.	DN1WDG	Wilhelm-Diess-Gymn., Pocking	2294
4.	DL9AYS/T	Ev. Schulgem. Erzgeb., Annberg	1066
1 HS	DK0PT	OTH Regensburg	609
5.	DK0BSN/T	Beruf. Schule 1, Nürnberg	280
6.	OE3XHA	Neue Mittelsch., Heidenreichstein	246
7.	DF0RGE/T	Reichenbach-Gymn., Ennepetal	98
8.	DN2FS	Regelsch. Friedrich Soll, Zeulenroda	15
9.	DN1STV	Beruf. Schule 1, Nürnberg	9
10.	DL0RGE/T	Reichenbach-Gymn., Ennepetal	0
10.	DL0ES/T	Reichenbach-Gymn., Ennepetal	0
2 HS	DF0OHM	TH Nürnberg	0
15 Logs (2024: 7 Logs)			

chen. Dies gilt sowohl für die Teilnehmer als auch für den Ausrichter.
Unser Dank geht an das Unternehmen ARCOMM und Horst Koschorreck, DM2FDO, für die Anpassung und Bereitstellung der HamEUTAG-Software, die eine Erleichterung beim Logging und der Auswertung darstellte, auch wenn nicht alle Informationen, wie z. B. Schulname und RIA-Nummer, darin Platz fanden und separat notiert werden mussten. Die nächste Ausschreibung wird dem Rechnung tragen, sodass das Loggen noch flüssiger läuft und die Teilnahme spannend, aber nicht zu kompliziert wird.
Weitere Zusatzwertungen erscheinen als Sticker auf der Teilnahmeurkunde. Die detaillierten Ergebnisse sind auf www.aatis.de einzusehen.

Ergebnisse Klasse C (Satellit QO-100)			
Pl.	Rufzeichen	Schule	Punkte
1.	DL0IKT	BSZET Dresden	293956
2.	DL0RL/T	Kranich Gymn., Salzgitter	161491
3.	DL0LG/T	Liborius-Gymn., Dessau	152180
1HS	DL0JMU	Univ. Würzburg	66710
4.	LZ1KAK	Aleko-Konstantinov-Sch., Dimitrovgrad	41140
5.	OE3XHA	Neue Mittelschule, Heidenreichstein	41016
6.	DN1RMG	Robert-Mayer-Gymn., Heilbronn	26152
7.	DN1BK	Technikforum, Backnang	16012
8.	DL0CFG/T	Carl-Friedrich-Gauß-Schule, Friedland	5112
2HS	DF0FN	HS Niederrhein	4194
9.	DN2FS	Regelsch. Friedrich Solle, Zeulenroda	1191
10.	DN1WDG	Wilhelm-Diess-Gymn., Pocking	552
11.	DN1MGF	Markgraf-Georg-Friedrich-Gymn., Kulmbach	529
15 Logs (2024: 14 Logs)			

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbj@funkamateure.de

■ 50 Jahre Funk

Vor 50 Jahren, am 1.7.1975, erreichte der damals in den USA bereits etablierte sogenannte *Jedermannfunk* auch die Bundesrepublik Deutschland: In seiner Amtsblattverfügung 393/1975 setzte das damalige Bundespostministerium eine Empfehlung der CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications) von 1974 in nationales Recht um und erlaubte nun den Hobbyfunk im 27-MHz-Bereich.

Bis dahin hatte man als junger Funkinteressierter in den damaligen Fachzeitschriften die Angebote sogenannter „Exportgeräte“ stu-

Bundespostministerium mit seinem Funkrufnamen an.

Der Betrieb eines Mobilgerätes als ortsfeste Station mit Dach- oder Balkonantenne war damals nicht erlaubt. Auch durften Betreiber von CB-Feststationen offiziell nicht miteinander funken, sondern nur mit Hobbyfreunden mit Hand- oder Mobilfunkgeräten. Im Vergleich zu heute waren die Vorschriften für den 11-m-Jedermannfunk also sehr restriktiv, was den immensen Erfolg des neuen Bürgerfunks aber nicht bremste. Wer die Einführung des CB-Funks miterlebt hat, erinnert sich an ständig belegte Kanäle. Bei Überreichweiten kamen starke Signale etwa italienischer Stationen oder von medizinischen Geräten hinzu, die zusätzlich für Interferenzen sorgten.

Dass die anfangs zwölf CB-Funk-Kanäle in den Städten nicht ausreichten, um dem großen Bedarf des Bürgerfunks gerecht zu werden, war also unüberhörbar. Erleichterung schaffte die Verfügung 434 des Jahres 1981. Diese erlaubte fortan typgeprüfte CB-Transceiver für die Kanäle 1 bis 22 mit 0,5 W in



Typisches US-„Exportgerät“ mit FCC-Zulassung für AM und SSB

diert. Diese waren für den CB-Funk in den USA produziert und nur dort zugelassen, doch fanden sie über spezialisierte Händler den Weg dennoch nach Europa. Auch vereinzelte Amateurfunk-Transceiver jener Jahre boten einen zusätzlichen Kanalschalter, mit dem sich CB-Funk-Frequenzen direkt anwählen ließen. Die Inbetriebnahme solcher Geräte war aber auch nach dem 1.7.1975 für hiesige CB-Funker vom Gesetz her tabu und das gilt auch heute noch.

Ungenutzt war das 11-m-Band in der Bundesrepublik auch vorher nicht, doch blieben die dafür reservierten Sprechfunkkanäle sogenannten Bedarfsträgern vorbehalten. Dazu gehörten Versorgungs- und Transportunternehmen, Industriebetriebe, Sportvereine und nicht zuletzt sogenannte Automobilhilfsklubs, deren Mitglieder auf Antrag zugelassene 27-MHz-Sprechfunkgeräte verwenden durften. In Anlehnung an deren Prüfnummer waren diese als K-Geräte bekannt.

Ab dem 1.7.1975 blieb das 11-m-Band aber nicht mehr dem Betriebsfunk mit K-Geräten vorbehalten. Für den Jedermannfunk war nun der Sprechfunkbetrieb in AM auf den zwölf Kanälen 4 bis 15 mit einer maximalen Sendeleistung von 0,5 W mit typgeprüften CB-Funkgeräten zugelassen. Der Funkbetrieb mit Hand- und Mobilgeräten war anmelde- und gebührenfrei. Wer sich dagegen eine Feststation mit Dachantenne leistete, bezahlte dafür eine Monatsgebühr in Höhe von 15 DM und meldete seine Funkanlage beim

FM und senkte die Monatsgebühr für den Betrieb einer Feststation auf 10 DM. Die bisherigen 12-Kanal-AM-Geräte sollten allerdings künftig ihre Betriebserlaubnis verlieren. Letztere Entscheidung hatte nach Protesten keinen Bestand und wurde später wieder aufgehoben. AM-Geräte blieben weiterhin für die Kanäle 4 bis 12 zugelassen und die Zahl der FM-Kanäle wurde 1983 auf 40 erweitert.

Eine erhebliche Verbesserung für die CB-Funker brachte 1994 die Möglichkeit, sämtliche Antennentypen zu verwenden. Waren seit 1975 allein Vertikalstrahler ohne Gewinn vorgeschrieben, durften Jedermannfunker fortan auch mit Richtantennen experimentieren. Außerdem kamen weitere 40 FM-Kanäle hinzu, sodass in dieser Sendart seitdem 80 Frequenzen zur Nutzung freigegeben sind. Weitere Änderungen brachten in den 1990er-Jahren die Freigabe digitaler Sendarten auf einigen CB-Funk-Kanälen sowie die schrittweise Einführung von SSB auf den Kanälen 1 bis 40 mit inzwischen 12 W PEP. In AM und FM beträgt die maximal zugelassene Leistung heute 4 W ERP.

Im Yaesu FT-101B steckt auch ein Quarz für 11 m.



Feststation Zodiac Diplomat 12 mit 12 AM-Kanälen und 0,5 W PEP
Fotos: DL1AX

Damit stehen inzwischen technische Möglichkeiten für den CB-Funkbetrieb auf 27 MHz offen, mit denen vor 50 Jahren sicher kaum ein Hobbyfunker gerechnet hätte. Zudem ist das Geräteangebot zugelassener CB-Transceiver sehr umfangreich, wobei dies heute überwiegend Mobilgeräte sind. Hinzu kommt eine kleine Auswahl bei den Handfunkgeräten. Nur nach neuen Feststationen sucht man im Angebot der Händler schon lange vergebens. Immerhin: Als Ersatz ist der Betrieb eines CB-Mobil- oder Handfunkgerätes an einer Dachantenne heute zulässig.

CB-Kalender

- täglich** Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz)
Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
- mittwochs** OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
- freitags** CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz)
SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
- samstags** CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz)
NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz)
OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz)
Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), <http://chat.bergdx.de>
- sonntags** CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz)
Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz)
Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz)
AM-Nostalgieunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz)
SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), <https://dh7aao.0101.at>
AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
- so. - do.** Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
- 28.6.** Berg-DX ab 22 Uhr, Treffen auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
- 4.-6. Juli** Rhein-Main-Funkertreffen
Treffen Funkfreunde Forchheim, <https://sb-treffpunkt.de>
- 18.-20. Juli** Rhein-Main-Funkertreffen, www.hndx.de
- 23.8.** Treffen Wellenreiter Weserbergland, www.wellenreiter-weserbergland.de

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 7. 5. bis 1. 6. 2025

■ Condx

Der Mai begann mit einem solaren Flux unter 160 und fiel zur Monatsmitte auf Werte knapp über 110. Die Zahl der Flares war hoch, aber es handelte sich nur um solche der Klasse C. Aus dieser Talsohle fand der Fluxindex erst gegen Monatsende wieder heraus und landete etwa beim Einstiegswert.



Für die oberen DX-Bänder bedeutete es tagsüber brauchbare und verlässliche Öffnungen bis 18 MHz, vielleicht 21 MHz. Über die transpolaren Routen ging fast nichts und die Dämpfung der Ionosphäre war deutlich spürbar. Am verlässlichsten zeigten sich 40 m bis 20 m je nach Tages- bzw. Nachtzeit.

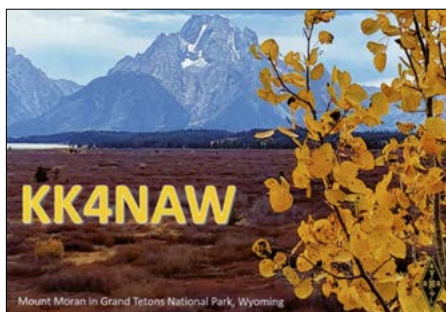
Die Eruptionen hatten zur Monatsmitte ein kurzes Hoch bis Klasse X, aber gegen Monatsende wurden der planetare K-Index und die A-Werte durch eine Anzahl Flares wieder in die Höhe getrieben – schön für das sogenannte magische Band 6 m, jedoch weniger zuträglich für den allgemeinen Kurzwellenbereich.

Diese geomagnetischen Störungen gipfelten dann am 1. 6. in einem Sturm, ausgelöst durch einen koronalen Masseauswurf. Zwar handelte es sich nur um ein Flare der Klasse M, aber die Erde wurde vom Sonnenwind haargenau getroffen. Die Werte des planetaren K-Index stiegen zeitweise auf 8 an. Über viele Stunden war die Kurzwellen wie weggeblasen.

■ DXpeditionen – Rückblick

Die Bilanz von ZS8W weist Verbindungen mit 9840 verschiedenen Rufzeichen aus. Dabei waren 51 Kontakte in SSB, 4242 in CW und 27379 in FT8.

AU2M von Arnala mit IOTA AS-169 wurde aufgrund schwieriger Wetterbedingungen leider kurzfristig abgesagt. Eine etwas überaktive Sonne machte Kontakte mit TX5U zumindest Ende Mai zum Glücksfall. VU7T erging es wohl nicht besser. Zumindest fand der WPX CW Contest noch unter relativ guten Bedingungen statt.



■ Kurz-Infos

IT9PZM lebt jetzt auf Djerba, IOTA AF-073, und erhielt das Rufzeichen 3V8LL.

■ Vorschau

Europa: Im Zeitraum vom 11. bis 25. 7. ist **TF/VE2XB** von 160 m bis 6 m angekündigt. QSL via Heimatrufzeichen.

OK2WX funkt vom 14. bis 23. 7. unter **JW0V** von 160 m bis 6 m in CW, SSB und FT8 und bestätigt via I8KHC.

Vom 30. 6. bis 5. 7. ist **SV5/S55DX** von Kos mit IOTA EU-001 avisiert. QSL via LoTW bzw. an sein Heimatrufzeichen.

DL2VFR verteilt im Juli SOP-Punkte in CW aus den baltischen Staaten mit den vorangestellten Präfixen YL, LY und ES. Vom 13. bis 18. 7. wird die Insel Saaremaa unter **ES0/DL2VFR** mit IOTA EU-034 in die Luft gebracht. QSL via Büro und über Club Log sowie LoTW.



DL2VFR, DH0JAE, DL4SVA, DG2RON, DL4BBH (v.l.n.r.) nach ihrer IOTA-Aktivität von EU-176 auf Enskär in SM3 mit gemeinsam etwas über 4000 Funkverbindungen **Foto: DL2VFR**

Afrika: F5LRL hat wissen lassen, dass er unter **CN2DX** vom 25. 6. bis Ende August ab 40 m aufwärts in SSB, CW und FT8 aktiv sein wird. QSL via Heimatrufzeichen.

Ein RRC-Team hat sich vorgenommen, zwei Inseln in Südafrika zu aktivieren. Unter

C94RRC soll vom 5. bis 11. 7. zuerst Inhamba mit IOTA AF-103 in die Luft gebracht werden. Danach folgt vom 13. bis 19. 7. unter **C93RRC** Chiloane mit IOTA AF-098. OK8AU, UA3QLC und R7AL wollen mit jeweils zwei Stationen die Nachfrage in CW, SSB und FT8 bedienen. QSL via OQRS auf Club Log.



Amerika: Vom 28. 6. bis 14. 7. ist **FP/KV1J** wieder von Miquelon in SSB, FT8 und FT4 auf Kurzwellen bis hoch nach 50 MHz aktiv. QSL via Heimatrufzeichen, LoTW oder OQRS auf Club Log.

K6VHF/HR9 hat seine Aktivität noch einmal präzisiert und beabsichtigt nun vom 3. bis 7. 7. von Roatan mit IOTA NA-057 auf 80 m bis 6 m in FT8, FT4, SSB, RTTY und CW zu funken. QSL via K6VHF direkt oder OQRS auf Club Log sowie LoTW.

GM5RDX geht vom 5. bis 15. 7. unter **J38GX** gemeinsam mit **J38LD** von IOTA NA-024 von 80 m bis 10 m mit 100 W in die Luft. Bestätigungen via OQRS auf Club Log oder über das LoTW.

Asien: JG7PSJ ist erneut vom 26. 6. bis 4. 7. unter **JD1BMH** von 40 m bis 10 m in CW, SSB und RTTY von IOTA AS-031 aktiv. QSL via Büro oder direkt an sein Heimatrufzeichen.

5B/WJ20 funkt aus Anlass des IARU-Contests vom 10. bis 15. 6. und ist bestimmt auch außerhalb des Wettbewerbs zu arbeiten. QSL via N2ZN oder über das LoTW.



Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
K1ZM	1826 0200	PY8WW	18069 1400
80 m		15 m	
D4DX	3508 2230	ZS8W	21019 1530
40 m		12 m	
ZL2AGY	7009 0400	PJ2/WI9WI	24905 1800
30 m		10 m	
ZL1BMW	10114 0400	VU7T	28019 1000
20 m			
TX5U	14037 0600		

QSL-Splitter

Über das LoTW wurden folgende Bestätigungen gemeldet: 3DA0DL, 4L4DX, A52CI, B100IARU, HH2K, VK4ZP (2015), VP9/AA1AC, XE3WM (2015) und ZS1C.

Über das Büro gingen ein: DP1POL, OD5TX und VK9CY.

Nennenswerte Direkteingänge wurden nicht gemeldet.

BC-DX- Informationen

■ Griechenland reaktiviert Mittelwelle

„In einer Zeit, in der die Widerstandsfähigkeit des Informationssystems als besonders wichtig erachtet wird, hat der Verwaltungsrat von ERT beschlossen, Mittelwellensender in ganz Griechenland wieder in Betrieb zu nehmen und aufzurüsten, um sie in nationalen Notfällen zu nutzen.“ Dies ist einer der Kernsätze, mit denen der Verwaltungsrat des öffentlich-rechtlichen Rundfunks Griechenlands, ERT (<https://program.ert.gr/radio/index.asp>), Ende Mai 2025 die Reaktivierung von zunächst zehn Mittelwellensendern überall im Land einstimmig beschlossen hat.

ERT Souda/Chania sendet bereits wieder auf 1512 kHz in AM für Kreta und die Inseln der Kykladen. Damit erkennt man offiziell an, dass die hohe Reichweite der Mittelwelle in Not- und Krisenfällen die dann möglicherweise nicht mehr verfügbaren Empfangswege UKW-, DAB+ und mobiles Internet ersetzen kann, um die Bevölkerung über eigene terrestrische Sender mit lebenswichtigen Informationen zu versorgen.



ERT Griechenland sendet jetzt wieder auf Mittelwelle und hat einen ersten Sender auf 1512 kHz in Betrieb genommen.

Foto: ERT Chania/Souda

Geplant ist nun der Betrieb von Mittelwellensendern an den Standorten Chania (Souda), Rhodos, Megara, Malgara, Zakynthos, Boyiati, Korfu, Tripolis und Komotini. „Der ERT-Verwaltungsrat hat sämtliche erforderlichen Wartungs-, Betriebs- und Modernisierungsmaßnahmen dieser Standorte genehmigt, um ihre volle Betriebsbereitschaft zu gewährleisten“, hieß es dazu in einer Mitteilung der ERT. Der Verband der ERT-Ingenieure und -Techniker unterstützt diese Entscheidung: „Mittel- und Kurzwellensendungen sind bei Internetausfällen oder schweren Naturkatastrophen nach wie vor von entscheidender Bedeutung, da sie eine analoge Übertragung über große Entfernungen gewährleisten, selbst in Gebieten mit problematischer UKW-Abdeckung.“

■ Neues von der Mittel- und Kurzwelle

In Großbritannien sendet die BBC weiterhin auf weit reichenden Mittelwellen, während in den vergangenen Monaten etliche Privatsender diesen Wellenbereich aufgegeben haben. Ein komplette Liste im PDF-Format der aktiven Stationen steht unter www.bdx.org.uk/rsuk.html zum kostenlosen Herunterladen bereit. Die bekannte Langwelle 198 kHz, auf der die BBC das Vierte Hörfunkprogramm in AM ausstrahlt, dürfte allerdings bis Ende

September dieses Jahres abgeschaltet werden. Die drei dafür eingesetzten AM-Sender an den Standorten Droitwich (500 kW), Bournemouth (50 kW) und Westerglen (50 kW) übertragen neben dem Hörfunkprogramm bislang Datensignale des *Radio Teleswitch Service* (RTS) an Stromverbraucher überall in Großbritannien. Die technische Umstellung seitens der Energieversorger auf andere Signalwege läuft seit Ende Juni und wird einige Monate dauern. Die BBC hat bislang nicht offiziell bekanntgegeben, wann die Übertragung von *Radio 4* auf der Langwelle endet.

Unterdessen plant in Großbritannien mit *Outreach Gold* eine neue Mittelwellenstation auf 1557 kHz in AM den Sendebetrieb. Der Sender steht in Hedge End, Southampton, und wird mit 1 W ein Musikprogramm mit Titeln aus den 1950er- bis 1980er-Jahren ausstrahlen. Die Sendungen richten sich an Hörer im Hiltlingbury Nachbarschaftszentrum, genannt *The Hilt*, in Chandler's Fort. BC-DXer mit guter Antenne sollten sich von der geringen Sendeleistung nicht entmutigen lassen, andere 1-W-Mittelwellenstationen aus Großbritannien wurden bereits im deutschsprachigen Raum lesbar aufgenommen.

Auf Kurzwelle ist nun wieder ein Hörfunkprogramm aus Luxemburg zu hören, denn seit Mai sendet *Radio Onda* (www.radioonda.be) über Anlagen in Junglinster auf 6140 kHz mit 1 kW. Testsendungen waren gut in Mitteleuropa aufzunehmen. Zeitweise war zudem *Radio Gloria* aus der Schweiz mit einem Programm auf dieser Frequenz vertreten. *Radio Onda* ist eine Station der brasilianischen Gemeinschaft in Belgien und sendet dort über DAB+ für den Großraum Brüssel. In den vergangenen Jahren stand der Kurzwellensender der Station in den Niederlanden, bis sich nun die Gelegenheit für den Betrieb aus Junglinster bot.



Outreach Gold hat eine Sendelizenz für die Mittelwelle 1557 kHz.

Foto: Outreach Radio

Bemühungen um eine Kurzwellen-Sendelizenz für den Betrieb in Belgien verliefen ergebnislos. Wie vor vielen Jahren *Radio Luxemburg* auf 6090 kHz, strahlt *Radio Onda* überwiegend Musikprogramme aus. Neben 6140 kHz hat die Station die Frequenzen 9530 kHz, 15 190 kHz und 25 850 kHz für eine künftige Nutzung registriert.

Direkt aus Brasilien ist bei guten Südamerikabedingungen in den Abendstunden nun wieder *Radio Voz Missionaria* im 25-m-Band zu hören. Wie Rudolf Grimm in HCDX berichtete, weicht die Station mit 11 748,8 kHz etwas von der Nominalfrequenz ab. Eine Parallelaus-



Radio Onda testet seit Mai aus Luxemburg auf 6140 kHz.

Foto: Radio Onda

strahlung liegt auf 9665 kHz. Einfacher aus Brasilien zu hören, ist hierzulande nachts *Rádio Nacional da Amazônia* auf 6180 kHz.

■ KTWR Guam bis Oktober

Seit fast 50 Jahren wendet sich der Missions-sender *Trans World Radio* (TWR) mit der leistungsstarken Kurzwellenstation KTWR auf der Pazifikinsel Guam an die Bevölkerung Asiens. So wertvoll diese Station für den Dienst von TWR auch ist, standen die Betreiber dort in den vergangenen Jahren vor vielen Herausforderungen.

Ein Problem sind die veralteten Sendeanlagen, die immer häufiger ausfallen. „Wir glauben nicht, dass die Aufbringung der Mittel für den Ersatz dieser kostspieligen Ausrüstung ein kluger Umgang mit den Ressourcen wäre, die in anderen Bereichen des Dienstes benötigt werden“, teilte die Station Anfang Juni mit. Daher habe die weltweite Leitung von TWR einstimmig beschlossen, den Betrieb auf Guam einzustellen und diese Sendungen bis zum 31. 10. dieses Jahres zu beenden.

„Wir haben Prozesse eingeleitet, um unsere Kurzwellenprogramme auf andere Kanäle in der Region zu übertragen, darunter auf *Reach Beyond Australia* und *Far East Broadcasting Co.* (FEBC) sowie auf kommerzielle Anbieter“, erklärte TWR in einer Mitteilung. „Wir werden zudem andere Plattformen nutzen, darunter UKW- und Mittelwellen-Rundfunk sowie digitales Streaming.“ Die Hörer würden rechtzeitig vor der Umstellung darüber informiert, wo sie die Programme künftig finden können. In der offiziellen Mitteilung wird nicht erwähnt, dass auf der Pazifikinsel großer Bedarf an Land besteht und das Grundstück von TWR Guam vermutlich sehr begehrt ist. Ähnliches passierte HCJB Quito in Ecuador, da in dem Tal ein neuer internationaler Flughafen gebaut werden sollte. Derzeit sendet KTWR u. a. von 0330 UTC bis 0400 UTC auf 9655 kHz, 0930 UTC bis 1200 UTC auf 11965 kHz, 1100 UTC bis 1300 UTC auf 9910 kHz, 1300 UTC bis 1400 UTC auf 15 400 kHz.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung Juli 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Obwohl die Zahl der Sonnenfleckengruppen in diesem Frühjahr relativ gering war, gab es immer mindestens eine auf der Sonnenscheibe, die das Potenzial hatte, energetisch signifikante Flares zu generieren. Am 29. Mai erreichte die geomagnetische Aktivität weltweit starke Sturmpegel. Das kam für diejenigen nicht unerwartet, die während der letzten vier Umläufe wiederkehrende Störungen beobachtet hatten.

Im Gegensatz dazu kam der starke Flare am 31. Mai um 0005 UTC überraschend. Danach verließ eine große Plasmawolke mit starken „eingefrorenen“ Magnetfeldern die Sonne in Richtung Erde. Der Sonnenwind enthielt am 31. Mai und 1. Juni hochenergetische Protonen. Darauf folgte die Vorhersage starker geo-

magnetischer Störungen, begleitet von ausgeprägten ionosphärischen Störungen und Polarlichtern speziell für den 1. und 2. Juni. Der 1. Juni war der am extremsten gestörte Tag. Die hohe Sonnenaktivität im 25. Elftjahreszyklus setzt sich in diesem Jahr fort. Sie ist aber begleitet von mehr Störungen. Um die weitere Entwicklung vorhersagen zu können, sind speziell die Entwicklungen auf der Nordhälfte der Sonnenscheibe interessant.

Folgende Sonnenfleckenzahlen R sind für Juli 2025 vorhergesagt worden: NOAA/SWPC 143,5; SIDC (WDC-SILSO) 129 (klassische Methode) und 133 (kombinierte Methode). BOM SWS (Australien) liefert 115,1. Unsere Ausbreitungsdiagramme basieren wieder auf $R = 120$.

Im Mai dieses Jahres erlebten wir eine unüblich große Zahl an geomagnetisch gestörten Tagen, auf die niedrige MuF-Werte folgten. Mit Bezug auf die Öffnung der oberen Kurzwellenbänder und speziell als Ergebnis erhöhter Dämpfung und Streuung in der Ionosphäre gab es die schlechtesten Ausbreitungsbedingungen im zweiten Drittel des Mai.

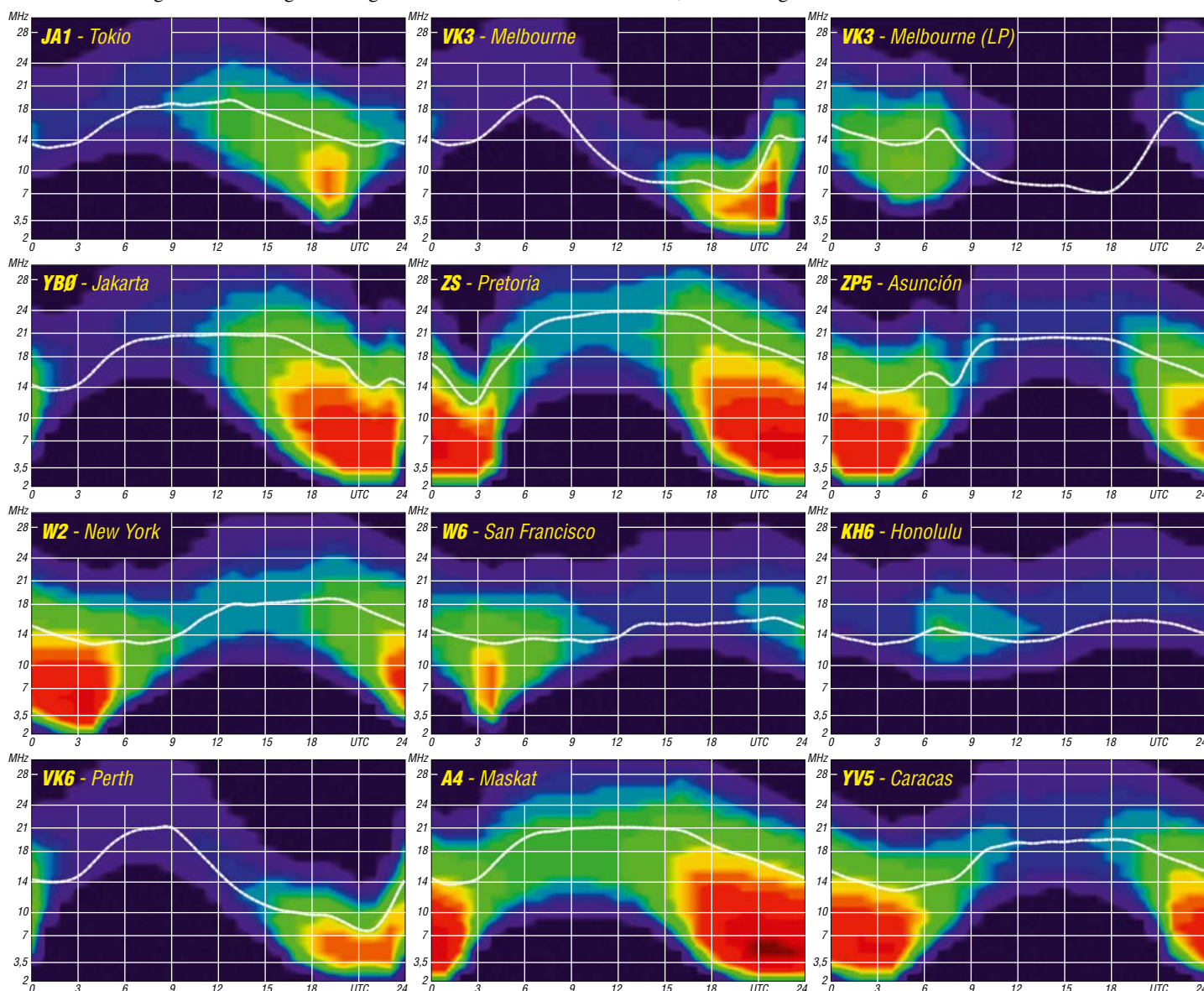
Obwohl wieder eine leicht erhöhte Sonnenaktivität für Juli erwartet wird, hat das nur ge-

ringen Einfluss auf die nutzbaren Frequenzen, denn der Sommer kulminiert in der nördlichen Hemisphäre. Die Aktivität des geomagnetischen Feldes wird deutlich geringer sein als im Frühjahr. Deshalb erwarten wir auch eine ruhigere Ionosphäre. Wie im Juni ist die sporadische E-Schicht der Grund für häufigere Abweichungen von den Vorhersagen.

Folgende Werte sind verfügbar von Messungen und Beobachtungen im Mai 2025: SIDC $R_1 = 79,2$, DRAO SF = 135,2 und erneut ein hoher geomagnetischer Aktivitätsindex A von Wingst mit 19,7. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für November wurde berechnet mit $R_{12} = 157,0$.

Legende zu den Diagrammen

Als Berechnungsgrundlage dienen:
Sendeleistung: 1 kW ERP
RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch
weiße Linie: MUF
Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
Försterweg 8, 09437 Börnichen
E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ GMA

Mario, DL4MFM, hat, da Google die Preise für die Nutzung der Google-Maps-APIs drastisch erhöht hat, die Software von Maps zu MapBox migriert. Ein tüchtiges Stück Arbeit, es hat sich aber gelohnt. Danke für Deine Mühe, Mario!

■ Berg(Licht)funk-Versuche mit Komplettbausatz

Am langen Wochenende Ende Mai/Anfang Juni trafen sich Hans-Jürgen, DL3HJG, und Harald, DL2HSC, am Wolfsberg bei Reinhardtsdorf, um Versuche mit dem *ELiSE Photonic Communicator* (www.aatis.de/content/bausatz/ELiSE_Photonic_Communicator) durchzuführen. Nach ersten Tests in der Umgebung, die sehr vielversprechend verliefen, wurde der Wolfsberg (GMA DA/SX-411) am 30.5. um 1005 UTC aktiviert.

Die Talstation befand sich in rund 900 m Entfernung am Ortsrand von Reinhardtsdorf, die Bergstation auf der Freiterrasse am Panoramahotel. Das LED-Licht mit der Wellenlänge von 630 nm, etwa 476 THz, des Senders war deutlich bei der jeweiligen Gegenstation zu



Talstation von DL3HJG

Foto: DL3HJG

sehen, sodass das Ausrichten der Stationen problemlos erfolgen konnte. Hier zeigte sich jedoch, dass ein stabiles Stativ unbedingt notwendig ist. Beide Stationen hörten das amplitudenmodulierte Lichtsignal der jeweils anderen klar und deutlich.

Da der AATiS-Bausatz komplett mit SMD-vorbestückter Leiterplatte, vorgefertigtem Gehäuse und allen mechanischen und optischen Teilen zu einem günstigen Preis vertrieben wird, lädt er förmlich zu Berglichtfunk-Versuchen ein. Speziell im Gigahertz-Aktivitätscontest (DUR – Dresdner UKW-Runde, dl0tud.tu-dresden.de/wordpress/index.php/dur) gibt

es für die Teilnahme im Terahertzbereich pro Kilometer 20 Wertungspunkte!) Die einzige Modifikation unsererseits war der Ersatz der mitgelieferten Zieleinrichtung durch zwei mit dem 3D-Drucker erzeugten Teilen. Da der Bausatz ja eigentlich speziell für Versuche in Arbeitsgemeinschaften und Jugendgruppen gedacht ist, findet sich hier vielleicht sogar Nachwuchs für die Bergfunkerei?

■ Bergfunkertreffen bei DF0SAX

Am 17.5. fand auf dem Wachberg bei Ottendorf-Okrilla das traditionelle Bergfunkertreffen statt. Bernd, DL2DXA, schreibt dazu: Knapp 50 Gäste waren gekommen, um sich mal wieder persönlich zu treffen, bei Kaffee und Kuchen und später mit Gegrilltem verwöhnen zu lassen. Zwischendurch gab es ein kniffliges Quiz zu Fragen rund um den Sächsischen Bergwettbewerb. Ein großes Dankeschön an die Gastgeber von DF0SAX. (DL2HSC: hier wurde auch der Lichtfunkeinsatz zu Himmelfahrt in der Sächsischen Schweiz besprochen und geplant).



Teilnehmer des Bergfunkertreffens

Foto: DH0DK

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Ham2K – Portable Logger auch für SWLs

Amateurfunkbetrieb in freier Natur erfreut sich zunehmender Beliebtheit. Mitunter ist der Portabelbetrieb die einzige Möglichkeit, um das vorhandene Amateurfunk-Equipment vollständig zum Einsatz zu bringen. Egal ob Berg oder Naturpark, es bedarf nicht immer großer logistischer Vorbereitungen. Ein Rucksack reicht aus, um darin einen QRP-Transceiver, Stromversorgung, Antennenmaterial und etw. Zubehör zu verstauen.

Da bei solchen Aktivitäten in der Regel nicht hunderte Verbindungen zustande kommen, werden oft nur Papier und Bleistift für die Logbuchführung genutzt. Als „Backup“ für das Papierlog ist ein Schnappschuss mit dem Smartphone sehr zu empfehlen. Nichts wäre ärgerlicher, als wenn der Zettel mit den Logdaten auf dem Nachhauseweg abhanden käme.

Ein Sprachrekorder ist eine weitere Möglichkeit zur alternativen Logbuchführung. In jedem Fall ist für die nachträgliche Übernahme in ein Logbuchprogramm oder für den Up-

load der Daten auf einen Server immer noch eine zusätzliche manuelle Nacherfassung erforderlich. Wenn ein Smartphone oder Tablet zur Ausrüstung gehören, dann lohnt es sich, nach dafür geeigneten Logprogrammen Ausschau zu halten.

Sebastián Delmont, KI2D, hat mit dem Programm *Ham2K Portable Logger* eine Software für Android und iOS entwickelt, die speziell auf die Bedürfnisse des Portabel-Funkbetriebes, wie POTA, SOTA oder WWFF zugeschnitten ist. Auf den ersten Blick unterscheidet es sich nicht sonderlich von sonstigen Logbuchprogrammen dieser Kategorie.

In ihm stecken allerdings viele gut durchdachte Funktionen, die dabei helfen, unter Berücksichtigung der begrenzten Darstellungsmöglichkeiten eines kleinen Displays, die notwendigen händischen Eingaben während der Logbuchführung auf ein Minimum zu reduzieren. Die vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten erlauben eine Anpassung auf die ganz persönlichen Bedürfnisse.

Besteht eine Internetverbindung, werden die zu einem Rufzeichen gefundenen Angaben (Name, Standort) angezeigt und in das Log übernommen. Alle Daten lassen sich über den Button *More* auch nachträglich bearbeiten.

In einem separaten Fenster werden aktuell gemeldete Spots (POTA, SOTA, WWFF oder WWBOTA) angezeigt. Auch für SWLs ist dies

eine interessante Funktion, um gerade laufende Aktivierungen zu beobachten. Wie bei den meisten anderen Logbuchprogrammen ist ein spezieller SWL-Modus leider nicht vorhanden.

Spotanzeige von
*Ham2K Portable
Logger*
Screenshot:
DL7UAW

13:21 Spots	
40m - All modes	
Showing 7 out of 44 Spots	
7:028 000 EA3AV/P	4m ago
40m CW ▲ SOTA EA3/GI-040: la Creueta	
7:031 000 I/HBVEV/P	7m ago
40m CW ▲ SOTA ULG-084: Monte Castello	
7:074 000 DL6AR	9m ago
40m FTB ▲ OE-0988: Ni - Kulturroute National Recre.	
7:033 000 DK91P/P	13m ago
40m CW ▲ SOTA DM/BW-018: Blauen	

Um zu einer gehörten Funkverbindung auch das Rufzeichen der Gegenstation im Log zu erfassen, bleibt nur die Möglichkeit, dieses im Feld *Bemerkungen (Notes)* einzutragen. Die integrierten Export- und Importfunktionen erlauben den Datenaustausch im ADIF-Format. Das Programm lässt sich intuitiv bedienen und im Zweifelsfall hilft das ausführliche Onlinehandbuch weiter.

Das Programm wurde für den *Amateur Radio Software Award 2025* nominiert.

Literatur und Bezugsquellen

- [1] <https://polo.ham2k.com>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=3llc2D4cnes>
- [3] <https://arsaward.com>
- [4] Gräfe, T., DJ2TG: Ham2K Portable Logger – Logbuch-App für Android und iOS. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 851

DA0HQ startet in der 40. IARU-Kurzwellen-Weltmeisterschaft

Pünktlich am 13. Juli 2025, um 1200 UTC, startet wieder die *IARU HF World Championship*. Das Besondere an diesem Contest ist die Teilnahmeklasse der Headquarter-Stationen HQ, in der die Teams der nationalen Amateurfunkverbände antreten. Neben den ITU-Zonen zählt in der Contestabrechnung jedes dieser Teams als Multiplikator.

■ Historische Entwicklung

Der Vorläufer der IARU-WM war die *IARU Championship*. Um deren Attraktivität zu erhöhen, wurde sie im Jahr 1986 durch die erste *IARU HF World Championship* ersetzt. Bis dahin stand der allgemeine Funkverkehr im Mittelpunkt, während die heutige *IARU HF World Championship* explizit den Kontakt mit IARU-HQ-Stationen betont. Der wichtigste Unterschied zu anderen Contests aber ist, dass verschiedene lokale Contestgruppen aus einer Nation, die sonst gegeneinander antreten, ihren nationalen Amateurfunkverband ge-

erlaubt und die Regeln dafür konkret ausformuliert.

Ab 1992 war das deutsche Team des DARC e.V. unter dem Rufzeichen DA0HQ aktiv. Die technische Basis wurde erweitert, um konsequent mit zwölf unabhängigen Sendestationen arbeiten zu können. Damit mussten Mitstreiter gefunden werden, um den entkoppelten Funkbetrieb auf den Bändern optimal abzusichern. Personelle und technische Unterstützung kam von den Funkamateuren des *Bayerischen Contest Clubs BCC*.

Ab 1995 funkte das DA0HQ-Team von mehreren Standorten aus, die über ganz Deutschland verteilt lagen. Über die Jahre waren 27 verschiedene Standorte beteiligt, das Headquarter blieb am zentralen Standort in Ilmenau, wo die Aktivitäten koordiniert und fünf Bandslots bedient werden. Dazu sind eine ganze Reihe Mitstreiter aus ganz Deutschland nötig, die auch in anderen Contests als Stammgäste das DF0HQ-Kernteam verstärken.



Das Ilmenauer DA0HQ-Team am Standort von DF0HQ (v.l.n.r.):
oben: DL7ZZ, DK9YL, DM6EE, DH1AKY, DL7CH, DL2COM, DL6KVA, DL5ANT, DL5GA;
unten: DL6KDS, DL5MLO, DL3GA, DG1AKN, DL2DSA, DK7YY, DJ9AO, DM8HH, DL1AUZ, DG1ATN, DB5DY, DM4AO, DL20BF, DL3ABL, DC8YZ, DL12DUO, DL4MW, DL2SAX, DL6MHW

meinsam vertreten und zusammen für ein bestmögliches Ergebnis im Wettbewerb gegen die Teams aus anderen Ländern funken.

Eine deutsche „Nationalmannschaft“ ist seit der ersten IARU-WM im Jahr 1986 dabei und war bis 1991 unter dem Rufzeichen Y61HQ aktiv. Zur ersten WM war vieles „mit der heißen Nadel gestrickt“. Die Herausforderung bestand darin, an einem Standort auf jedem Band in CW und SSB parallel zu funken, was im Prinzip ein Multi-Multi-Multi-Betrieb ist.

So gingen 1986 sechs improvisierte Sendestationen am Standort Ilmenau an den Start. Die Bänder 10 m und 160 m teilten sich eine Funktechnik, zum Ärger des 160-m-Operators, der erst spät aktiv werden konnte, weil die 10-m-Bedingungen einfach zu gut waren. Die Freude über den errungenen ersten Weltmeistertitel war umso größer und es entstanden sofort Ideen für Verbesserungen des Funkbetriebs.

Die Regeln und Strukturen des Wettbewerbs wurden im Laufe der Zeit angepasst, um den ständig wechselnden Anforderungen und Technologien gerecht zu werden. Die räumliche Verteilung der HQ-Stationen über das Teilnehmerland wurde vom Veranstalter explizit

Die Teilnehmerzahlen in der HQ-Stationen-Kategorie stiegen von rund 25 auf konstant über 50 seit dem Jahr 2003 an. Den HQ-Suffix haben übrigens viele Stationen von Y61HQ bzw. DA0HQ nach und nach übernommen! Die Plätze auf dem Siebertreppchen werden seit zehn Jahren zwischen DL, F und EA hin- und hergetauscht. Die Polen und das RSGB-Team von den britischen Inseln sind auch ernstzunehmende Konkurrenten. So hat GR2HQ im letzten Jahr die Spanier nach der finalen Auswertung auf den dritten Platz verwiesen.

Dabei ist noch zu erwähnen, dass das französische TM0HQ-Team 2024 gar nicht angetreten ist, weil es Probleme mit mehreren Standorten hatte. Es bleibt also spannend und jeder Anruf von Euch bringt uns Punkte.

■ Kontinuität und Veränderungen im Funkbetrieb

In der IARU-WM ist das Spitzenfeld jedes Jahr dicht gedrängt und man darf sich keine Fehler erlauben, wenn man ganz vorn mit dabei sein will. Das DA0HQ-Prinzip der Kontinuität zahlte sich aus: Insgesamt hat das Team 17 Weltmeistertitel geholt und in den letzten drei Jahren den Hat trick geschafft. Das ist eine

bemerkenswerte Gemeinschaftsleistung aller beteiligten Akteure vor und hinter den Tasten und Mikrofonen und ein Grund zum Feiern. Obwohl wir versuchen, die Team- und Standortkonfiguration möglichst beizubehalten, ist das einzig Beständige die Veränderung. Aus verschiedenen Gründen ziehen sich Standorte aus dem HQ-Geschäft zurück und es müssen dafür neue Aktive und Contest-Standorte gefunden werden. Nicht nur, um Redundanz zu schaffen, sondern auch, um durch geografi-



Resi, DK9YL, Andrea, DL3ABL, und Ben, DL5ANT an der 160-m-Station
Fotos: DL4MW

sche Aufteilung die Ausnutzung der Ausbreitungsbedingungen zu verbessern, besetzen wir einige Bandslots mit mehreren Teams. Diese tauschen den Funkbetrieb zwischen ihren Standorten in Eigenregie hin und her, um die QSO-Raten zu maximieren.

Auch bezüglich der Technik gibt es immer wieder neue Ideen, die ausprobiert werden. Zusätzliche Empfangsantennen sind da nur ein Beispiel, um sich einen Vorteil zu verschaffen. Die einzelnen Standorte sind heute deutschlandweit über das Internet vernetzt. Die Synchronisation der Logs zwischen mehr als 50 PCs läuft stabil und man kann live sehen, was und wo an jedem Standort gefunkt wird. Die Kommunikation im Chat wird dann schon etwas unübersichtlich, wenn zu viele Meldungen von den vielen Team-Mitgliedern auf dem Bildschirm auftauchen.

Aus dieser Sicht kaum vorstellbar, dass bei den ersten WMs in den 1980er-Jahren die Logs noch auf Papier geschrieben wurden. Die DOS-Logrechner in den 1990er-Jahren mit dem Contestprogramm CT von K1EA waren zunächst über serielle Schnittstellen, später über LAN-Karten vernetzt. Nach der Erweiterung des DA0HQ-Teams auf mehrere Standorte konnten die einzelnen Logdateien erst nach dem Contest zusammengeführt werden. Damit war es im laufenden Contestbetrieb auch schwierig zu sehen, welche Multiplikatoren schon gefunkt waren, da diese unabhängig von der Sendart auf jedem Band zählen.

Als Insellösungen wurden zur partiellen Vernetzung der Standorte verschiedene Ansätze ausprobiert. Beispielsweise war die binäre Datenübertragung über TNCs mit Packet-Radio im 70-cm-Band oder die Verwendung von DECT-Modulen leider nur teilweise erfolgreich.

DX-Cluster und Skimmer sind weitere Helfer, um gesuchte Stationen auf den Bändern aufzuspüren. Dazu kommen weitere Softwaretools, wie das *Reverse-Beacon-Netzwerk*, der *PSK-Reporter* und die *DX-Maps*, um die weltweiten Bandöffnungen zu überwachen.

■ Praktische Funkerfahrungen

Beim Funkbetrieb sind wir generell zu Zweier-teams übergegangen, da ein Funkamateurl allein mit den Aufgaben zur Erzielung eines optimalen Ergebnisses überfordert wäre. Das beginnt bei der Beobachtung von Chat und Informationssystemen und endet mit dem Hören auf verschiedenen Antennen. Vier Ohren hören mehr als zwei.

Dieses Prinzip haben wir auf einigen Bändern auch auf zwei Standorte pro Bandslot ausgedehnt, um so die geografische Ausleuchtung flächendeckender zu gestalten und die QSO-Raten hochzuhalten. Die aktiven Standorte legen eigenständig fest, wer wo und wann Betrieb macht und in welchem Rhythmus gewechselt wird. Durch diese Tauschoption haben wir die bisherigen Reservestationen aktiv in den Funkbetrieb einbezogen, was insgesamt den Spaß am Contesting erhöht und Redundanz schafft.

Traditionell traf sich das HQ-Team im April, nicht nur, um den WM-Titel zu feiern. Diskutiert wurde die Strategie für den nächsten WM-Contest. Sind alle Standorte wieder dabei? Wo und auf welchem Band kommt noch eine Station aus Tauschoption und Redundanz hinzu? Der Plan in der Tabelle kann also noch erweitert oder geändert werden. Wie sieht es mit verfügbaren Akteuren aus? Was muss repariert werden? Was wird neu aufgebaut? All diese Fragen stellen sich dem gesamten Team und den einzelnen Standorten. Deren kreative Umsetzung ist ein wesentlicher Punkt für den Erfolg im Contest. Es gibt noch einiges zu tun ...

Und dann ist es wieder soweit, am zweiten Juliwochenende warten wir auf eure zahlreichen Anrufe in der IARU-WM: Ruft uns einfach in CW bzw. SSB! Als Kontrollnummer wird neben dem Rapport die ITU-Zone gege-

ben, also für DL die 28. Gerade auf den hohen Bändern ist es oft schwierig durchzukommen, aber wir werden mit zusätzlichen Antennen die Ohren spitzen. Aktiviert auch Funkamateure in eurem Ortsverband. Als Anreiz bieten wir die DA0HQ-Sprintwertung (High/Low-Power, QRP und OV-Wertung) und das DA0HQ-Diplom. Ein Log müsst ihr nicht un-

Geplante Standorte und Frequenzen

Band	Mode	f [MHz]	Standort
10 m	CW	28,032	Mühdorf a. Inn/Jessen
10 m	SSB	28,485/28,445	Schöppingen/Ilmenau
15 m	CW	21,032	Ilmenau
15 m	SSB	21,280/21,325	Wetzstein
20 m	CW	14,032	Kerpen
20 m	SSB	14,265	Weeze
40 m	CW	7,003/7,028	Jessen
40 m	SSB	7,133/7,178	Ilmenau
80 m	CW	3,511/3,532	Ilmenau/Kerpen
80 m	SSB	3,645/3,777	Wittgenborn
160 m	CW	1,832	Schöppingen/Jessen/Horschlitt
160 m	SSB	1,846	Ilmenau/Kerpen

bedingt schicken, aber: Wenn ihr ein Log einreicht, dann bitte alle QSOs mit DA0HQ darin aufführen, auch wenn sie nicht zu Band oder Mode Eurer Teilnahmekategorie passen, sonst bekommen wir dafür Punktabzüge, wenn der Kreuzvergleich negativ ausfällt! Weitere Infos sind unter www.da0hq.de und im demnächst erscheinenden CQDL-Spezial zum Thema Conteste zu finden.

Unsere Materialsuche war in den letzten Jahren durchaus erfolgreich. Vielen Dank für Eure Angebote. Einige Teile vom SS-1000 (Transformatoren, Messtöpfe) sind aber immer noch ein Engpass bei DF0HQ.

Generell stehen wir für Fragen, Meinungen, Kritiken, Vorschläge und Ideen unter da0hq@darf.de bzw. dl5ant@darf.de zur Verfügung. Also dann, man hört sich am 13. Juli ab 1200 UTC zur 40. IARU-Weltmeisterschaft.

Ben Bieske, DL5ANT
dl5ant@darf.de

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ HADES-ICM

Seit Mitte Juni soll der FM-Repeater an einem Freitag, Samstag und Sonntag aktiviert werden.

■ FutureGEO-Projekt von AMSAT-DL

Im Rahmen einer Kooperation zwischen der AMSAT-DL und der Europäischen Weltraumorganisation ESA zur Vorbereitung eines zukünftigen geostationären Amateurfunk-Nutzlastprojekts *futureGEO* wurde ein *Request for Expression of Interest* (RFEI) an nationale AMSAT-Organisationen, Amateurfunkverbän-

de und qualifizierte Fachleute weltweit versendet.

Ziel ist es, potenzielle Partner zu finden, die aktiv an der Definition und Entwicklung einer neuen Amateurfunk-Nutzlast für einen zukünftigen geostationären Satelliten mitwirken möchten. Beiträge sollen innovative technische Ideen, Erfahrungen aus bisherigen Missionen (z.B. QO-100) sowie konkrete Vorschläge für Nutzlasten, Experimente und Bildungsinitiativen umfassen.

Angesprochen sind insbesondere Amateurfunkorganisationen, deren Länder Mitglied in der ESA sind oder die sich im geplanten Sichtbarkeitsbereich (*footprint*) befinden, also neben Europa auch Kanada, Nord- und Südamerika sowie Afrika. Weitere Informationen sind unter <https://amsat-dl.org/rfei-futuregeo> zu finden. Einsendeschluss für Interessensbekundungen ist bereits der 30. 6. 2025.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateurl.de

■ AGCW-DL

Das Ergebnis der AGCW-NTC-QSO Party im April 2025 steht fest: Den 1. Platz errangen Felix, DL5XL, in der Klasse *Electronic Keys*, Jacek, SP9OUV, in der Klasse *Straight Keys* und Lothar, DL0SLW, (Operator DL1DXL) in der Klasse *Bugs und Cooties*. Herzlichen Glückwunsch den Klassensiegern und vielen Dank allen Teilnehmern! Awdh am 21. 10. auf der nächsten AGCW-NTC-QSO Party.



Grunddiplom aus Anlass des 75. Geburtstages des DARC e.V. Foto: DARC

Anlässlich des 75. Geburtstages des DARC e.V. können vom 1. 5. bis zum 31. 10. 2025 Sonderdiplome erarbeitet werden. Die Ausgabe der Diplome kann auf Antrag, neben anderen Sendarten, in Telegrafie (CW) erfolgen. Die AGCW empfiehlt ihren Mitgliedern, sich am Diplomprogramm des DARC zu beteiligen, soweit sie sich mit ihm verbunden fühlen. Die Originalausschreibung und eine Liste der zu arbeitenden Stationen sind auf der DARC-Website unter www.darc.de/der-club/referate/dx/sonderdiplome zu finden. Gutes Gelingen und viel Spaß beim Jagen.

Ingo Lübberstedt, DJ2XY

■ Neues aus dem HSC

Unser Funkfreund, DL8LD, HSC #1907, hat leider die Taste für immer aus der Hand gelegt. – DL2DVE, Andy, ist unser neues Mitglied HSC #2023. G4OJW (auch VK5EEE), Al, HSC #1437 ist nunmehr überwiegend als HS0ZQE aktiv. – Wir gratulieren unserem HSC-Komitee-Mitglied PG4I, Joop, VHSC Sekretär und HSC #1100, zur Erlangung des Grunddiploms WHSC 417. – Inspiration allgemeiner Art findet man unter dem Link des Monats: www.leadershipjournal.de/zitate-leben KW-CW-Conteste (Auswahl) im Juli:

Marconi Memo HF Contest: 5./6. 7., 1400 ... 1459 UTC

Original QRP Contest: 5./6. 7., 1500 ... 1500 UTC

IARU HF Championship: 12./13. 7., 1200 ... 1200 UTC

IOTA Contest: 26./27. 7., 1200 ... 1200 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Änderung des YSFReflector-Registers

DVRef ist das neue Referenzregister für YSF-Reflektoren. Kim Hübel, DG9VH, hat den sprichwörtlichen Staffeltab für alle *YSFReflector*-Registrierungen und die Bereitstellung der YSFHosts-TXT-Dateien weitergegeben. Das DVRef-Team dankt Kim für seinen langjährigen engagierten Dienst und den wertvollen Code, den er mit der Gemeinschaft geteilt hat.

Mit Wirkung vom Sonntag, dem 1.6.2025, 0000 UTC, wurde die Pflege der YSFHosts-TXT-Dateien und der Registrierungen im YSFReflector-Register eingestellt und stattdessen im DVRef fortgesetzt. Reflektorbetreiber sind weiterhin für das Hinzufügen und Verwalten ihrer Einträge über das neue DVRef-Portal selbst verantwortlich.

Die Umstellung zielte darauf ab, DG9VH zu entlasten und den Dienst an ein Team zu übergeben. Die Betreiber der Reflektoren haben nun die direkte Kontrolle über ihre Listen und können so deren Genauigkeit und rechtzeitige Aktualisierung sicherstellen. Eine verbesserte Effizienz durch eine zentralisierte und verteilte Datenbank vereinfacht die Verwaltung und verringert den mit der Pflege von Host-Dateien verbundenen Arbeitsaufwand.

Diese Änderung ist eine nachhaltige und skalierbare Lösung für die Verwaltung der Reflektorlisten und außerdem zukunftssicher.

Auswirkungen

Betroffen sind alle Entwickler und Nutzer von digitalen Sprachanwendungen und Software, die auf YSFHosts-TXT-Dateien angewiesen

sind. Zugänglich sind nur noch im DVRef-Portal aufgeführte Reflektoren in Anwendungen, die Hostdateien nutzen, wie Pi-STAR, WPSD usw.

Sowohl Pi-STAR als auch WPSD verwenden die neuen DVRef-YSF-Hostdateien und verteilen sie an die Pi-STAR- und WPSD-Instanzen, im Gegensatz zu den *YSFReflector-Registry*-Hostdateien.

Nutzer werden feststellen, dass die YSF-Hosts in den verschiedenen Drop-down-Menüs anders aussehen, da sie nach Reflektor-ID sortiert sind.

Es ist wichtig, dass Reflektorbetreiber ihre Reflektoren so bald wie möglich zum DVRef-Portal hinzufügen, da diese den Nutzern vieler digitaler Sprachanwendungen seit dem Umstellungstermin sonst nicht mehr zur Verfügung stehen.

Wie kann man sich beteiligen?

Über das DVRef-Portal <https://dvref.com> in Bild 1 erstellt man ein Konto und folgt den Anweisungen, um seine YSF-Reflektoren hinzuzufügen.

Zusätzlich ist, sich zu vergewissern, dass die Reflektorinformationen korrekt und aktuell sind. Diese Umstellung bezieht sich nicht auf FCS/YCS-Reflektoren/Hosts und nicht auf XLX-Hosts. Nur YSF-Hosts, die zuvor in der *YSFReflector Registry* eingetragen waren, sind davon betroffen.

Wer Fragen hat oder Unterstützung bei der Umstellung auf DVRef benötigt, sollte sich an das DVRef-Team wenden. Dazu ist ein Konto auf dem DVRef-Portal anzulegen und ein Support-Ticket unter <https://dvref.com/ticket/new> zu öffnen.

Vielen Dank für die Mitarbeit. Wir hoffen, dass die Umstellung erfolgreich verläuft.

Jochen Berns, DL1YBL

Literatur

[1] DVRef: Important Announcement from the DVRef Team and the YSFReflector Registry. <https://dvref.com/announcements/dvref-team-and-ysfreflector-registry>

■ Updates für Icom-Geräte

Auf der Website von Icom-Japan befinden sich unter www.icomjapan.com/support/firmware_

driver einige Updates für aktuelle Icom-Geräte.

Die Programmiersoftware für die Handfunkgeräte Icom ID-50, ID-52 und ID-52 Plus wurde aktualisiert. Das Änderungsdatum ist der 7.5.25. Auch die Firmware für diese Geräte hat ein neues Update bekommen, das einige Fehlerbehebungen enthält. So beinhaltet das Update 1.11 für das ID-52 Plus die Funktionen *Digital-Repeater-Set OFF, ON* und neu *ON(GW)* – bedauerlicherweise nur für dieses Gerät, siehe Pfeil in Bild 2.

Im VFO-Modus lässt sich nun bei alter oder fehlender DR-Liste mit einem PTT-Tastendruck z.B. das Modul *B* in *R1*: setzen; das Gateway *G* in *R2*: wird auf *Auto* gestellt.

Bisher funktionierte das leider nicht so und viele, vor allem neue Funkamateure, mit alten Repeaterlisten waren damit überfordert. Wir haben auch keine wirklich aktuellen Listen der DV/D-STAR-Repeater zur Verfügung. Es ist schwer zu verstehen, dass man selbst bei funktionierenden Repeaterlisten immer darauf achten muss, *Use Reflector* einzuschalten. Tut man das nicht, kann man Funkamateure auf den verschiedenen Repeatern über den Reflektor hören, ist aber selbst nicht zu hören, da das Gateway nicht eingeschaltet ist. Frust über D-STAR ist dann leider die Folge.

Durch die neue Funktion im VFO-Modus detektiert das ID-52 Plus D-STAR und setzt nach einmaligem Tastendruck *R1*: sowie *R2*: korrekt, und man kann sofort ein Gespräch über den Reflektor beginnen. Es hat eine Weile gedauert, bis Icom meinen Vorschlag eines *Simple Mode* entsprechend umgesetzt hat.

Das Unternehmen selbst verfolgt eine andere Philosophie zum Gebrauch von D-STAR-Modulen und -Reflektoren. Diese waren nämlich ursprünglich gar nicht vorgesehen – Call-sign-Routing sowie Multibandbetrieb waren die Idee, z.B. *DBOBS B* in *R1*: und *DBOBS A* oder *C* in *R2*:, um von 70 cm zu 23 cm oder 2 m sprechen zu können. Allerdings verwendet kaum jemand diese Funktion, denn der Reflektorbetrieb ist bei über 90% der Nutzer etabliert. Stand-alone- oder nicht vernetzte

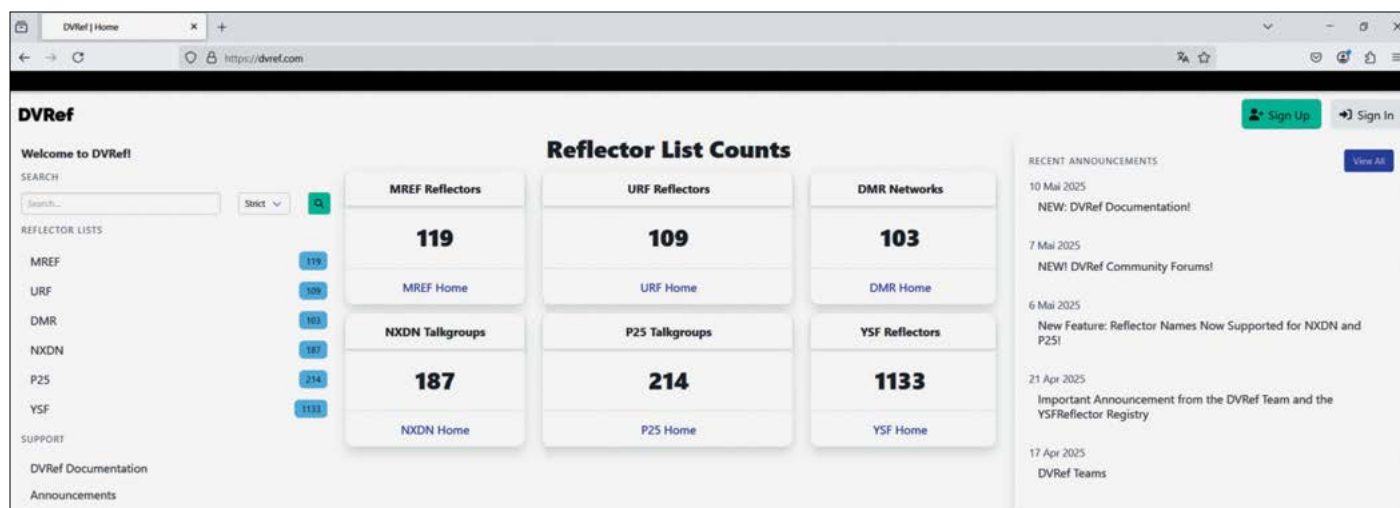


Bild 1: Neue YSF-Reflektorlisten bei <https://dvref.com>

Screenshots: DL1YBL

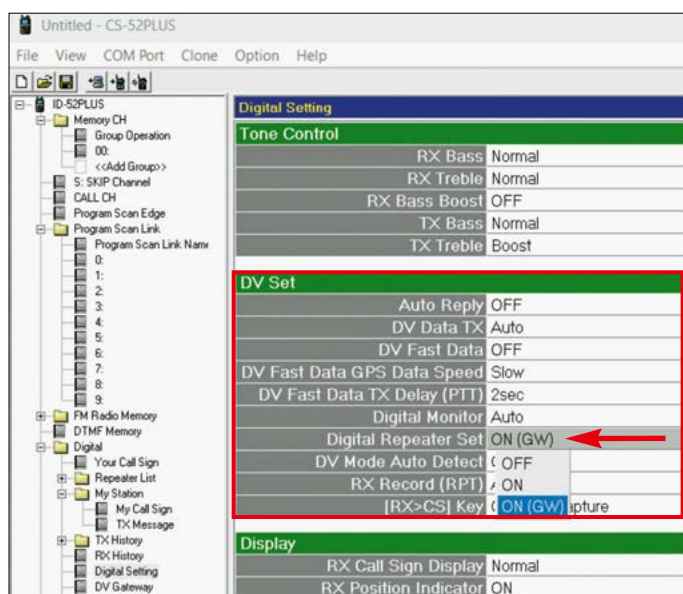


Bild 2:
Änderung bzw.
Erweiterung der
Digital-Repeater-
Set-Funktion beim
Icom ID-52 Plus

Repeater sind selten geworden, da dort meist auch kein Betrieb herrscht.

Update-Vorgang für das ID-52 Plus

Am einfachsten ist die Nutzung einer SD-Speicherkarte. Diese sollte zunächst im Funkgerät formatiert und initialisiert werden. Auf dem ID-52 Plus ist diese Funktion unter *Menu → Set → SD-Card → Format* zu finden. Von einem PC aus kopiert man z.B. die Datei *52PLUSE111.dat* in den Ordner *ID-52*

der Speicherkarte. Unter *SD-Card → Firmware Update* ist die Datei zu laden und die Aktualisierung beginnt.

Repeater-Update

Für einen Repeater wie den ID-RP4010V sind folgende Schritte erforderlich:

1. Die Firmware-Datei in den Ordner *ID-RP3 → Firmware* der SD-Speicherkarte kopieren.
2. Die SD-Speicherkarte in den Repeater stecken und das Gerät einschalten, während die

Reset-Taste gedrückt wird. Die TX-LED blinkt einmal, die Power-LED zweimal.

3. In dieser Phase kurz den Netzschalter betätigen, um die Aktualisierung der Firmware zu starten. Die TX- und die RX-LED blinken abwechselnd.
4. Wenn die Firmware erfolgreich aktualisiert wurde, blinkt die RX-LED zweimal und die Power-LED einmal. Ist das Update fehlgeschlagen, blinkt die TX-LED weiter.

Update-Versionen für Repeater

ID-RP3 Ver1.23 (aktuell): Empfängt der Repeater HF-Uplink und IP-Daten fast zum gleichen Zeitpunkt, können die IP-Daten des Netzwerks nicht durchgereicht werden.

ID-RP3 Ver1.22: Es wurde das Problem behoben, dass der Repeater manchmal die Weiterleitung von aus dem Internet empfangenen Signalen beendet.

ID-RP3 Ver1.21: Ein Fehler, bei dem der nächste Downlink nicht gesendet wurde, wenn das Netzwerk eine Reihe von End-of-Line-Paketen und das nächste Header-Paket empfangen wurde beseitigt – ebenso wie ein Fehler, bei dem keine Weiterleitung des nächsten Uplinks erfolgte, wenn der Empfang des Uplinks beendet und die Übertragung des Downlinks noch im Gange war. Aus Gründen der Cybersicherheit änderte Icom die Einstellungen so, dass der Zugriff über das LAN nur bei aktivierter Kennwortverwendung möglich ist.

Jochen Berns, DL1YBL

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de



■ FDIM 2025 – Videos verfügbar

Die vom *QRP Amateur Radio Club* (QRP ARCI, www.qrparci.org), Organisator der QRP-Veranstaltung *FDIM 2025 (Vier Tage im Mai)* in Fairborn/USA, während des *Symposiums* aufgenommenen Vorträge sind auf dem Youtube-Kanal www.youtube.com/@QRP_ARCI verfügbar. Somit hat jeder, der diese nicht live per Videoübertragung oder vor Ort verfolgen konnte, die Möglichkeit, sich die zwischen 35 min und 62 min langen Beiträge in Ruhe anzusehen. Im Einzelnen sind dies:

- Ross Ballanthyne, VK1UN: Stealth Ops From Hotel Rooms and Other Unlikely QTHs
- Hans Summers, G0UPL: Bringing SSB to the QMX
- Jason Mildrum, NT7S: Beyond the '612
- Dan Koellen, AI6XG: A Project for the Decades – A SOTA CW Tube Transmitter
- Bill Kelsey, N8ET: A History of Four Days In May

G0UPL gab ein paar Tage nach der Veranstaltung auf der Mailingliste des *GQRP Club*

bekannt, dass er das auch im Tagungsband enthaltene, 33-seitige PDF-Dokument auf <https://qrp-labs.com/qmx/fdim2025.html> hochgeladen hat. Es begleitet den Vortrag und geht ausführlicher auf die Firmware-Erweiterung der QRP-Transceiver QMX und QMX+ ein, durch die diese ursprünglich für CW entworfenen Geräte auch für SSB nutzbar werden (siehe auch QRP-QTC im FA 6/2025, S. 497).

■ SDR-Transceiver zBitx

Während der Hamvention 2025 stellte Ashhar Farhan, VU2ESE, an einem Messestand mit dem *zBitx* sein neuestes Projekt vor, das er bereits während des Vortrag *zBitx – Bringing CW into the 21st Century* bei den *FDIM 2024* (www.youtube.com/watch?v=2MeFZb9Dxbg)



Auf dem Touchdisplays des *zBitx* lässt sich u. a. eine Tastatur einblenden, aber auch ein Logbuch führen, FT8 abwickeln und das Spektrum als Wasserfall darstellen.

Foto: HF Signals

ankündigte. Der auf einem *Raspberry Pi Zero 2W* basierende SDR-Transceiver ist für CW, SSB, AM und Digimodes konzipiert und für 169 US-\$ auf www.hfsignals.com bestellbar. Es ist ein Open-Source-Projekt, Quelltexte und Schaltungen sind offengelegt. Außerdem steht auf der Website ein englischsprachiges *User Manual* zur Verfügung.

Das 140 mm × 76 mm × 32 mm große Gerät wiegt 250 g. Mit zwei 18650er-Akkumulatorzellen, die sich von außen in Halter einsetzen lassen, werden bis zu 5 W Sendeleistung erreicht, auf 15 m, 12 m und 10 m etwas weniger. Die Versorgung kann auch aus einer Spannungsquelle mit 6 V bis 9 V erfolgen, wobei als Stromaufnahme während des Empfangs 0,3 A und beim Senden bis zu 3 A angegeben werden.

Auf dem 480 × 320 Pixel großen Touchdisplay lässt sich u. a. ein Keyboard zum Loggen oder zum Morsen einblenden. Eine Morsetaste und eine Tastatur sind aber auch anschließbar, ein CW-Decoder ist integriert. Für SSB/AM besitzt der *zBitx* ein eingebautes Mikrofon, ein externes lässt sich anschließen. Selbst FT8 ist ohne einen zusätzlichen Computer möglich. Apps für FreeDV, QSSTV, Fldigi und weitere Anwendungen sind bereits installiert. Auch die Steuerung über ein Web-Interface ist möglich. Die Bandbreite der Filter lässt sich, wie bei SDR üblich, bis auf 50 Hz verringern, ohne dass störendes Klingeln auftritt. Die Sendempfangs-Umschaltung erfolgt elektronisch und somit ohne klapperndes Relais.

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ 23-cm-EME von den Galapagos-Inseln

Im April war die DXpedition HD8G von den Galapagos-Inseln (EI49UF) aktiv. Der Schwerpunkt lag selbstverständlich auf den KW-Bändern. Doch die Funkamateure hatten auch eine EME-Ausrüstung für 23 cm mit im Gepäck.



Man braucht nicht viel Ausrüstung, um wie bei HD8G auf 23 cm portabel EME zu machen.

Foto: PY2BS

Ein Faltparabolspiegel mit 2,4 m Durchmesser und 200 W Sendeleistung reichten für viele Kontakte via Mond. Über die Erstverbindung mit Deutschland und sein DXCC 101 freut sich Jürgen, DK3WG. Er bedauert wie viele Funkamateure, dass kein Platz für 2-m-EME-Equipment mehr war. Für ein neues DXCC auf 144 MHz wird jedoch Emil, DL8JJ, vom 29. 10. bis

UTC	AB	DT	Freq	Message	UTC	AB	DT	Freq	Message
0657	-10	2.8	1338	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1338	0200 QUALITY 8093
0710	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093
0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093	0720	-10	2.8	1404	0200 QUALITY 8093

10. 11. sorgen, als Mitglied der 3C2MD-DXpedition nach Äquatorial-Guinea.

■ Erste Sporadic-E-Öffnungen auch im 2-m-Band

Nach einem eher verhaltenen Beginn im Mai kam die E_s-Saison dann Anfang Juni aber gewaltig in Fahrt. Das erste Highlight stellte sich am 3. 6. ein, als 144 MHz fast den ganzen Tag – von 0900 UTC bis 2200 UTC – immer



MUF-Verteilung über Mitteleuropa am 3. 6., 1202 UTC auf www.dxmaps.com Screenshot: DL1KDA

irgendwo in Europa und Vorderasien offen war. Während dieser 13 h ergaben sich extrem weite Verbindungen, etwa von Frankreich und Ostspanien über mehr als 4000 km bis nach Kasachstan. Mehr dazu im nächsten UKW-QTC.

■ 4U0ITU QRV auf 144 MHz

4U1ITU, also die Funkstation am Hauptsitz der International Telecommunication Union (ITU) in Genf (Locator JN36BF) auf 144 MHz per Tropo zu arbeiten, ist mangels Antenne dort viele Jahre nicht möglich gewesen. Deshalb fehlt dieses DXCC-Gebiet im 2-m-Log vieler Funkamateure, selbst wenn es nur 100 km entfernt liegt. Im Mai hat jedoch Attila, OM1AM, der technische Verantwortliche bei 4U1ITU, für 144 MHz eine 8/8-Element-Kreuzyagi aufs Dach gesetzt. Deshalb konnte Bernd, DF2ZC, der in seiner Funktion als Referent Frequenzmanagement des DARC im Mai in Genf zehn Tage an einer ITU-Tagung teilnahm, in seiner freien Zeit dort Funkbetrieb auf 2 m durchfüh-



DF2ZC im 4U1ITU-Shack

ren. Im Shack stand dafür ein Icom IC-9100 zur Verfügung, mit maximal 100 W Ausgangsleistung auf 2 m. Empfangsseitig wurde ein SP2000-Vorverstärker direkt unter der Antenne

Screenshot des Funkkontakts zwischen G4CCH und HD8G am 21. 4. 2025

Screenshot: G4CCH

ein Rauschpegel von S9 an. Das wurde auch abends nicht besser. Mit 10° Elevation ließ sich das Rauschen zwar auf S7 reduzieren, aber mehr, als weniger, ging nicht. Gleichwohl glückten in der geringen zur Verfügung stehenden Zeit Tropo-Verbindungen in FT8 über Entfernungen bis 600 km bis ins Feld JO32 hoch. Schwieriger wird es durch die Tallage Genfs in Richtung Osten, Westen und Süden: Da sind bereits 200 km schon DX.



Trotz des S7-Rauschpegels gelangen sogar Meteorscatter-Kontakte. Fotos: DF2ZC

Sogar via Meteorscatter hat es dreimal per Sked geklappt, mit OE3NFC (JN88EA), DF1JC (JO31OG) und DH8BQA (JO73CE). Aufgrund der gegenüber MSK144 großen Vorteile, insbesondere bei kurzen Reflexionen, arbeitete Bernd nur im FSK441-Mode. Dieser ist im WSJT-X-Paket leider nicht mehr implementiert, doch in MSHV von LZ2HV ist er immer noch verfügbar.

Ohne FSK441 hätte wahrscheinlich nur die Funkverbindung mit DH8BQA geklappt, denn hier wurden am 21. 5. immer wieder Reflexionen von bis zu 5 s Dauer verzeichnet. Deshalb war der Kontakt innerhalb von nur 15 min komplett – und Olli durfte sich über ein neues DXCC-Gebiet freuen.

Beim nächsten Meeting der ITU Working Party 5A im November plant Bernd weiteren Betrieb auf 144 MHz, möglicherweise mit hinsichtlich Störfestigkeit verbesserter Empfangsausrüstung. Doch auch in der Zwischenzeit ist immer wieder jemand von den 4U1ITU-Räumen aus aktiv, nicht nur auf Kurzwelle, sondern auch über QO-100.

■ Keine Super-Aurora am 31. 5.

Fast kann man sich darauf verlassen: Wenn die einschlägigen Medien über einen unmittelbar bevorstehenden starken Magnetsturm berichten, wird es damit nichts. So auch am 31. 5.: Die NOAA/SWPC der USA hatte eine Warnung vor einem starken (Kategorie G3) bis sehr starken (G4) geomagnetischen Sturm und sichtbarem Polarlicht bis hinunter zum 47. Breitengrad ausgegeben.

Ursache war eine Explosion in der Sonnenfleckengruppe 4100: Am 31. 5. um 0005 UTC registrierten erdumlaufende Satelliten eine sehr starke Sonneneruption der Klasse M8.2, die über 3h andauerte. Sie war verbunden mit einem massiven koronaren Massenauswurf, der direkt auf die Erde zusteuerte. Diesmal brach die Materiewolke die Strecke von 150 Mio. km sehr schnell hinter sich: Am 1. 6., bereits

um 0542 UTC, traf sie auf das Erdmagnetfeld.

Nach einem anfänglichen Kippen des B_z -Vektors nach Süden, was einer Schwächung des Erdmagnetfelds gleichkommt und starke Magnetstürme begünstigt, wanderte B_z aber langsam wieder nach Norden. Deshalb gab es nur isolierte Phasen mit mäßigen oder starken Magnetstörungen und keine Super-Aurora wie etwa im Mai 2024. Angesichts des derzeitigen Sonnenfleckensmaximums ist es aber nur eine Frage der Zeit, bis es im CW-Bereich des 2-m-Bandes wieder bis nach Norditalien aurora-typisch zischt und kratzt.

■ Claus Neie, DL7QY, verstorben

Claus Neie, DL7QY, ist am 1.6. im Alter von 78 Jahren verstorben. Claus war Mitbegründer der Berliner DUBUS-Gruppe und des DUBUS-Magazins und seit mehr als 50 Jahren als Innovator und Treiber auf dem Gebiet der UKW- und Mikrowellentechnologie bekannt.

■ 6 m/4 m im Mai

Im Nachgang eines X2.7-Flares am 14.5. überraschte der 16.5. mit ergiebigen E_s -Öffnungen auf 6 m und auch 4 m. Dabei konnten einige unsere italienischen Funknachbarn aus Mittel- und Süditalien um 1700 UTC in CW sogar FY5KE (GJ35) erreichen, während CN8UN (IM61) in CW nach HB9 arbeitete. Auch 9J2FI war in FT8 mit von der Partie. Auf 70 MHz war zur selben Zeit mit ZB2MD auch ein eher seltenes DXCC-Gebiet zu arbeiten, trotz guter Feldstärken leider nur in FT8. EA8TJ (IL18) und EA9IB (IM85) rundeten das gute DX-Angebot auf dem 4-m-Band ab. Ab 1930 UTC erschienen dann EA8CXY (IL28) und EA8CWA (IL18) in SSB auf 6 m, während PY2XB (GG66) in FT8 zu arbeiten war.

Der 22.5. läutete dann die „großflächige“ Sporadic-E-Saison in Europa ein. Während zwei Tage zuvor noch fast ausschließlich der Süden Europas mit starken Signalen zu arbeiten war, ging es am 22.5. am frühen Abend von den britischen Inseln über Skandinavien und dem Baltikum auch in den Mittelmeerraum.

Ergiebig waren die Öffnungen im Nachgang der Sonnenaktivität aus den aktiven Regionen 4098 und 4100 um den 26.5. herum. So überraschte 9K2MU (LL49) mit kräftigen CW-Signalen am Morgen des 28.5., die bis nach Skandinavien hinaufreichten. Am 29.5. bevölkerten u. a. P43A (FK52), A71QQ, 9K2GS, RA7A, NP4G, KP4JRS (FK68), A71AT, PJ2SM (FK52), HZ1AM, HZ1LG, HI4T (FK58) ab Mittag in den Digimodes das 6-m-Band und brachten neue Locatoren in die Logs vieler DLs.

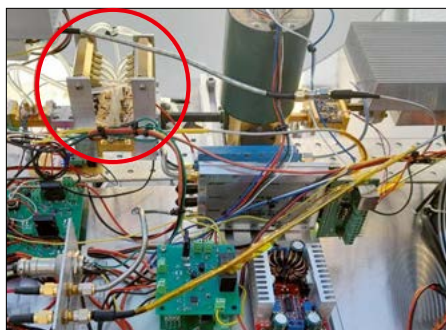
Der Juni begann mit einem zweistündigen M-Flare aus der Region 4100, der am 1. und 2. des Monats für ein CME-Event (bei 1000 km/s Sonnenwind) sorgte, welches am 2.6. starke Aurora auf 6 m auslöste und simultan TEP-Bedingungen in Richtung Afrika (TZ4AM, V51WW, V51DW) sowie Sporadic-E-QSOs innerhalb Europas und darüber hinaus auch anderes DX (4L7ZS aus LN21) möglich machte. Der Redaktionsschluss für dieses QTC fiel auf

den 3.6., ausgerechnet den Tag, an dem es auf 6 m und 4 m richtig rund ging. Auf 6 m zog RK4FD (LO22) erst in CW, später am Nachmittag in SSB ein mächtiges Pile-up an, während XE2X ganz allein in CW nach EA arbeitete. Gleichzeitig waren fast ein halbes Dutzend UN-Stationen auf 4 m in FT8 aktiv und funkten bis weit nach Frankreich hinein. Von vielen unbemerkt war A92HK in CW auf 6 m Richtung Europa aktiv. VE1FOG (GN37) in CW konnte in JO62 nicht aufgenommen werden, er arbeitete aber bis nach Südfrankreich.

Neu in SSB waren auf 6 m CN2FPU (IM57CS) und OY1OF (IP62), die mit guten Signalen aufwarten konnten. Nach 1900 UTC schlug dann die Stunde der Digitalfunker auf 6 m, als das „Magic Band“ seinem Namen alle Ehre machte und zahlreiche US-amerikanische und auch südamerikanische Stationen die FT8-Kanäle bevölkerten. Darunter sogar 4U1UN, der auch von deutschen Stationen erreicht wurde.

■ Neues 47-GHz-EME-QSO von DL7YC

Am 27.5. konnte Manfred, DL7YC, ein weiteres QSO via EME auf 47 GHz komplettieren. Diesmal war Miguel, CT1BYM, der QSO-Partner, der sich schon kürzlich bei Manfreds EME-Verbindungen als „GHz-SWL“ betätigt hatte. Nachdem bei Miguel der Empfangszweig funktionierte, stellte Manfred ihm seine Zweitendstufe, eine SSPA mit 18 W Ausgangsleistung, leihweise zur Verfügung.



Aufbau der 47-GHz-Station bei CT1BYM, rot gekennzeichnet das PA-Modul mit den Schläuchen der Wasserkühlung
Foto: CT1BYM

Diese wurde in Kooperation von DL7YC und RW3BP entwickelt, ist mit sieben MMICs bestückt und wird mit einer Wasserkühlung betrieben. Weitere Details finden sich auf: www.qrz.com/db/CT1BYM

■ Ausblick Juli

Gemeinsam mit dem Juni bildet der Juli die Hauptsaison für Sporadic-E-Ausbreitung bis ins 2-m-Band. Die aktuellen Verhältnisse in der E-Schicht – und damit die Chancen auf eine Bandöffnung – kann man gut bei EA6VQs DX-Maps einsehen: www.dxmaps.com/spots/mapg.php?Lan=E&Frec=MUF&ML=M&Map=EU

Am 5. und 6.7. findet von 1400 UTC bis 1400 UTC der dritte überregionale UKW-Wettbewerb des Jahres statt. Neben der jahreszeitlich bedingt erhöhten Wahrscheinlichkeit für troposphärische Überreichweiten besonders frühmorgens, ist auf 144 MHz während des Wettbewerbs auch mit Sporadic-E zu rechnen.

Ergebnis VHF/UHF-Mai-Contest

144 MHz Einmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR1H	F27	JN59OP	781	260 456
2.	DJ9MC	P20	JN48WV	488	150 298
3.	DQ2C	A24	JN48WM	433	143 963
4.	DL8LR	U30	JN39PN	388	102 444
5.	DL6NDW	C12	JN58MD	310	98 684
6.	DL2NBU	C12	JN59KQ	299	89 884
7.	DB5SM	B13	JN59LE	327	87 357
8.	DF8KVK	C01	JN57MT	263	82 302
9.	DJ7YP	N01	JO41FD	300	80 075
10.	DR3K	N20	JO31PP	356	77 921

600 Logs

144 MHz Mehrmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DA0FF	L06	JO40XL	995	318 186
2.	DR9A	A24	JN48EQ	827	309 331
3.	DR7C	B02	JO50WB	814	266 169
4.	DR2X	F43	JO40QL	741	207 651
5.	DM5D	Y43	JO61OC	473	135 987
6.	DK0A	A02	JN48CO	407	123 490
7.	DK0NA	B23	JO50TI	406	117 780
8.	DR5W	Y34	JO61NX	383	116 285
9.	DR4W	B06	JN59SV	390	114 224
10.	DR2L	H44	JO41PW	455	113 584

59 Logs

432 MHz Einmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL8NAS	B13	JN59LE	218	64 684
2.	DK0FY	F39	JN49KT	178	48 842
3.	DL6AA	V22	JO43JH	118	40 881
4.	DK4VW	M15	JO40IT	142	39 668
5.	DF2FQ	C01	JN58UB	112	38 461
6.	DL5CAT	R25	JO30IK	141	33 439
7.	DK5QN	N02	JO42EA	128	32 628
8.	DK1RS	Z64	JO60MM	118	29 459
9.	DL8QS	NM	JO43KH	71	25 301
10.	DF4MAA	C25	JN58WH	76	25 285

271 Logs

432 MHz Mehrmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR9A	A24	JN48EQ	378	142 051
2.	DK0NA	B23	JO50TI	279	84 284
3.	DF0YY	D26	JO62GD	188	56 517
4.	DM7A	S07	JO60OM	207	55 797
5.	DM5D	Y43	JO61OC	176	52 868
6.	DQ8N	X43	JO50RK	158	35 274
7.	DF0MU	Z95	JO32PC	122	31 682
8.	DR5W	Y34	JO61NX	116	28 909
9.	DL0NF	B25	JN59PL	113	28 732
10.	DR2Q	X06	JO50SF	119	26 071

28 Logs

1296 MHz Einmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DF4IAO	A24	JN48WM	100	38 819
2.	DH3NAN	B19	JO50NC	54	18 161
3.	DL1HTT	W30	JO61FR	50	15 000
4.	DK1KC/P	C06	JN58QH	44	14 541
5.	DL3IAE	K14	JN49DG	35	14 053

108 Logs

1296 MHz Mehrmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DM5D	Y43	JO61OC	111	36 647
2.	DK0NA	B23	JO50TI	124	35 446
3.	DL0NF	B25	JN59PL	64	18 242
4.	DL4M	N13	JO31QX	60	12 968
5.	DF0YY	D26	JO62GD	55	12 732

20 Logs



DL-QTC

■ DB0NDR-Standort NDR Hamburg-Rotherbaum

Wie die NDR-Betriebssportgemeinschaft Amateurfunk des *Norddeutschen Rundfunks* berichtet, ist die neue Relaisfunkstelle DB0NDR (<https://db0ndr.de>) am Standort des NDR-Hörfunks in Hamburg-Rotherbaum seit Ende Mai 2025 im Regelbetrieb. Es befinden sich dort eine Antenne auf dem Dach in 34 m Höhe über NN für APRS im 2-m-Band sowie ein Strahler für das 70-cm-Band auf dem Turm neben dem Gebäude in 63 m Höhe über NN. Die Netzanbindung des Standortes erfolgt über eine 5-GHz-HAMNET-Richtfunkstrecke zu DB0FS, da Sichtverbindung besteht. Der neue Standort ist eine ideale Ergänzung für den Betrieb in der Stadtmitte von Hamburg, und die Reichweite von DB0NDR ist größer als erwartet.

In Betrieb ist dort zurzeit ein D-STAR-Repeater auf 439,4875/431,8875 MHz mit dem Standard-Reflektor XLX555 Modul B (Hamburg-City). Es werden alle üblichen Reflektorprotokolle unterstützt (REF, XRF, DCS, XLX). Im Einsatz ist ein Icom-Repeater mit einem Raspberry Pi als Gateway. Darüber hinaus ist ein Funkruf-POCSAG-Sender (DAPNET) in Betrieb. LoRA-APRS (nur Empfang) im 70-cm-Band soll am Standort voraussichtlich ab Juli 2025 verfügbar sein. APRS auf 144,800 MHz folgt später; zudem sind weitere Repeater im 70-cm-Band geplant. Die technischen Voraussetzungen dafür wurden bereits geschaffen. **Peter Kaminski, DL9DAK**

■ 60 Jahre E_S-Öffnung im 2-m-Contest

Der *Polni Den* (Feldtag) war ein UKW-Contest, reihum organisiert von den Radioklubs Polens, der Tschechoslowakei sowie der DDR, und gilt als ein Vorläufer der subregionalen UKW-Contests. Am 4. 7. 1965 wurden während dieses Contests erstmals Überreichweiten in Europa im 2-m-Band als E_S-Öffnungen beobachtet und als solche klassifiziert. Hatte Gerhard Damm, DM2AWD (s. FA 9/1965, S. 317), diese Bandöffnung bereits während des Contests beschrieben, konnte Henning Peuker, DM2BML (s. FA 6/1966, S. 297), durch die Auswertung der Contest-Logs ein vollständiges Bild des Geschehens zeichnen: In der Zeit von 10.20 Uhr bis 12.26 Uhr MEZ wurden 59 Funkkontakte als E_S-QSO identifiziert und gelistet. Die maximale Entfernung betrug 2231 km. Man zeichnete eine Karte, die die Reflexionszonen über Süddeutschland auswies. Nach dem heute verwendeten QTH-Locator (Maidenhead) lagen die Zonen über JO30, JO40, JN59 und JN69.

Andreas Bilsing, DM4TG

■ 400. Limes-Diplom

Der Ortsverband Bad Homburg, OV F11, hat sein Limes-Diplom bereits an Funkamateure in über 20 DXCC-Gebieten vergeben. Dessen Steigerung Gladius, die Nachbildung eines

römischen Schwertes, haben Diplomfreunde in 13 DXCC-Gebieten erhalten. In Kürze erwartet der Diplommanager Anträge für das 400. bzw. 200. Diplom. Diese Jubiläen feiert der OV F11 mit deren jeweils einmalig kostenloser Vergabe. Dabei zählt die Reihenfolge des Eingangs der Beantragungen beim Diplommanager, der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Beide Diplome können über das DCL des DARC e. V. oder mittels GCR-Liste beantragt werden. Stationen mit einem Sonder-DOK in den gültigen Ortsverbänden zählen als Joker sowohl für einen fehlenden Distrikt als auch für einen fehlenden DOK. Dies trifft ebenso für das Sonderrufzeichen DM0LIMES bis einschließlich 30. 6. 2025 zu. Gleichzeitig zählen Kontakte mit F11-Stationen mit doppelter Punktzahl. Die vollständige Ausschreibung ist auf der Website des OV F11 unter www.fox11.de/limes zu finden; Anfragen sind außerdem per E-Mail an kontakt@fox11.de willkommen.

Daniel Keil, DD7DKA, OV F11

Afu-Welt

■ DNAT vom 28. 8. bis 31. 8.

Die Deutsch-Niederländischen Amateurfunktagung (DNAT) finden in diesem Jahr vom 28. 8. bis 31. 8. wieder in Bad Bentheim statt. Die DNAT bieten die Gelegenheit, bei zahlreichen Programmpunkten Funkfreunde zu treffen. Jeder ist herzlich eingeladen, und auch für Nicht-Funkamateure lohnt sich am Samstag der Besuch des großen internationalen Flohmarktes im Schlosspark. Die Planung für die DNAT 2025 ist fast abgeschlossen und steht unter www.dnat.de online; es kann noch zu kleinen Änderungen kommen. Die Organisatoren der DNAT suchen noch Unterstützung bei der Durchführung dieses traditionsreichen Amateurfunktreffens; Interessierte melden sich bitte per E-Mail bei: db6qn@msn.com

**Jan Stadman, DA1TT und PA1TT,
DNAT-Vorsitzender**



■ MM0UKI, Rockall – der Film

Mit einem kleinen Team hat der bekannte DXpeditionär Emil Bergmann, DL8JJ, im Mai 2023 die schwer zugängliche Felseninsel Rockall, EU-189, unter dem Rufzeichen MM0UKI aktiviert. Ein Film unter www.youtube.com/watch?v=apHM45HJ8aM ruft mit beeindruckenden Aufnahmen diese Expedition und Funkaktivität im nordöstlichen Atlantik in Erinnerung. **Emil Bergmann, DL8JJ**

■ Funkaktivität 13 Kolonien

Vom 1. 7. bis 7. 7. sind Sonderstationen anlässlich der Funkaktivität *13 Colonies* auf den Bändern erreichbar: K2A bis K2M in jeder der 13 ursprünglichen Kolonien der USA sowie die drei Bonusstationen WM3PEN (Philadelphia), GB13COL (England) und TM13COL (Frankreich). Jedes Rufzeichen steht für die Rolle einer Stadt, eines Bundesstaates oder eines Landes in der amerikanischen Kolonialzeit. Funkamateure und SWLs können gleichermaßen teilnehmen. Vollständige Informationen über die Funkaktion stehen unter www.13colonies.us online. Jede Station bestätigt per Sonder-QSL-Karte, außerdem ist ein Diplom erhältlich.

Info 13 Colonies

■ 75 Jahre E_S-QSO auf 2 m

Am 24. 6. 1950 gelang eine Amateurfunkverbindung zwischen W5VY und W8WXXV auf dem 2-m-Band über eine Distanz von 1196 Meilen (etwa 1925 km). Dieser Funkkontakt gilt heute als das erste nachgewiesene E_S-QSO im 2-m-Band.

Der VHF-UHF-Redakteur Edwin M. Brown, W2PAU, berichtete damals in der Augustausgabe des Magazins *CQ Amateur Radio*: „Am Morgen des 24. Juni stellte Pat, W5VY, aus San Antonio, Texas, fest, dass die Bedingungen im 2-m- und 6-m-Band hervorragend waren. Obwohl in den frühen Morgenstunden im 2-m-Band angehobene Bedingungen herrschten, schienen diese sich nun zu verflüchtigen. Aber auf 50 MHz war alles offen. W8s und W9s kamen herein und der Zeiger des S-Meters lag am Anschlag. Pat erinnerte sich, dass er selten so starke Signale auf 50 MHz aus dieser Richtung gehört hatte. Als er das UKW-Rundfunkband prüfte, bemerkte er die Überreichweiten bei 108 MHz. Er kündigte auf 50 MHz einen Frequenzwechsel nach 144,360 MHz an, in der Hoffnung, dass einige OMs dorthin mitkommen.“

Al, W8WXXV, aus Shiloh (in der Nähe von Mansfield), Ohio, fand das 6-m-Band offen für W5 und hörte W5VY, der ankündigte, dass er auf 2 m wechseln würde. W8WXXV hörte W5VY gleich zu Beginn seines ersten Anrufs in CW mit S7. Al rief in Phonie an, bekam aber zunächst keine Antwort, weil Pat glaubte, jemand mache einen Scherz mit ihm. Drei Anrufe waren nötig. Die Bedingungen waren nicht stabil, doch die Funkverbindung konnte in Telegrafie beendet werden.

W8WXXV verwendete in der Endstufe seines Senders eine Röhre vom Typ 829B mit einer Eingangsleistung von etwa 75 W. Die Antenne war ein 45°-Winkelreflektor (gemessener Gewinn von 12 dB) in etwa 14 m Höhe. Ein quartzgesteuerter 2-m-Konverter mit zwei kaskadierten 6J4 war in seinem Kurzwellenempfänger integriert. W5VY verwendete 1 kW Eingangsleistung in ein Paar 4-125er-Trioden. Seine Antenne war ein 4-über-4-gestocktes Array, mit $\frac{5}{8} \lambda$ Abstand zwischen den Abschnitten, etwa 17 m über Grund. Über Pats Empfänger sind keine Informationen vorhanden. Auf beiden Seiten der Funkverbindung wurde horizontale Polarisation verwendet.“

Andreas Bilsing, DM4TG

OE-QTC

Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Amateurfunktreffen in Gosau

Das internationale Amateurfunktreffen in Gosau am Dachstein findet vom 4. bis 6. 7. statt und wird, wie gewohnt, von Ingo, OE2IKN, mit tatkräftiger Unterstützung von XYL Elfie, OE6YFE, und Josef, OE5PJO, sowie dem Team des Kirchenwirts ausgerichtet. Wie immer können im Rahmen der Veranstaltung auch die *Gosauer Amateurfunk-Leistungs-nadel* sowie das *Gosauer Fossilien-Diplom* erarbeitet werden. Ausführliche Infos gibt es unter: www.oevsv.at/oevsv/veranstaltungen/Internationales-Amateurfunktreffen-in-Gosau-am-Dachstein

■ 36. Fieldday des ÖVSV LV6

Am Samstag, 12. 7., findet ab 9 Uhr der bereits 36. Landesfieldday des ÖVSV LV6 statt. Neben Informationsständen zu verschiedenen Themen aus der Welt des Amateurfunks wie SOTA, Notfunk, usw. wird es auch wieder Vor-



Fieldday-Gelände

Foto: OE5PGM

träge und Vorführungen geben. Geplant sind eine Raritäten-Ausstellung der ersten UKW-Geräte von Icom, Yaesu und Kenwood von Werner, OE6FNG, sowie QO-100-Funkbetrieb-Vorführungen. Der Hauptpreis der Tombola ist eine Ballonfahrt.

Weitere Informationen unter: <https://oe6.oevsv.at/verein/fielddays/2025>. Der LV Steiermark und die Organisatoren freuen sich auf zahlreiche Besucher. Auch ich, der Bearbeiter der OE-QTCs, werde am Fieldday teilnehmen.

■ Kärntner SOTA-Tag am Dobratsch

Am 13. 7. trifft man sich um 8 Uhr auf der Rosstratte am Parkplatz. In der ersten halben Stunde gibt es durch Herrn Adolf Prates eine Führung durch die Sonnenbeobachtungsstation neben dem Parkplatz. Danach geht es selbstverantwortlich zum Gipfel des Dobratsch z. B. über den Jagasteig 294, rund 2,5 h, oder den

Normalweg 291, rund 2 h. Gegen 11 Uhr trifft man sich am Dobratsch (2166 m), eine Besichtigung des Repeaters von OE8XFK durch Uwe, OE8URQ, ist geplant. Anruffrequenzen sind S22 (145,550 MHz) oder OE8XFK (FM 438,900/431,300 MHz, CTCSS 88,5 Hz). Vom Gipfel aus kann dann SOTA OE/KT-072 (Achtung: viele Störungen durch die Sendeanlage Dobratsch) sowie POTA AT-0016 aktiviert werden.

■ Viertes Wiesenfunktreffen des LV1 auf der Hohen Wand

Am Samstag, 19. 7., wird zum Treffen auf der Hohen Wand beim Kohlroslerhaus eingeladen. Das Kohlroslerhaus wird von Susanne, OE3SCN, betrieben. Auf der untersten Plattform des Restaurants gibt es viel Platz, um Antennen aufzustellen und Betrieb auf allen Bändern zu machen. Das Treffen startet um 10 Uhr und wird voraussichtlich bis 15 Uhr dauern.

Die Zufahrt zum Kohlroslerhaus erfolgt über die Hohewand Straße von Stollhof aus. Eintritt in den Naturpark ist keiner zu bezahlen, wenn man nur zum Wiesenfunk kommt.

SOTA-Begeisterte haben im Süden das Hochplateau OE/NO-069, Plackles. Von der kleinen Kanzel aus wandert man in etwa 45 min bis zum Gipfelbereich. Eine Aktivierung inklusive Wanderung dauert rund 2 bis 3 h.

HB-QTC

Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ USKA-Vorstand besucht die Sprachregionen der Schweiz

Wie letztes Jahr in Lutry, VD, wollte der Vorstand wiederum seine Sitzung in einer anderen Sprachregion durchführen. Daher ging es dieses Jahr in den Tessin, nach Bellinzona. Statt einer abendlichen Sitzung mit Besichtigung am nächsten Tag



schlug USKA-Botschafter Franco, HB9EDG, für die italienischsprachige Schweiz vor, eine größere Zusammenkunft mit namhaften Vertretern der Tessiner Funkamateure zu organisieren.

Nach der üblichen Vorstandssitzung am Freitag, dem 16. 5., wurden die Sektionen und Kollektivmitglieder zu einem Gedankenaustausch im Hotel Internazionale in Bellinzona mit dem USKA-Vorstand eingeladen.

Zuerst stellte Willy, HB9AHL, die Dienstleistungen der USKA vor. Danach präsentierten die Vertreter die beiden Sektionen HB9EI und HB9H sowie die Kollektivmitglieder HB9OK, HB9RL, HB9TA und HB4FG sich und ihre Aktivitäten.

Am Samstag folgte dann der 1. Ham Radio Day Ticino, zu dem alle Funkinteressierten aus dem Tessin eingeladen waren (CB, HB3, HB9 usw.). Das ganze Programm stellte beinahe eine kleine Ham Radio dar. Zu den zahlreichen interessanten Vorträgen kam ein Flohmarkt. Für

den Event, den du am 16./17. 5. organisiert hast. Alles war perfekt: die Lokalität, das sympathische Nachessen mit den Schlüsselpersonen im Tessin und der Ham Radio Day am Samstag. Auch habe ich zur Kenntnis nehmen dürfen, dass du auch politisch im Tessin

Jeweils über 70 Teilnehmer besuchten die Vorträge.

Foto: HB9AHL



Speis und Trank war den ganzen Tag gesorgt. Der Ham Radio Day Ticino wurde im Zivilschutz-Zentrum in Rivera, Gemeinde Monteceneri, abgehalten, wo ganz hervorragende Räumlichkeiten vorhanden sind.

Insgesamt kamen über 150 Besucher zusammen. Im gesamten Tessin gibt es rund 300 Funkamateure. Unter den zahlreichen Vortragenden hielt Kantonsrätin (in DL: Landrätin) Roberta Soldati einen Vortrag über die Antennenproblematik im Tessin und die USKA nahm als Ehrengast durch HB9AHL die Gelegenheit wahr, ihre Strategie für die nächsten Jahre den Teilnehmern näherzubringen.

Der USKA-Präsident HB9ALH schrieb in einer Dankes-E-Mail an Franco, HB9EDG: „Ich möchte dir nochmals ganz herzlich danken für

gut vernetzt bist. Für den USKA-Vorstand war es eine sehr große Bereicherung und für euch im Tessin hoffentlich eine Fortsetzung der intensiven Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Gruppen. Ich freue mich auf die weitere gute Zusammenarbeit mit dir und den Tessinern.“

Franco antwortete: „Vielen Dank für alles. Für mich und für diejenigen, die mir bei der Organisation geholfen haben, war es wirklich ein Vergnügen, euch als Gäste bei uns zu haben.“



Juli 2025

30. 6. – 6. 7.

World Wide Award [KW] (CW/SSB/Digi) 0000/2400

1. 7.

RAC Canada Day Contest [160 ... 10 m] (CW/SSB) 0000/2400

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1700/2100

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Nord-Aktivität [144 MHz, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

1. – 7. 7.

17. Independence Week [KW] (All), Informationen auf S. 584 und auf: www.13colonies.us

2. – 6. 7.

ARDF-Jugendweltmeisterschaft der IARU, Mariánské Lázně, Tschechien, Programm und Informationen auf: <https://wyac2025.cz>

3. 7.

SKCC Sprint Europe [160 ... 6 m] (CW) 1900/2100

4. – 6. 7.

Internationales Amateurfunktreffen des ÖVSV, Gosau am Dachstein, Österreich; weitere Informationen auf S. 585 und auf: <https://oe9.oevsv.at/veranstaltungen/Internationales-Amateurfunktreffen-in-Gosau-am-Dachstein>

5. – 6. 7.

CQ Worldwide VHF Contest [6 m/2 m] (CW/SSB) 1200/1200

DARC VHF/UHF/SHF-Wettbewerb (CW/SSB/FM) 1400/1400

Marconi Memorial HF Contest [160 ... 10 m] (CW) 1400/1400

Original-QRP-Contest [KW] (CW/SSB) 1500/1500; Informationen auf: www.qrpcc.de

Venezuelan Independence Day Contest [160 ... 10 m] (CW/SSB/PSK) 0000/2400

8. 7.

DARC RTTY-Kurzcontest [80/40m] 1800/1930

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Süd-Aktivität [144 MHz, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700-1900

10. 7.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

12. 7.

31. Funk- und Computerbörse des OV C04, Sporthalle des BC Attaching, Am Sportplatz 1, 85356 Freising, weitere Informationen auf: www.funkamateure-freising.de

12. – 13. 7.

IARU HF World Championship [160 ... 10 m] (CW/SSB) 1200/1200

13. 7.

QRP-ARCI Summer Homebrew Sprint [160 ... 10 m] (CW) 2000/2300; www.qrparki.org/contest

15. 7.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

17. 7.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

18. – 20. 7.

Rhein-Main-Funkertreffen auf dem TV-Sportgelände, Müllerweg 49a, in 64850 Schaaheim; weitere Informationen auf: www.hndx.de

19. 7.

CDXC-Convention, Bicester, Großbritannien; Informationen auf: www.cdxc.org.uk

European EME Contest [5,7 GHz] (CW/SSB) 0000/2400

RSGB 70 MHz Trophy Contest (CW, SSB) 1400/2000

YOTA-Contest [KW] (CW/SSB) 1000/2200

19. – 20. 7.

CQ Worldwide VHF Contest [6 m/2 m] (Digi) 1200/1200

IARU R1 70 MHz Contest (CW/SSB) 1400/1400

North American QSO Party [KW] (RTTY) 1800/0600

20. 7.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

GMA-Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

DUR-Aktivitätscontest [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

RSGB International Low Power Contest [80/40/20 m] (CW) 0900/1200, 1300/1600

USKA National Mountain Day [80 m] (CW/SSB) 0600/1000

22. 7.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

26. – 27. 7.

RSGB IOTA Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Batronix Elektronik, Preetz	539
Bonito, Hermannsburg	563
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	562
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	562
HAM RADIO, Friedrichshafen	561
Haro electronic, Burgau	562
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	565
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	563
Hotel Hellers Krug, Holzminden	561
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	561
ILT Schule, Schweiz	585
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	560
Kusch, Dortmund	565
QSL-Collection, Wien	562
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	562
Sander electronic, Berlin	564
SDR-Kits, Großbritannien	564
SPE Società Per l'Elettronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	564
UKW Berichte Telecommunications, Eggolsheim	565
UKW-Tagung, Weinheim	564
Vintronic, Flensburg	565
WiMo GmbH, Herxheim	561/562
electronrepair.de, Schwaförden	562
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 8/25

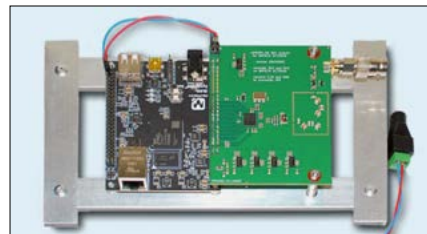
ist am Freitag, dem 11. Juli 2025.

Vorschau auf Heft 8/25

Andamanen, VU4AX:

Reise zum Golf von Bengalen

Die Inselgruppe der Andamanen, Präfix VU4, gehört politisch zu Indien und war im März dieses Jahres das Ziel einer überwiegend belgischen Gruppe von Funkamateuren. Nachdem die Hürde der Gastlizenzen genommen war, ging die Planung schnell voran. Vor Ort erzwingen allerdings schwierige Ausbreitungsbedingungen einen angepassten Funkbetrieb.



Präzisionsoszillator LBE-1421

Mit dem LBE-1421 bietet Leo Bodnar Electronics einen neuen, GPS-stabilisierten Präzisionsoszillator mit einem Frequenzbereich bis 1,4 GHz und zwei Ausgängen an. Er ist insbesondere dann vorteilhaft einsetzbar, wenn zwei unabhängig voneinander einstellbare Referenzsignale benötigt werden.

... und außerdem:

- Optimierte Doppelschleifenantenne
- FreeDV – ein digitaler Sprachmodus für Kurzwellen
- Pulsbreitenmodulator für einen AM-Minisender
- PC-Soundkarte als DCF77-Empfänger
- Einsatzmöglichkeiten eines Kammgenerators

erscheint am 30. 7. 2025



Neues SDR-Konzept von Pavel Demin

Die Entwicklung der technischen Basis für Eigenbau-SDR-Projekte ist eng verknüpft mit dem Namen Pavel Demin. Der belgische Tüftler schrieb den FPGA-Code und stellte fertig nutzbare Linux-Images für die Red-Pitaya-Reihe zur Verfügung. Nun liegt mit dem PDSDR ein neues Konzept vor. Im Beitrag werden dessen Merkmale und mögliche Einsatzbereiche beschrieben.



Redaktionsschluss FA 8/25: 10. 7. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr



**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

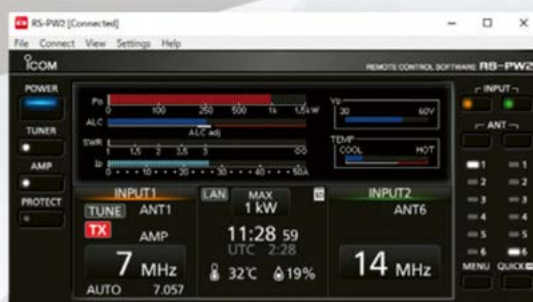
<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429



Installationsbeispiel,
RS-PW2 mit der optionalen Software
RS-BA1 Version 2



Zeigermessinstrument*¹

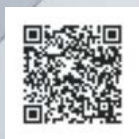
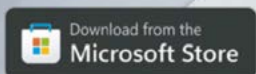


Multifunktionsmessinstrument*¹



RS-PW2
für weitere
Informationen

Download vom Microsoft-Store



<https://apps.microsoft.com/detail/9N0TFD23FZ9V>



Antennenwahl*¹



Einstellungsmenü*¹

*¹Im Programmfenster kann jeweils nur eine Darstellung angezeigt werden.

Fernsteuerung der Endstufe IC-PW2 über Internet/LAN

HF/50-MHz-1-kW-LINEARENDESTUFE

IC-PW2

- hohe Leistung im Dauerbetrieb
- verbesserte Linearität und saubere Signalübertragung
- 2 x 6 automatischer Antennenselektor
- abnehmbares Bedienteil
- RX-In/Out-Anschlüsse für Multi-Bandpassfilter
- kompatibel mit IC-7760, IC-7610, IC-7300, IC-7100 und IC-718



Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 · 63150 Heusenstamm · Germany
Telefon: +49(0)6104 986 93-0 · E-Mail: info@icom-europe.com
Web: www.icomeurope.com

HAM RADIO
Internationale
Amateurfunk-Ausstellung



Besuchen Sie uns am
Stand A1-640!

Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

600 VU4AX: DX-Reise
auf die Andamanen

611 Morse Maven: Eine App
erleichtert das CW-Lernen

618 FreeDV: Digitaler
Sprechfunk auf KW

622 LBE-1421: Zweikanal-
Präzisionsoszillator

627 Soundkarte
als DCF77-Empfänger

637 Lowband-Empfang
mit Doppel-Loop



Impressionen von Ham Radio
und Bodenseetreffen



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt,
das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber	Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet	www.funkamateur.de
Shop/Leserservice	Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72 Shop@funkamateur.de
Abo-Verwaltung	Tel. (0 30) 44 66 94-60 Abo@funkamateur.de
Verlag	Box 73 Amateurfunkservice GmbH Majakowskiring 38, 13156 Berlin Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69 Verlag@funkamateur.de
Redaktion	Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED (Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateur.de Tel. (0 30) 44 66 94-57 Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP (Bausätze) Support@funkamateur.de Frank G. Sommer, DC8FG (Technik) DC8FG@funkamateur.de Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS (Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateur.de Harald Kuhl, M. A., DL1AX (Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateur.de Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ (Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateur.de Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (Digital-QTC, DMR, D-STAR u.a.) DL1YBL@darf.de
Fachberatung	Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO Postbox@funkamateur.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüscher, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation	DF0FA (DOK FA)
Satz/Grafik	H. Benkenstein, DC2HB (Leitung) A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS
Druck und Versand	Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand	Güll GmbH, Lindau
Vertrieb	PressUp GmbH, Hamburg

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateur.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 59,30 € (PLUS-Abo 65,30 €), jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar. Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 6,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.

Jahresabonnement Ausland 63,50 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 69,50 €); Schweiz/Liechtenstein 74,- CHF (PLUS-Abo 79,- CHF)

Digital-Abonnement 49,- €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6,- € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateur.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOFIGH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateur.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateur.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5,- € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateur.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 10.7.2025 **Erscheinungsstag:** 30.7.2025

Druckauflage: 24 100

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Wie Statistik täuschen kann

Morgenzug, 5.28 Uhr, Fahrkartenkontrolle. Smartphone suchen, DB App starten, Deutschlandticket aufrufen. App lädt den Smartphone-Browser: „Bitte loggen Sie sich zur Verifizierung auf bahn.de ein“. Ja wie denn? Kein Netz. Zug-WLAN auch defekt und auch das fände kein Netz. Also keine gültige Fahrkarte. Wieder einmal.

Wer auch immer die Idee hatte, dass Fahrkarten nicht auf Papier, sondern mit laufender Online-Verbindung am Handy vorzuzeigen sind, war kein Bahnfahrer. Vor den Münchner Stadtgrenzen ist LTE oder gar 5G im Zug nicht verfügbar. UMTS ging zumindest so lange, bis Vodafone dies abschalten ließ, LTE aber für 1&1-Kunden nicht freigab und ich deshalb kostspielig zu D1 Business direkt wechseln musste. Dort geht nun LTE und auch 5G, das mein Handy aber noch nicht kann. Aber erst hinter Fürstentfeldbruck, also in einer halben Stunde, wenn der Zug pünktlich ist. Der Schaffner verspricht, dann wiederzukommen.

Als die Bundesnetzagentur im Jahr 2000 erstmals Mobilfunklizenzen – damals für UMTS – versteigerte, herrschte Goldgräberstimmung. Der damalige Finanzminister Eichel freute sich über rund 100 Mrd. DM zusätzliche Einnahmen. „Hans im Glück“ titelten die Zeitungen.

Dass die Lizenzgebühren in den Folgejahren die Steuern der Mobilfunkgiganten reduzieren und damit gar nicht so viel einbringen würden, war egal. Und dass diese gewaltige Summe nun für den Netzausbau nicht zur Verfügung stand, nahm man billigend in Kauf. So gab es von Anfang an Zugeständnisse in Bezug auf die Flächenabdeckung. Die Netzbetreiber durften sich auf die Ballungsgebiete konzentrieren, also die Regionen, wo Geld zu verdienen war.

Vor ein paar Wochen hat die BNetzA eine bundesweite Mobilfunk-Messwoche veranstaltet, um den Nachweis zu erbringen, dass die Versorgung mit 4G und 5G ausreichend ist. Rund 150 000 Mobilfunknutzer nahmen teil und testeten an 145 Millionen Standorten. Die Überraschung: An etwa 98 % der Messorte gab es 4G oder 5G, mehr als erwartet. Doch wurden nur 16 % der Fläche untersucht, 84 % des Territoriums blieben Terra incognita, was die Erhebungsmethode ad absurdum führt, zumal davon auszugehen ist, dass die Teilnehmenden keinen repräsentativen Querschnitt der Mobilfunknutzer darstellen. Wenn man bedenkt, dass die Anbieter jede Mobilfunkverbindung inklusive aller erdenklichen Metadaten auf ihren Servern protokollieren, fragt man sich, warum für die Bewertung der Versorgungsqualität nicht auf diesen Datenpool zurückgegriffen wurde.

Dabei gibt es jede Menge Gründe, die für den weiteren Ausbau sprechen. Die für neue Autos gesetzlich vorgeschriebene eCall- oder NG-eCall-Funktion ist ohne Netz am Unfallort nutzlos. Auch die Telemedizin, ohne die es künftig keine adäquate medizinische Versorgung in strukturschwachen Gegenden mehr geben dürfte, funktioniert ohne schnellen Internetzugang nicht. Und wer beim Pilzsammeln ein gesundheitliches Problem hat, das sofortige Hilfe erfordert, hat unter Umständen einfach Pech und war zur falschen Zeit am falschen Ort.

Wenn es in Hintertupfing keine Glasfaser oder auch nur normales DSL gibt, wird der Interessent auf Mobilfunk vertröstet. Mit 2G/EDGE. Was für heutige Anwendungen nicht mehr reicht und auch bald abgeschaltet werden soll. Ende Gelände. „Man braucht doch kein Internet an jeder Milchkanne“. Funktürme in idyllischer Voralpenlandschaft will ja keiner und der über den Preis ausgetragene Wettbewerb der Mobilfunkanbieter bietet ohnehin keine Spielräume für längst überfällige Investitionen in unversorgten Gebieten.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Amateurfunk

Andamanen, VU4AX: Reise zum Golf von Bengalen



Zum Staatsgebiet Indiens gehören einige entlegene Inselgruppen, darunter die Andamanen im Indischen Ozean. Im vergangenen März war von dort eine überwiegend belgische Gruppe von Funkamateuren aktiv und ermöglichte DXern weltweit den Kontakt mit diesem seltenen DXCC-Gebiet. Die DXpedition war von schwierigen Ausbreitungsbedingungen betroffen, sodass man den Funkbetrieb anpassen musste. Teammitglied Marc Cosemans, ON6CC, berichtet. Foto: DX Adventure Team

600

Morse Maven: Eine App erleichtert das CW-Lernen



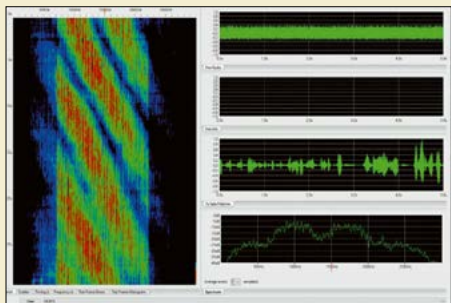
Morse Maven ist eine Lern-Applikation für iOS- und Android-Geräte, entwickelt vom britischen Funkamateurer Dav Walters, MOWDV. Sie orientiert sich an der Trainingsmethode der CW-Academy, bei der Zeichen von Anfang an mit hoher Geschwindigkeit vermittelt werden. Foto: DJ2TG

611

Icom IC-7760 – neuer KW/50-MHz-Transceiver (2)

612

FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle



Erfolgte die Übertragung von Sprache auf den KW-Amateurfunkbändern bislang analog, lassen sich mit FreeDV auch digitale Verfahren hierfür einsetzen. Der neue Modus RADE besticht durch sehr gute Sprachqualität auch bei niedrigem Signal-Rausch-Verhältnis. Screenshot: DC8FG

618

Doppel-Loop für den Lowband-Empfang – nochmals verbessert



Simulationsprogramme helfen bei der Entwicklung von Antennen. Doch während Simulationsergebnisse resonanter Antennen überwiegend plausibel sind, trifft dies auf aperiodische Systeme wie beispielsweise Breitbandantennen nicht immer zu. Foto: DK6ED

637

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (3)

644

Ausstellungen



48. Ham Radio 2025:
Perspektiven für den Amateurfunk

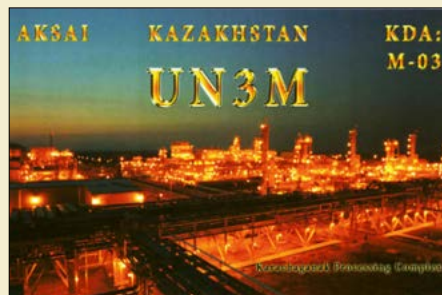
604

Aktuell

Editorial	591
Postbox	594
Markt	596
Literatur	599
Ausbreitung August 2025	660
Inserentenverzeichnis	670
Vorschau FA 9/25	670

QTCs

AATiS e.V.	656
Bergfunk-QTC	661
SWL-QTC	661
DX-QTC	662



QSL-Splitter	663
Sat-QTC	663
CW-QTC	663
UKW-QTC	664
QRP-QTC	666
Digital-QTC	666
DL-QTC	668
Afu-Welt	668
OE-QTC	669
HB-QTC	669
Termine August 2025	670

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateurer.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateurer.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Am letzten Juniwochenende reisten Funkamateure und andere Technikinteressierte nach Friedrichshafen am Bodensee zur Ham Radio, Europas größtem Amateurfunktreffen. Dort bestand wieder reichlich Gelegenheit, aktuelle Amateurfunktechnik kennenzulernen und bei Vorträgen Anregungen für die eigene Station zu gewinnen. Ein zentrales Thema waren in diesem Jahr zudem über das Internet ferngesteuerte Amateurfunkanlagen für den sogenannten Remote-Betrieb, wie DL1AX ab Seite 604 berichtet.
Foto: DC2HB

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 658

BC-DX-Informationen 659

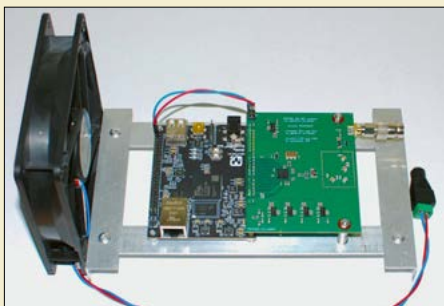


Seit 20. 5. 1985 sendet Radio Martí auf Kurzweile in spanischer Sprache für Hörer in Kuba.

Grafik: Radio Martí

Funk

Neues, preiswertes SDR-Konzept von Pavel Demin



Die Entwicklung von Eigenbau-SDR-Projekten ist verknüpft mit dem Namen Pavel Demin. Nun hat der belgische Tüftler mit dem PDSDR ein neues Konzept realisiert. Der Beitrag schildert dessen Merkmale und vergleicht mögliche Einsatzbereiche.

Foto: Pavel Demin

615

Nutzung einer Soundkarte als SDR-Empfänger für DCF77 627

Pulsbreitenmodulator im Klasse-E-Betrieb für den AM-Minisender (1) 630

CB- und Jedermannfunk 657

Elektronik

Vorgestellt: GPS-stabilisiertes Frequenznormal LBE-1421



Mit dem LBE-1421 bietet Leo Bodnar Electronics einen neuen, GPS-stabilisierten Präzisionsoszillator an, dessen Frequenzbereich bis 1,4 GHz reicht. Er ist insbesondere dann vorteilhaft einsetzbar, wenn zwei unabhängig voneinander einstellbare Referenzsignale benötigt werden.

Foto: FA

622

Verschlusskontrolle für das Garagentor und andere Türen

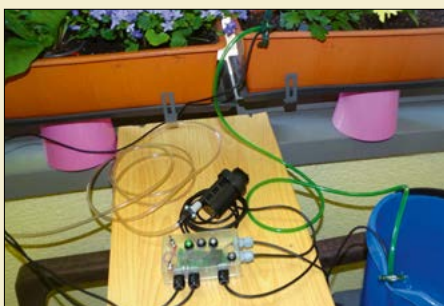


Wenn eine Tür zwar geschlossen, aber nicht verriegelt ist und sich niemand mehr in der Nähe befindet, gibt die im Beitrag beschriebene Überwachungseinrichtung ein Signal per Funk aus. Dieses erinnert an der Empfangseinheit akustisch und optisch daran, die bisher nur eingeklinkte Tür noch mit einem Schlüssel abzuschließen und auf diese Weise zu sichern.

Foto: Sander

624

Blumengießautomat für Zimmer, Balkon und Terrasse



Pflanzen benötigen Wasser, um zu gedeihen. Sie sind deshalb regelmäßig zu gießen. Während im Garten ein Zuviel kaum auftreten kann, ist die Erde von Pflanzen im Zimmer oder auf dem Balkon schnell zu trocken oder zu feucht. Beides ist nicht gut und sollte deshalb vermieden werden. Der beschriebene Blumengießautomat übernimmt die erforderlichen Überwachungs- und Gießtätigkeiten.

Foto: Sander

634

Einsatz eines Kammgenerators im Messlabor des Funkamateurs 640

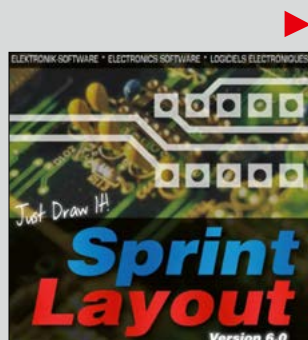


Einband des Elektronischen Jahrbuchs von 1991 Foto: Red. FA

Elektronisches Jahrbuch

In den Jahren von 1965 bis 1991 wurde jeweils ein „Elektronisches Jahrbuch“ herausgegeben, das neben Berichten über neue Bauelemente und Technologien auch immer diverse Bauanleitungen für elektronische und funktechnische Geräte enthielt. Alle 27 Ausgaben stehen u.a. auf <http://archive.org/details/elektronischesjahrbuch> zum Durchblättern oder Herunterladen zur Verfügung. Nebenbei bemerkt sind diese Jahrbücher auch in die Archivsuche des FUNKAMATEUR unter <https://archiv.funkamateure.de> einbezogen. Um einen Beitrag zu finden, ist nach der Eingabe von „Titel“ und/oder „Autor“ lediglich das entsprechende Archiv auszuwählen.

Redaktion FA



Wie Sie sehen, sehen Sie nichts!

Wenn ich den Worten unserer Fachleute nach dem Blackout in Spanien, Frankreich und Portugal Glauben schenke, kann das im Editorial des FA 7/2025 Thematisierte bei uns nicht passieren. Als die Worte gesagt wurden, habe ich gedanklich den Satz ergänzt: Wer das glaubt, ist nicht mehr zu retten. Es sind nicht einmal 3 GW Schwankung erforderlich, es reicht schon eine Abweichung von weniger als 1 Hz bei der Synchronisation aus, um das System aus dem Gleichgewicht zu bringen. Unsere Fachleute haben gesprochen, nur tauchen jetzt die nächsten der gleichen Sorte auf, die vor zu viel Windstrom und/oder Sonnenstrom warnen und gleichzeitig auf die Synchronisation zeigen. Dabei sind diese Energieerzeugungen doch der Weisheit letzter Schluss und unsere Rettung?

Ich stimme der Einschätzung des Autors zu chinesischen Anlagen auch nicht zu. Es waren deutsche Fachleute, die über den Einbau der chinesischen Anlagen geurteilt und diesen für gut befunden haben. Noch einmal die Einschätzung deutscher Fachleute: Das kann bei uns nicht passieren. Ich muss jetzt stänkern: Glaubt der Autor denen etwa nicht, zumal unsere Politiker den von ihnen ausgesuchten und ernannten Fachleuten schon immer folgten? Es darf gelacht werden und ich zeige auf Northvolt.

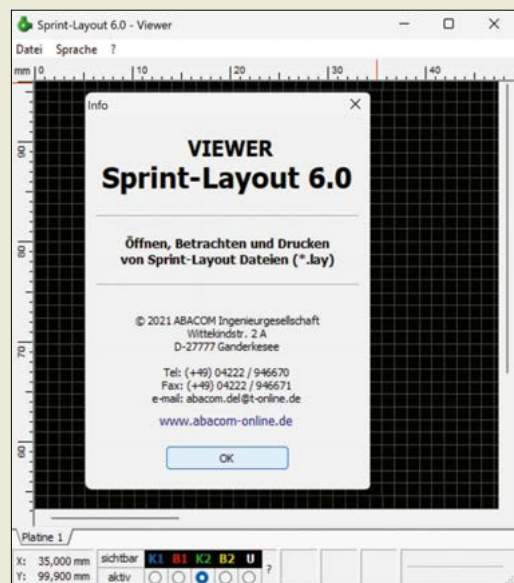
Heinz Coenen, DF1EZ

Wie lassen sich LAY6-Dateien nutzen?

Hin und wieder erreichen uns Fragen, wie sich die von einigen Autoren als Ergänzung für ihre Beiträge im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereitgestellten Sprint-Layout-Dateien mit der Endung lay6 nutzen lassen.

Das von der Abacom-Ingenieurgesellschaft (www.abacom-online.de) entwickelte Programm Sprint Layout 6.0 ermöglicht das Erstellen von Platinenlayouts. Eine Verbindung mit einem Schaltplaneditor gibt es nicht, sodass die Einarbeitungszeit in der Regel kurz ausfällt.

Die bereitgestellten LAY6-Dateien lassen sich mit der auf der Produkt-Website ganz unten angebotenen Betrachtungssoftware öffnen. Dieser Viewer



Kostenloser Viewer für Sprint-Layout-6.0-Dateien
Screenshot: FA



© DC2HB

möglicht zwar nur das Öffnen, Ansehen und Drucken von Sprint-Layout-Dateien. Jedoch lassen sich mit diesem Tool einzelne Ebenen oder das gesamte Projekt wahlweise auf einem physischen Drucker ausgeben oder mithilfe eines separat installierten PDF-Druckers oder dem bei neueren Windows-Systemen vorhandenen Microsoft Print to PDF als PDF-Datei speichern. Letztere eignet sich beispielsweise zur Herstellung von Belichtungsfolien.

Der Viewer ermöglicht keinerlei Änderungen am geladenen Layout, da keine Werkzeugpalette existiert. Wer vor dem Kauf der Vollversion abschätzen möchte, ob Sprint Layout 6.0 das für ihn passende Programm ist, der sollte sich die auf der oben genannten Website verfügbare Demoversion herunterladen. Sie umfasst hinsichtlich von Layout-Änderungen alle Funktionen der Vollversion, kann jedoch erstellte oder geöffnete LAY6-Dateien weder speichern oder z.B. als Gerber-Dateien exportieren noch drucken. Die Vollversion kostet einmalig 49 €. Alle zur Verfügung gestellten Updates sind kostenfrei.

Redaktion FA

Augen auf beim Datenträgerkauf!

Danke Herr Merting für den Beitrag „Augen auf beim Datenträgerkauf!“ im FA 7/2025, S. 515. Genau wie Sie habe ich auch meine Erfahrung machen dürfen (müssen).

Ich bestellte bei einem Ebay-Händler eine externe SSD-Platte mit sage und schreibe 4 TB. Die Kritiken für den Händler waren durchweg positiv. Für fast 36 € sollte die Platte auch noch performant sein, wenn man den Kritiken folgen wollte. Als die Platte ankam, las ich auf der Verpackung, dass es sich hierbei um eine Platte mit 4 TB handele.

Ich schloss die USB-Platte an meinen Rechner an und kopierte ein Verzeichnis mit etwa 150 GB auf die neue SSD. Nach etwa 110 GB gab der Rechner auf und die Platte war nicht mehr ansprechbar. Erst nach dem erneuten Verbinden der Platte mit einem anderen



Rechner sah ich, dass zumindest nach dem Directory einige Dateien wohl angekommen waren. Aber ein Zurückkopieren war nicht möglich. Die Eigenschaften dieser Platte zeigten mir allerdings, dass noch mindestens 3 TB auf der Platte frei sein müssten. Wenigstens die Verzeichnisse ließen sich löschen.

Daraufhin bemühte ich, genau wie Sie, das Test-Tool HW2Test aus dem Heise-Verlag. Ich testete allerdings nicht die vollen 4 TB, sondern nur 250 GB, da ich ja schon wusste, dass bei etwa 100 GB ein Fehler auftritt. Und in der Tat meldete das Tool schon ab etwa 50 GB erste Fehler. Nach weiteren 20 GB meldete das Test-Tool, dass die Platte unbrauchbar sei, und stellte den Dienst ein.

Noch am selben Tag startete ich die Rückgabeaktion beim Händler mit dem Hinweis, dass die Platte defekt sei. Schon binnen eines Tages erhielt ich das Angebot, dass ich eine Rückerstattung von 15 € erhalten würde, wenn ich den Rücksendeprozess abbrähe. Daraufhin sagte ich, dass ich mit einer defekten Platte, die mich immer noch 20 € kostet, nichts anfangen könne und ich die Platte zurücksenden wolle. Ein weiteres Rabattangebot, diesmal von 22 €, folgte.

Nun wurde mein Ton schärfer. Ich forderte den Händler auf, mir eine deutsche Rücksendeadresse zu nennen, ansonsten würde ich die Handelsplattform Ebay einschalten. Nun war erst einmal drei Tage lang Sendepause. Danach wurde die volle Rückerstattung veranlasst und mir mitgeteilt, ich könne die Platte behalten. Da ich jetzt ein kostenloses „Probeexemplar“ hatte, gab es kein Halten. Ich schraubte das Gehäuse auf. Zum Vorschein kam eine Platine, die mit Metallgewichten beklebt war, um das Gewicht zu erhöhen und so Wertigkeit vorzugaukeln. Auf der Platine befand sich eine Micro-SD-Kartenfassung, in der eine Micro-SD-Karte steckte. Beide waren mit Heißkleber übergossen. Vorsichtig befreite ich den Sockel und die Karte mit einem Messer vom Heißkleber. Die so freigelegte SD-Karte konnte ich nun überprüfen. Mit einem Kartenadapter und weiteren Tests stellte ich fest, dass diese Karte immerhin 47 GB Speicherkapazität hatte und dass das HW2Test-Tool diesen Speicherplatz auf der Karte als fehlerfrei erkannte. Ob ich dieser Karte jedoch langfristig Daten anvertrauen kann, möchte ich bezweifeln.

Sie schrieben von zahlreichen Fällen mit gefälschten Datenträgern. Ich würde hierbei sogar von Betrug sprechen. Angefangen von den unechten Kommentaren über die Gewichte im Gehäuse bis hin zu den Mikrocontrollern, die eine viel höhere Speicherkapazität vorgaukeln. Wäre der Schaden nicht so gering, interessierte sich die Staatsanwaltschaft sicherlich dafür.

Mathias Dahlke, DJ9MD

Das ILLW steht wieder vor der Tür!



Online-Logdienste

Die Beitragsserie „Online-Logdienste im Vergleich“ im FA 6 und 7/2025 enthält viele gute Informationen. Doch warum findet das DARC-Community-Logbuch keine Erwähnung? Das DCL existiert schon seit über 20 Jahren und darüber können u.a. viele interessante Diplome wie z.B. WAE online beantragt werden – ein wichtiges Tool für aktive Diplomsammler.

Olaf Achterberg, DK2LO

Vielen Dank für Ihre Anmerkung! Das DCL ist tatsächlich bislang unter meinem „Radar“ geblieben. Da es auch die Möglichkeit bietet, einen Kreuzvergleich elektronischer Bestätigungen von Club Log, LoTW und eQSL mit den eigenen Logs vorzunehmen, hätte es durchaus zum Thema gepasst. Eine Übersicht der Funktionen bietet:

<https://dcl.darc.de/public/DML-Referenzkarte.pdf>

Willi Paßmann, DJ6JZ

Kraft-Preisfrage

Gefragt war, mit welcher Kraft die kreisförmigen Metallplatten eines mit 5 kV geladenen Kondensators angezogen werden, wenn diese einen Durchmesser von 300 mm haben und ihr Abstand 2 mm beträgt. Die Elektroden eines geladenen Plattenkondensators werden mit der Kraft $F = 0,5 \cdot E \cdot Q$ angezogen. Dabei beträgt die sich bei $U = 5 \text{ kV}$ und $d = 2 \text{ mm}$ ergebende elektrische Feldstärke:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{5 \text{ kV}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Aus der Plattenfläche $A = \pi \cdot (D/2)^2 = \pi \cdot (150 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2$ und der elektrischen Feldkonstante $\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ ergibt sich die Ladung auf dem Kondensator:

$$Q = C \cdot U = \epsilon_0 \frac{A}{d} U = \epsilon_0 \cdot A \cdot E = 1,55 \cdot 10^{-6} \text{ As}$$

Die Kraft, mit der die Kondensatorplatten angezogen werden, beträgt somit:

$$F = 0,5 \cdot E \cdot Q = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 1,55 \cdot 10^{-6} \text{ As} = 1,9 \frac{\text{Ws}}{\text{m}} = 1,9 \text{ N.}$$

Die $3 \times 25 \text{ €}$ für die richtige Lösung erhalten:

Gina Lombardi

Jens Küttner, DL2JKZ

Lothar Grahle, DL1DXL

Herzlichen Glückwunsch!

PEP-Preisfrage

Wie groß ist die Hüllkurvenspitzenleistung (PEP) bei Aussteuerung eines SSB-Senders mit zwei gleich großen NF-Signalen, wenn die an einer $50\text{-}\Omega$ -Last gemessene und auf einem Oszilloskop angezeigte Spitzen-Spitzen-Spannung 80 V beträgt?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 31.8.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Uhren-Preisfrage vom FA 7/25 können Sie sich noch bis zum 31.7.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de



WRTC-2026-Sondermünze

Die 10. World Radiosport Team Championship (WRTC), die Weltmeisterschaft im Funk-sport, findet im nächsten Jahr vom 8. bis 13. Juli in Großbritannien statt.

Aus diesem Anlass haben die Veranstalter eine Silbermünze herausgegeben. Diese hat einen Durchmesser von 44,5 mm und sie erhalten alle, die die WRTC bis Ende 2025 mit einer Einzelspende von mindestens 100 £ unterstützen. Auch alle bereits eingegangenen Spenden, die dieses Kriterium erfüllen, werden mit einer solchen Silbermünze bedacht.

Redaktion FA

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch





Das mit einem Aufstellfuß versehene Zusatzgerät RC-7760 ermöglicht die komfortable Fernbedienung des Icom IC-7760.

Foto: DC2HB

Zusätzliches Bedienteil für den Transceiver Icom IC-7760

Mit dem optionalen **RC-7760** stellt **Icom** eine weitere Bedieneinheit zur Verfügung, die den komfortablen Remote-Betrieb des KW/50 MHz-Transceivers **Icom IC-7760** ermöglicht. Dieser muss allerdings mit der Firmware V 1.10 ausgerüstet sein, um die neuen Fernsteuerfunktionen nutzen zu können. Eine Besonderheit ist, dass bis zu fünf Exemplare des RC-7760 mit einer abgesetzten HF-Einheit verbunden werden können, wobei dann jeweils ein RC-7760 aktiv für deren Steuerung verwendbar ist. Dies eröffnet Multi-Operator-Stationen mehr Flexibilität beim Funkbetrieb.

Jeder RC-7760 besitzt ein 7-Zoll-Hauptdisplay mit 800 × 480 Pixeln und ein 2,4-Zoll-Subdisplay mit 320 × 240 Pixeln. Die Bedienung von Haupt- und Nebenempfänger sowie des Spektrumskops kann nahezu intuitiv und sehr ähnlich zum IC-7760 erfolgen. Zwei eingebaute, nach oben strahlende Lautsprecher sorgen für den guten Ton. Ein PC, der die Eingaben der einzelnen Bedienteile koordiniert, ist nicht erforderlich. Aufgrund der leistungsfähigen DSP-Einheit ist die Latenz minimal.

Die Verbindung mit dem IC-7760 kann über Gigabit-Ethernet (maximal 100 m Cat5e+) oder per WLAN erfolgen. Zu beachten ist, dass für eine stabile Verbindung über das Internet Geschwindigkeiten von 10 MBit/s in Richtung der abgesetzten HF-Einheit und 5 MBit/s in der Gegenrichtung erforderlich sind. Die Internetverbindung kann über einen VPN-Tunnel oder eine Portweiterleitung mit einer globalen statischen IPv4-Adresse oder dynamischem DNS (DDNS) erfolgen. Eine unzureichende Geschwindigkeit oder Paketverluste können zu kurzen Tonaussetzern führen.

Ein Netzadapter **BC-267** zur Versorgung des RC-7760 mit 15 V ist im Lieferumfang enthalten.

Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm; Tel. (061 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com

Bezug: autorisierte Fachhändler



Pfeiffer Keys

Während der diesjährigen Ham Radio präsentierte Martin Pfeiffer, DL1MP, einem größeren Interessentenkreis mit der **Brick** eine neue Morsetaste. Diese wird er neben den von Uli Scheunemann übernommenen und unter der gleichnamigen Editionsbezeichnung weiterhin hergestellten Modellen über die neu gegründete Firma **Pfeiffer Keys** anbieten. Während die „alten“ Tasten meist eine Haube aus Acrylglas besitzen, ist die auf deutsch **Ziegel** genannte, neue Iambic-Taste mit einer gefrästen Abdeckung aus Messing ausgestattet. Diese schützt die von der Unterseite zugängliche Mechanik. Das Verrutschen der Taste auf dem Stationstisch dürfte bei einer Masse von 2,2 kg schwerfallen. Informationen zu den weitergeführten und neu entworfenen Tasten werden auf der noch im Aufbau befindlichen Website veröffentlicht.

Pfeiffer Keys, Paul-Keller-Weg 2, 51545 Waldbröl; Tel. 0171-755 0771; E-Mail: m.pfeiffer@pfeiffer-keys.com, <https://pfeiffer-keys.com>



Zwei Tasten der Edition **Uli Scheunemann** neben der **Brick** genannten Iambic-Taste (re.)

Die Mechanik der **Brick** ist von oben durch eine solide Messingabdeckung und von unten durch eine Acrylglasplatte geschützt.

Fotos: DC2HB

Neue SMA-FME-Adapter

Bei **UKW-Berichte** gibt es zwei weitere SMA-Adapter auf die im Mobilfunk gebräuchliche FME-Norm. Es handelt sich um einen Adapter der Form **FME-Stecker auf SMA-Winkelstecker** (FME-m/SMA-m) mit der Artikelnummer **00231** (Preis: 6,20 €) für FME-Kabel. Der Adapter **00230** besitzt eine FME- und eine SMA-Buchse (Preis: 9,32 €). Mit diesem lassen sich z. B. die mit eingebauten FMA-Steckern ausgestatteten **Procom-Filter** an ein SMA-Kabel anschließen. Die jeweiligen Mittelpins sind vergoldet und das Isoliermaterial ist hitzebeständiges PTFE.

Diese Spezialadapter erweitern das vielfältige Angebot an koaxialen Adaptern. **UKW-Berichte**, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim; Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de



Der Adapter **00230** besitzt eine FME- und eine SMA-Buchse.



Winkeladapter **00231** mit FMA- und SMA-Stecker

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbarsten Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

RC-7760

Fernsteuereinheit

- passend für Icom IC-7760
- Touchscreens: 1 × 800 × 480 Pixel, 1 × 320 × 240 Pixel
- Mikrofon-Impedanz: 600 Ω
- Lautsprecher: NF-Leistung ≥ 2 W
- Versorgungsspannung: 15 V
- Stromaufnahme: ≤ 3 A
- Netzteil BC-267 im Lieferumfang enthalten
- Masse: 2,3 kg
- Abmessungen (B × H × T): 340 mm × 118 mm × 104 mm
- Preis: um 2100 €

Im Lieferumfang der Antennen-Sets der Serie **Basic Limited Edition**, hier das **BLE 30**, sind neben dem robusten Antennendraht ein im Gehäuse montierter 5:1-Unun und eine Haspel enthalten.



Antennen-Sets für KW und 6 m

Die bei **WiMo** erhältlichen Antennen-Sets **Chameleon BLE 30**, **BLE 60** und **BLE 130** enthalten jeweils einen Anpassungsübertrager sowie einen für Montage und Anschluss vorbereiteten Antennendraht. Die Sets unterscheiden sich hinsichtlich Drahtlänge und Frequenzbereich und lassen sich horizontal, vertikal oder als Sloper installieren. Trotz des mitgelieferten 5:1-Unun kann ein Antennenkoppler erforderlich sein, um eine optimale Anpassung auf allen Frequenzen zu gewährleisten. Die Antennen sind für eine Sendeleistung von 200 W SSB, 100 W CW und 50 W Digimode ausgelegt.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 9668-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

BLE XX

Antennen-Sets

- **BLE 30:**
Frequenzbereich 3,5... 54 MHz,
Länge 9,1 m,
Preis 112,90 €
- **BLE 60:**
Frequenzbereich 1,8... 54 MHz,
Länge 18,3 m,
Preis 142,90 €
- **BLE 130:**
Frequenzbereich 1,8... 54 MHz,
Länge 39,6 m,
Preis 154,90 €
- Belastbarkeit: jeweils
200 W SSB, 100 W CW,
50 W Digimode

Externe Steuereinheit

Die Steuerung und Umschaltung von HF-Oszillatoren und Funkkonvertern aus dem Hause **Kuhne electronic** kann nicht nur via Schnittstelle und mitgelieferter Software erfolgen, sondern darüber hinaus auch mithilfe der Steuereinheit **KU EDPU-5.0**. Diese ist mit einem 5-Zoll-IPS-Touchdisplay ausgestattet. Sie unterstützt viele Produkte des Herstellers, besitzt eine grafische Bedienoberfläche und dient auch zur Statusanzeige. Das Anschließen der Module ist dank eines Stecksystems schnell und einfach möglich, entsprechende Adapter werden als Zubehör angeboten. Ein 2 m langes Versorgungskabel ist im Lieferumfang enthalten.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>



KU EDPU-5.0

Steuer-/Displayeinheit

- automatische Geräteeerkennung
- unterstützte Produkte:
MKU LO 8-13 PLL und PLL-2,
MKU 76 G2, MKU 10 G5,
MKU UP 2424 B und weitere
- Mini-DIN-Anschluss
- Bildschirm: 5 Zoll Diagonale,
800 × 400 Pixel,
IPS-Touchscreen (kapazitiv)
- Versorgungsspannung:
10... 14 V/150 mA
- Abmessungen (B × H × T):
165 mm × 95 mm × 23 mm
- Masse: 408 g
- Preis: 329 €

Steuer- und Displayeinheit **KU EDPU-5.0**



Ingenieure/Master/Bachelor Elektrotechnik (m/w/d) Elektronik-Entwicklung für die Raumfahrt

1 Ihr Profil

- Erfolgreich abgeschlossenes Studium Master/Bachelor Elektrotechnik (Fachbereiche z. B. Kommunikationstechnik, Mechatronik).
- Grundlegendes physikalisches Verständnis
- Fundierte Kenntnisse in den Bereichen Analogschaltungstechnik und Hochfrequenztechnik
- Sicherer Umgang in technischem Englisch
- Ggf. bereits Erfahrung durch private Elektronik-Projekte

2 Ihr neuer Arbeitsplatz

- Hochtechnologieunternehmen im Raum Mannheim/Heidelberg
- Modernste Ausstattung und Entwicklungsumgebungen
- Kreatives Umfeld
- Familiäre Arbeitsatmosphäre
- Interessante, abwechslungsreiche Projekte
- 38-Stunden-Woche
- Flexible Arbeitszeiten und Home-Office
- Ansprechende Vergütung und Sozialleistungen
- Unbefristeter Arbeitsvertrag
- Fort- und Weiterbildungen

3 Ihre Aufgaben sind vielseitig

- Erarbeiten von Lösungen für Elektroniksysteme. Schwerpunkte sind hohe Zuverlässigkeit, Präzision und Stabilität
- Entwurf, Berechnung und Simulation von schnellen, rauscharmen Analog- und Mixed-Signal-Schaltungen mit FPGA
- Auswahl und Einkauf raumfahrtqualifizierter Komponenten
- Qualifizierte Fertigung in unserem Reinraumlabor sowie die Beauftragung und Überwachung externer Fertigung
- Umfangreiche (engl.) Dokumentation
- Qualitätskontrolle

4 Über uns

Die **von Hoerner & Sulger GmbH** ist ein mittelständisches Hochtechnologieunternehmen der Raumfahrtindustrie mit Sitz in Schwetzingen (Metropolregion Rhein-Neckar). 26 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entwickeln und fertigen bei uns seit 1971 Instrumente für die Raumfahrt. Unsere Produkte arbeiten sehr zuverlässig auf Satelliten, Raumsonden und auf der ISS. Sie dienen der Erkundung sowie der Forschung an Planeten, Monden und Kometen. Für Erdbeobachtungssatelliten entwickeln wir Elektroniksysteme zum präzisen Auslesen modernster Bildsensoren. Unsere Auftraggeber sind Raumfahrtfirmen, Institute im In- und Ausland sowie Raumfahrtagenturen (DLR, ESA, NASA).



von Hoerner & Sulger GmbH

Schlossplatz 8 • D-68723 Schwetzingen
www.vh-s.de • E-Mail: jobs@vh-s.de



Entwickeln Sie Elektronik für die Raumfahrt



N-Kanal-FET KP902A; der KP903B besitzt ein baugleiches Gehäuse.

Neues aus dem Leserservice

Die seinerzeit für den Einsatz in kommerzieller und Militärtechnik vorgesehenen N-Kanal-FETs **KP902A** und **KP903B** lassen sich aufgrund ihrer guten HF-Eigenschaften auch heutzutage noch vorteilhaft in Selbstbauprojekten einsetzen. Sie stammen aus sowjetischer Produktion und sind in geringen Restbeständen beim **FA-Leserservice** erhältlich. Während die maximale Verlustleistung des bis 400 MHz einsetzbaren KP902A bei 3,5 W liegt, darf dieser Wert bei dem bis 30 MHz nutzbaren KP903B 6 W erreichen. Weitere technische Daten sind den im Online-Shop verfügbaren Datenblättern zu entnehmen. Preis: jeweils 5 €.

Außerdem wird wieder Lötzinn Sn60Pb40 mit Flussmittelseele angeboten. Da Blei als gefährlicher Stoff gilt, darf dieses Lot nur zur Reparatur älterer Geräte, die vor dem 1. 7. 2007 auf den Markt gekommen sind, und für spezielle Einsatzzwecke verwendet werden und ist Fachleuten vorbehalten. Das gesetzlich vorgeschriebene Sicherheitsdatenblatt findet man beim Produkt, wobei der Käufer mit dem Absenden der Bestellung die Kenntnisnahme der Warnhinweise bestätigt. Das Lötzinn gibt es unter den Bestellnummern **Lötzinn-06, -08** und **-1** jeweils als 100-g-Rolle in den Stärken 0,6 mm, 0,8 mm und 1 mm ab 10,90 €.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateur.de, shop@funkamateur.de



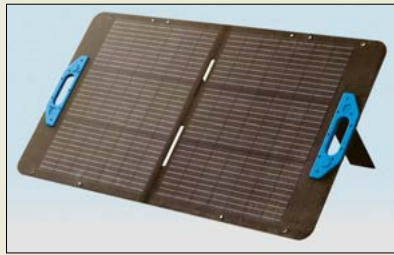
Das Lötzinn-xx ist jeweils als 100-g-Rolle erhältlich.

2W60-10980

Kabeltrommel mit Koaxialkabel

- Koaxialkabel:
Typ: Aircell 7,
Impedanz: 50 Ω
Länge: 25 m
Dämpfung: 0,38 dB bei 7 MHz,
1,8 dB bei 144 MHz,
3,25 dB bei 430 MHz;
Belastbarkeit: KW 2 kW,
VHF 600 W, UHF 280 W
Anschlüsse:
SO239-Buchse, PL259-Stecker
- Kabeltrommel:
Abmessungen (B × H × T):
240 mm × 300 mm × 200 mm
Masse inklusive Kabel: 3,2 kg
- Preis: 157,68 €

Die **Schill-Kabeltrommel 2W60-10980**, auf der sich 25 m **Aircell 7** befinden, besitzt einen robusten Tragegriff und eine handliche Kurbel, die das zügige Aufwickeln des Kabels erleichtert.



Das Set besteht aus der Powerstation **Solix C300X** und dem Solarpanel **PS100**.

Powerstation-Set

Neu im Sortiment von **Pollin Electronic** ist unter der Artikelnummer 353300 ein aus der Powerstation **Anker Solix C300X** und dem Solarpanel **Anker PS100** bestehendes Set. Aus dem LiFePO₄-Akkumulator mit 288 Wh lassen sich 600 W Spitzenleistung für die Versorgung von sieben gleichzeitig anschließbaren Geräten entnehmen. Das Aufladen ist aus dem Stromnetz mit 230 V, via USB-C- bzw. Kfz-Anschluss oder über das im Set enthaltene, faltbare 100-W-Solarpanel möglich. **Pollin Electronic GmbH**, Max-Pollin-Str. 1, 85104 Pförring, Tel. (0 84 03) 92 0-9 20, Fax -123, www.pollin.de

Steuersoftware für BS 202

Das **BPS 202 SDK** der **Langer EMV-Technik** ist eine Sammlung von Ressourcen, welche die Entwicklung einer Steuerung der **Burst Power Station BPS 202** oder deren Integration in bestehende Programme erleichtert. Es werden sowohl Windows- als auch Linux-Umgebungen unterstützt. Das SDK umfasst die Bibliothek (DLL für Windows bzw. Shared Object für Linux), ein Beispiel-Skript in Python sowie ein in C++ erstelltes Beispielprogramm. Für Windows ist zusätzlich die GUI-Anwendung **BPS 202-Client** enthalten. Beide Steuerungsmethoden greifen auf dieselbe Bibliothek zu, was ein konsistentes Verhalten bei der Kommunikation gewährleistet.

Das Handbuch enthält detaillierte Beschreibungen aller Bibliotheksfunktionen sowie ein Ablaufdiagramm, das den typischen Arbeitsablauf bei der Verwendung der SDK-Bibliothek veranschaulicht.

Langer EMV-Technik GmbH, Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannewitz, Tel. (0351) 43 00 93 29; www.langer-emv.de, sales@langer-emv.de



Die hier dargestellte **BPS 202** dient als Spannungsversorgung und Steuereinheit für Pulsquellen. Sie ist über eine USB-Schnittstelle mit dem auswertenden PC zu verbinden, auf dem das **BPS 202 SDK** installiert ist. Ein Eingang dient zur Synchronisation der ausgebenen Störpulse mit dem Funktionsablauf der untersuchten Baugruppe.

Solix C300X

Powerstation

- Akkumulator: LiFePO₄
- Energie: 288 Wh
- Spitzenleistung: 600 W
- Ladezyklen: 3000
- Masse: 4 kg
- Abmessungen (B × H × T):
164 mm × 161 mm × 240 mm

PS100

Solarpanel

- Zellentyp:
monokristallines Silizium
- Spitzenleistung: 100 W
bei U = 24,5 V und I = 4,1 A
- Schutzart: IP67
- Masse: 4,6 kg
- Abmessungen (B × H × T):
1120 mm × 608 mm × 28 mm
- Set-Preis: 379 €

BPS 202 SDK

Software Development Kit

- zur Steuerung der Burst Power Station BPS 202
- unterstützte Betriebssysteme:
Windows, Linux
- Bestandteil der Produktsätze
P202/P302 L-EFT set,
ICI E450 L-EFT set,
ICI I900 L-EFT set,
ICI HH500-15 L-EFT set



**te Walvaart, H. (Hrsg.):
Elektor Special –
Sensoren für Wetter und
Umwelt**

Ohne die Auswertung von Sensordaten kommt keine Steuerung mehr aus, denn nur dadurch ist es möglich, zeitnah auf Ereignisse reagieren zu können. Ein bekanntes Bauprojekt ist die Wetterstation. Zeigte sie anfangs nur die Temperatur in der Wohnung auf einem LC-Display an, bildet sie heutzutage die Gerätebasis für eine ganze Reihe von Messdaten und Steuerungsaufgaben.

Die in den einzelnen Beiträgen vorgestellten Sensoren bauen nicht aufeinander auf, sodass man jederzeit diejenigen auswählen kann, zu denen Messdaten gewünscht sind. Dies reicht von der Windgeschwindigkeit und -richtung, über Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmenge bis hin zur Messung des Gehalts von Kohlenmonoxid oder -dioxid in der Raumluft oder das Detektieren flüchtiger organischer Verbindungen in der Atemluft. Es dürfte für nahezu jeden Fall ein passender Sensor vorhanden sein.

Zu jedem Projekt steht jeweils der Quelltext für die Integration auf einem der gängigen Mikrocontroller-Boards zur Verfügung. Die Datenspeicherung inklusive Zeitstempel wird ebenso erläutert, wie die Positionsbestimmung per GPS bei sich bewegenden Sensoren. Und natürlich ist die Datenübertragung via LoRa-WAN Gegenstand dieser Spezialausgabe. **-red**

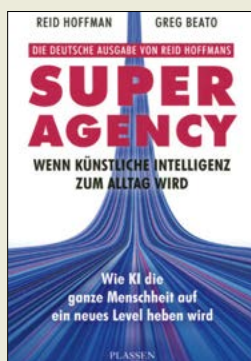
**Elektor Verlag
Aachen 2024
116 Seiten, 14,90 €
FA-Leserservice E-4908**



**Schmolke, H.:
Auswahl und
Bemessung von Kabeln
und Leitungen**

Um wirksamen Schutz vor Überstrom zu erreichen, muss bei der Auswahl, Planung und Errichtung von Kabel- sowie Leitungsanlagen einiges beachtet werden. So sind auch Verlegungsarten und Umgebungstemperaturen zu berücksichtigen, die zur Anwendung unterschiedlicher Korrekturfaktoren führen. Die Ermittlung des korrekten Leiterquerschnitts und die richtige Leiterabsicherung sind essenzielle Voraussetzungen beim Errichten und Betreiben elektrischer Anlagen. Unter Beachtung geltender DIN-Normen wird zwischen Überlast und Kurzschluss unterschieden. Kabelbeanspruchungen, wie besondere Reißfestigkeit, und Kabel mit speziellen Eigenschaften, wie mineralisierte Leitungen, werden ebenfalls beschrieben. Hinweise zu Einflüssen durch Pflanzen und Tiere auf Leitungsanlagen und die Besonderheiten von Kabeln für PV-Anlagen ergänzen die Wissensvermittlung. Die Hilfestellung zur fachlich korrekten und normengerechten Auswahl von Kabeln und Leitungen sowie deren Berechnung wird durch sechs formelbasierte Download-Tabellen erweitert. Zahlreiche Tabellen und Abbildungen unterstützen die Beantwortung allgemeiner und besonderer Fragestellungen für Planer und Praktiker. **-dbl**

**Huthig
Heidelberg 2025
9. Auflage
152 Seiten, 19,80 €
ISBN 978-3-8101-0643-8**



**Hoffmann, R.; Beato, G.:
Super Agency**

Über künstliche Intelligenz (KI) wird gegenwärtig viel geredet, oft aber nur, um auf eine Mode, einen Marketing-Gag oder ein Schreckensszenario hinzuweisen. Das vorliegende Buch, eine aktuelle Übersetzung aus dem Amerikanischen, will erklärtermaßen aufkommende, höchst anspruchsvolle und bedeutende Fragen erörtern: Wie künstliche Intelligenz in unser Leben eingreifen und was mit Privatsphäre und persönlicher Autonomie passieren kann, ob der Mensch noch konkurrenzfähig sein wird und schließlich, ob wir noch die Kontrolle über unser Leben behalten können. Oder wird uns die KI beherrschen?

Die Autoren betrachten das Thema aus verschiedenen Blickwinkeln und kommen schließlich zu dem Schluss, dass unsere heutigen technischen Möglichkeiten alles Bisherige überbieten und den Menschen dazu bringen können, noch vorhandene Grenzen zu überschreiten. Als Beispiele werden immer wieder die Entwicklungen von *Open AI* zitiert, aber auch die Pläne von *Alphabet* (Google) und *Meta* (Facebook).

Das Buch ist flott geschrieben, doch zeigt sich im Ergebnis der Ausführungen lediglich, dass die KI sowohl Hoffnung macht als auch Risiken birgt. Überraschung: Wer hätte das gedacht? **-sew**

**Plassen-Verlag
Kulmbach 2025
280 Seiten, 27,90 €
ISBN 978-3-68932-020-1**



**Duden, T.:
Software Defined Radio
zum Selbstbau**

Anders als der Begriff *Software Defined Radio* es auf den ersten Blick vermuten lässt, entscheidet nicht allein die Software über die Leistungsfähigkeit eines SDR-basierten Funkgeräts. Auch die Qualität der verwendeten Hardware spielt eine bedeutende Rolle.

Thomas Duden wendet sich mit seinem Buch an Funkamateure und Technikbegeisterte, die verstehen wollen, wie SDR funktioniert und gern eigene Systeme entwickeln möchten. Der erste Teil hält daher detaillierte Anleitungen für den Selbstbau von SDR-Hardware. Neben der Vermittlung von grundlegendem Wissen zur HF-Technik gibt es reichlich Tipps aus der Praxis.

Der Autor stellt im Weiteren frei verfügbare Software-Tools und Konzepte aus dem Bereich der Open-Source-Hardware vor. Als Leser lernt man, wie sich SDR-Systeme mit gängigen Mikrocontrollern und FPGA-Boards umsetzen lassen und erfährt, wie digitale Signalverarbeitung (DSP) funktioniert. Themen wie Modulationsverfahren, Filterdesign und digitale Demodulation werden ausführlich behandelt.

Das Buch ist so strukturiert, dass sowohl Einsteiger als auch erfahrene Funkamateure von dessen Inhalt profitieren können. **-jsp**

**Elektor-Verlag
Aachen 2024
324 Seiten, 39,80 €
FA-Leserservice E-6503**



**Wübbe, T.:
Voice over IP**

Nach der Abschaltung der klassischen Telefonietechnik im Jahr 2019 hat das *Session Initiation Protocol* (SIP) zunehmend an Bedeutung gewonnen. Zahlreiche farbige Tabellen und Abbildungen unterstützen den thematischen Einstieg in diese Technik und zeigen Prinzipien sowie die übliche Architektur von Voice over IP mit SIP auf.

Die Grundlagen zur Paketvermittlung und Normung, das Internetprotokoll, VoIP-Prinzipien, die SIP-Signalisierung, das *Session Description Protocol* (SDP), NAT, *Quality of Service* (QoS) und vieles mehr werden ausführlich besprochen. Die Kapitel schließen jeweils mit Testfragen ab, um das eigene Verständnis zu überprüfen.

Neben der reinen Theorievermittlung unterstützen Praxisübungen mit der bekannten Fritz-Box 7590 die Umsetzung des erlernten Theoriewissens. Die ausführliche Besprechung des Paketanalysetools *Wireshark* ermöglicht nicht nur die Erprobung des theoretisch erlangten Wissens, sondern hilft auch bei der Fehlersuche in eigenen Netzwerken.

Das Fachbuch zeigt sowohl Züge eines Lehrbuchs, als auch die eines Nachschlagewerkes und eignet sich deshalb sowohl für den Einsteiger, als auch den Leser mit Vorwissen auf dem Gebiet Voice over IP. **-dbl**

**Huthig
Heidelberg 2022
288 Seiten, 49,80 €
ISBN 978-3-8101-0591-2**

Andamanen, VU4AX: Reise zum Golf von Bengalen

MARC COSEMANS – ON6CC

Die Inselgruppe der Andamanen, Präfix VU4, gehört politisch zu Indien und war im März dieses Jahres das Ziel einer überwiegend belgischen Gruppe abenteuerlustiger Funkamateure. Zum Team gehörten Einsteiger ebenso wie erfahrene DXpeditionäre. Nachdem die Hürde genommen war, Gastlizenzen für alle Teilnehmer zu erhalten, ging die Planung schnell voran. Vor Ort erzwangen allerdings schwierige Ausbreitungsbedingungen einen angepassten Funkbetrieb.

Nach einer erfolgreichen Aktivität von Spitzbergen unter JW0X (s. FA 3/2023, S. 185 ff.) war unsere 2021 gegründete DX-Abenteuer-Gruppe hungrig nach weiteren Pile-ups. Zudem hatten wir dabei Erfahrungen gesammelt, um ein neues Funkabenteuer anzugehen: Unter der Leitung von Max, ON5UR, und Francis, ON8AZ, wollten wir die im Indischen

hierfür erforderlichen Verwaltungsprozess geändert, sodass die Beantragung nun auf elektronischem Weg erfolgte. Hierbei musste jeder Teilnehmer der DXpedition zunächst eine persönliche VU3-Lizenz erhalten, bevor im nächsten Schritt die Beantragung einer VU4-Gruppenlizenz für das Rufzeichen VU4AX möglich war.



Team VU4AX
(v.l.n.r.); oben: Jonas, ON7FT, Marc, ON4AMX, Francis, ON8AZ, Marcel, PA9M, Karel, ON5TN, Franky, ON7RU, Ron, PA3EWP, Geert, ON7USB, Patrick, ON4HIL; unten: Marc, ON6CC, Pascal, ON5RA, und Max, ON5UR

Fotos:
DX Adventure Team

Ozean gelegene und zum indischen Staatsgebiet gehörende Inselgruppe der Andamanen aktivieren, Präfix VU4 und IOTA-Kenner AS-001. Bereits ihre Teilnahme zugesagt hatten Jelmer, DJ5MO, Marc, ON4AMX, Patrick, ON4HIL, Max, ON5UR, Pascal, ON5RA, Marc, ON6CC, Jonas, ON7FT, Franky, ON7RU, Geert, ON7USB, Francis, ON8AZ, Ronald, PA3EWP, und Marcel, PA9M. Später stieß Karel, ON5TN, zum Team. Zum Zeitpunkt unserer ersten Planungen im Jahr 2022 war dieses DXCC-Gebiet kurz zuvor mit 23 000 Funkverbindungen aktiviert worden. Wir hofften, dieses Ergebnis mit unserer Aktivität noch zu steigern.

■ Weitere Planung

Ein erstes Gruppentreffen fand im März 2023 statt und am Anfang dieses Projektes stand die Beantragung der Amateurfunklizenzen. Die zuständige indische Telekommunikationsbehörde hatte den

Erst vier Wochen vor der Abreise hatten wir alle benötigten Lizenzen beisammen. Ein Problem bei der Antragstellung war, dass die Internetseite für die Beantragung von außerhalb Indiens nicht zugänglich ist. Daher konnten wir die Anträge nicht über eine normale Internetverbindung stellen, sondern erst mithilfe einer VPN-Verbindung innerhalb Indiens. Die meisten



Zwei dieser klimatisierten Hütten nutzten wir als Shacks für je drei Funkarbeitsplätze.



Teilnehmer der DXpedition erhielten die beantragte VU3-Lizenz problemlos, nicht jedoch Jelmer, DJ5MO, Ronald, PA3EWP, und Marcel, PA9M. Im Gegensatz zu unseren belgischen Amateurfunkgenehmigungen enthielten die deutschen und niederländischen kein Enddatum für deren Gültigkeit. Am Ende lagen uns zwar alle benötigten Gastlizenzen für Indien vor, doch dauerte dieser Prozess insgesamt 18 Monate.

In der Zwischenzeit suchten wir nach einem geeigneten Ort für unsere Funkaktivität in der Nähe von Port Blair, der Hauptstadt der Andamanen. Unser Standort benötigte unbedingt freie Abstrahlung in Richtung USA, weil der nordamerikanische Kontinent von VU4 aus am schwierigsten zu erreichen ist. Im Gegensatz dazu sind Funkverbindungen mit Europa und Japan viel einfacher. Während der Ham Radio in Friedrichshafen führten wir Gespräche mit potenziellen Sponsoren. Die meisten reagierten positiv und unterstützten uns mit wichtigem Material für unsere DXpedition.



Solche nicht klimatisierten Hütten dienten zum Schlafen, was in der extremen feuchten Hitze nicht angenehm war.

■ Start nach zwei Jahren

Unser Abenteuer begann im März dieses Jahres im belgischen Kortrijk. Von dort fuhren wir in einem Wohnmobil mit 54 Koffern in Richtung Paris zum Flughafen Charles de Gaulle. Dort angekommen, checkten wir zunächst unser umfangreiches Gepäck ein. Dies verlief ohne groß-

ßere Probleme, auch wenn wir für die übergroßen Gepäckstücke zusätzliche Gebühren bezahlen mussten. Allerdings hatte Marc, ON4AMX, leider ein Problem mit seinem Reisepass und dem Visum. Daher durfte er das Flugzeug nicht betreten und musste zurückbleiben. Zu seiner und unserer großen Erleichterung konnte er jedoch nach zwei Tagen mit neuem Visum wieder zu uns stoßen.

Der Rest der Gruppe trat den neuneinhalbstündigen Flug in Richtung Neu-Delhi, der Hauptstadt Indiens, an. Nach



Alle Vertikalantennen mit angehobenen Radials standen am Strand.

der Landung wurde von indischen Zollbeamten zunächst geprüft, ob unsere Ausrüstung zum Verkauf bestimmt war oder ob diese wieder aus Indien ausgeführt werden würde. Nachdem wir alle erforderlichen Dokumente vorzeigen konnten, gab es keine weiteren Probleme. Da unser Anschlussflug, ein Inlandsflug, erst am folgenden Tag starten würde, wurden alle 54 Koffer mehrmals per Scanner erfasst. Danach konnten wir im nahegelegenen Flughafenhotel einchecken und eine kurze Rast einlegen.

■ Ankunft in Port Blair

Am folgenden Morgen landeten wir nach einem fünfstündigen Flug, unterbrochen durch einen kurzen Zwischenstopp an der indischen Ostküste, in der Hauptstadt der Andamanen. Auf dem Flughafen von Port Blair erwartete man uns bereits. Ein kleiner Bus für die DXpeditionäre und ein Transporter für das Gepäck brachten uns zur Unterkunft. Die rund 45-minütige Fahrt verlief recht holprig. Das gebuchte Resort war von hohen Palmen umgeben. Selbstredend schauten wir uns



Diese 15-m-VDA war nach Nordamerika über den langen Weg ausgerichtet.

sofort um und entschieden, wo wir die Antennen aufstellen würden. Zum Glück passte die Umgebung zu dem Stellplan, den wir bereits während der Vorbesprechungen festgelegt hatten. Wegen der Erschöpfung nach der langen Anreise, der extremen Hitze von 40 °C und der herrschenden Luftfeuchtigkeit von 90 % entschieden wir, uns zunächst auszuruhen und die Antennen am frühen Morgen des folgenden Tages aufzubauen.

Jeder Teilnehmer hatte dabei die ihm zugewiesenen Aufgaben zu erledigen. Unsere Stationen errichteten wir in zwei klimatisierten Shacks, zu denen jeweils ein eigener Spiderbeam für die höheren Bänder gehörte. Für die unteren Bänder 30 m, 60 m und 80 m errichteten wir direkt am Strand jeweils Vertikalstrahler mit vier angehobenen Radials. Eine 4-Square für das 40-m-Band bauten wir etwas weiter landeinwärts auf. Da der obere Teil unseres 160-m-Strahlers während des Aufbaus abgebrochen war, verwendeten wir für das Topband eine *Inverted-L*-Antenne. Diese befestigten wir an einer 30 m hohen Palme. Zum Glück hatten wir einen Einheimischen gefunden, der für uns dort



Patrick, ON5HIL, und Francis, ON8AZ, beim Aufbau der 80-m-Vertikal

hinaufkletterte. Zusätzlich zogen wir 200 m lange Beverage-Empfangsantennen mit Ausrichtung Europa und Nordamerika durch den dichten Bewuchs. Außerdem kamen vier K9AY-Empfangsantennen mit verschiedenen Ausrichtungen zum Einsatz. Drei unserer Stationen konnten gleichzeitig zwischen diesen Antennen hin- und herschalten.



Einer der beiden Spiderbeams, genutzt mit einem Penta- bzw. einem Tri-Plexer

Als Transceiver verwendeten wir sechs Elecraft K3, jeweils ergänzt durch eine Endstufe SPE Expert 1.3K. An jedem der sechs Funkgeräte verwendeten wir ein DXP-Interface von microHAM. Alle Koaxialkabel, insgesamt 800 m, verliefen zum Shack 1 und wurden dort an einen Verteiler angeschlossen. Diesen verwendeten wir auch für Shack 2, um mögliche Auswahlfehler beim Wechsel von Bändern auszuschließen. Am Spiderbeam 1 betrieben wir einen Pentaplexer und am Spiderbeam 2 einen Triplexer. Diese Kombination ermöglichte den gleichzeitigen Betrieb aller sechs Funkstationen. Zwischen die Transceiver und die Endstufen schleiften wir *Low-Power-Filter* ein. Um unerwünschte Aussendungen zusätzlich zu unterdrücken, schalteten wir allen Endstufen zusätzlich *High-Power-Bandpassfilter* nach.

Unser Netzwerk verwendete einen WLAN-Router, um uns über ein MiFi-Gerät mit dem Internet zu verbinden. In unserem Resort war allerdings nur eine 3G-Abdeckung verfügbar und für Touristen war es ohne lokale Unterstützung nicht möglich, eine SIM-Karte eines örtlichen Anbieters zu erwerben. Dank der Hilfe eines Mitarbeiters des Resorts konnten wir bereits am folgenden Tag einen Internet-Zugang nutzen. Nun waren wir in der Lage, unsere Logs auf Club Log hochzuladen. Die meiste Zeit funktionierte dies tadellos und unser QSL-Manager Tim, M0URX, erhielt tägliche Log-Updates. Diese mussten wir allerdings gelegentlich korrigie-



ren, da nach einem Abbruch der CAT-Verbindung falsche Bänder geloggt wurden.

■ Erste Probleme

Die erste Funkverbindung unter unserem DXpeditions-Rufzeichen VU4AX führte Jelmer, DJ5MO, am 11.3. auf 20 m in SSB. Unmittelbar danach brach auf dem Band die Hölle los! Von Beginn an waren die Pile-ups gewaltig. Leider besuchte uns bereits nach vier Stunden Funkbetrieb der berüchtigte „Murphy“: Während des Betriebs auf 40 m verabschiedete sich eine Endstufe mit einem lauten Knall und es roch verbrannt. Damit stand uns bereits ab diesem frühen Zeitpunkt eine Endstufe weniger zur Verfügung.



Verteilerbox zur Antennenwahl

Auf den meisten Bändern litten wir unter Geräuschpegeln im Bereich zwischen S3 und S4 bzw. auf 40 m sogar bis zu S7 und S9. Obwohl die 40-m-Antennen weit entfernt von Gebäuden standen, beeinträchtigten atmosphärische Geräusche und lokal erzeugte Störungen den Empfang. Um diese Situation zu verbessern und das Problem zu minimieren, baten wir die Mitarbeiter des Resorts, alle Lichtquellen der Außenanlagen abzuschalten. Allerdings konnten wir den Ursprung der hohen Störpegel nie vollständig ergründen.

Für unsere Stromversorgung waren zwei Generatoren verfügbar. Das kleinere Aggregat zeigte leider erhebliche Spannungsschwankungen zwischen 80 V und 260 V, was den Funkbetrieb mit hoher Sende-

V.l.n.r.: Patrick, ON4HIL (SSB), Karel, ON5TN (CW) und Marcel, PA9M (FT8)

leistung. Es entwickelte sich ein freundliches Gespräch und man fragte, ob uns eine Gruppe Schulkinder besuchen dürfe. Selbstredend stimmten wir zu. Einige Tage danach stand tatsächlich ein Bus



Ron, PA3EWP, (vorn) und Pascal, ON5RA, beim CW-Betrieb

leistung unmöglich machte. Nach einigen Tagen wechselten wir deshalb auf den größeren Generator. Dieser lieferte zwar eine stabilere Spannung, erforderte jedoch eine tägliche Wartungspause von einer Stunde.

Am folgenden Tag installierten wir am Strand eine vertikale Dipolanordnung (VDA) für 15 m mit Ausrichtung nach Nordamerika über den langen Weg. Beim Funkbetrieb in diese Richtung war es nicht einfach, die europäischen Stationen ruhig zu halten. Wir erlebten kaum starke Signale aus Richtung USA. Vielmehr kämpften wir zumeist mit niedrigen Signalpegeln von dort und arktischem Flat-tern. Die meisten Signale aus Nordamerika stammten aus dem mittleren Westen und von der Ostküste. Morgens funkten wir mit Japan und der Westküste der USA. Am frühen Nachmittag öffneten sich die Bänder in Richtung Osteuropa.

voller Kinder vor dem Resort. Ronald, PA3EWP, war der perfekte Mann, um ihnen zu erklären, was die „verrückten alten Männer“ dort anstellten. Am Ende führten wir zur Demonstration einige Funkverbindungen mit DXern in Japan und Australien durch. Der Besuch der Kinder wurde später sogar in einem Beitrag in der örtlichen Zeitung erwähnt.

Rons, PA3EWP, Funkarbeitsplatz verfügte über eine per GPS synchronisierte Uhr. Doch leider funktionierte diese nicht wie erwartet, sodass es hin und wieder zu zeitlichen Abweichungen von einigen Sekunden kam, was den FT8-Betrieb behinderte. Bei der nächsten Aktivität werden wir sicherstellen, dass alle Computer über ein stabiles und mittels Kabel verbundenes UDP-Netzwerk miteinander verbunden sind.

■ Weitere Probleme

Während unserer DXpedition erhielt Max einen Anruf von den örtlichen Behörden, die sich nach unseren Aktivitäten erkun-



Der alte Generator sorgte durch Spannungsschwankungen für Probleme. Nach einigen Tagen wechselten wir auf ein größeres und moderneres Aggregat.



Wir erlebten zunächst mehrere Stromausfälle. Eine Reinigung der Kontakte löste das Problem.

An einem Tag ließ uns die Stromversorgung aufgrund einer fehlenden 220-V-Phase im Stich. Erst nach langer Suche entdeckten wir, dass ein Hauptschalter am Generator fehlerhaft war, was wir innerhalb einer Stunde reparieren konnten. Glücklicherweise hatten wir einige Mitglieder im Team, die über Kenntnisse

und Erfahrungen verfügten, um diesen Fehler zu finden und zu beheben.

Während der DXpedition kam es zudem zu einem massiven Sonnenereignis. Aufgrund der anschließend schlechten Ausbreitungsbedingungen waren wir gezwungen, mit allen sechs Stationen in den FT8-Betrieb zu wechseln. Während der mehrtägigen Sonnenaktivität konnten wir zu unserem Leidwesen nur wenige Verbindungen loggen. Selbstredend war dies für alle Teilnehmer recht frustrierend. Wir waren schließlich nicht den ganzen Weg von Europa gekommen, um nur FT8-Betrieb durchzuführen.

■ Geburtstag und Abbau

Unser Funkkamerad Karel, ON5TN, feierte während der DXpedition seinen 50. Geburtstag und erhielt als Geschenk einen speziellen Geburtstagskuchen. Die Mahlzeiten im Restaurant bestanden ansonsten hauptsächlich aus Hühnchen mit Reis und Reis mit Hühnchen. Zum Mittagessen wurden jeweils frische Früchte

Ron, PA3EWP, über VU4AX

Anfang 2023 erhielt ich vom DX-Abenteuer-Team die Einladung zu einer Teilnahme an einer Funkaktivität von den Andamanen, VU4. Nachdem ich mich über das Team und dessen Zielsetzung informiert hatte, zögerte ich nicht länger und teilte mit, dass ich gerne an der Aktivität teilnehmen würde. Bereits in der Vergangenheit hatte ich Gelegenheit gehabt, bei anderen DXpeditionen einige Mitglieder der Gruppe kennenzulernen. Die Organisation der gesamten Aktivität war sehr professionell und besonders Teamleiter Max, ON5UR, sowie sein Co-Teamleiter Francis, ON8AZ, leisteten ausgezeichnete Arbeit.

Eine meiner Aufgaben war die Organisation von Spenden von DX-Klubs. Weiterhin versuchte ich, dem Team beizustehen, wo immer es gerade notwendig war. Die Teilnehmer waren sehr ehrgeizig und gaben 100 %, um das gesteckte Ziel zu erreichen. Es war ein sehr schönes Gefühl, Teil dieser Leidenschaft zu sein. Blickt man nur auf die Zahl der Funkverbindungen, war es nicht das Ergebnis, das wir erwartet bzw. erhofft hatten. Aber man darf nicht vergessen, dass die Ausbreitungsbedingungen sowohl der beste Freund als auch der schlimmste Feind einer DXpedition sein können. Daher ist die Verantwortung nicht bei den Teilnehmern und der Ausrüstung zu suchen.

Einige Mitglieder des Teams verfügten über mehr Erfahrung als die anderen, aber letztlich spielte das keine Rolle. Jeder half dem anderen bei den gerade zu bewältigenden Herausforderungen. Jeder war sehr bemüht, wenn es galt, technische Probleme zu lösen, die Antennen aufzubauen oder den Funkbetrieb durchzuführen. Wir hatten jede Menge Spaß, besonders am letzten Abend, an den ich mich noch eine sehr lange Zeit erinnern werde. Dieses Team ist bereit, weitere, noch herausforderndere DXpeditionen durchzuführen, und ich hoffe, dass ich wieder dabei sein kann.



Ron, PA3EWP, erklärte unserem Besuch den Amateurfunk.

gereicht. Die Bungalows, in denen wir schliefen, verfügten nicht über Klimaanlage und die Duschgelegenheiten waren minimalistisch. Einmal unternahmen wir einen Ausflug in die Hauptstadt Port Blair und teilten uns hierzu in zwei Gruppen auf. Dort besuchten wir unter anderem ein aus der britischen Kolonialzeit stammendes ehemaliges Gefängnis.

Leider müssen alle guten Dinge einmal enden. Es war geplant, die Antennen für die unteren Bänder und einen der Spiderbeams nach unserem letzten Sonnenuntergang abzubauen. Den letzten Funkkontakt loggten wir am 20.3. auf 10 m. Danach wurde alles schnell abgebaut und für die Abreise in die Koffer gepackt. Am folgenden Morgen verließen wir das Resort mit gemischten Gefühlen. Unser selbst gestecktes Ziel von 100 000 Funkverbindungen hatten wir nicht erreicht, da wir die DXpedition mit rund 65 000 Kontakten beendeten. Wir können jedoch sicher sagen, dass dies nicht an unserem Einsatz, den Fähigkeiten der Teilnehmer oder der verwendeten Ausrüstung lag. Einige Tage später kehrten wir erschöpft, aber zufrieden, in unsere Heimatländer zurück. Dort hießen uns unseren Lieben willkommen und verwöhnten uns mit verschiedenen Leckereien. Wir arbeiten derzeit bereits an der Vorbereitung neuer Projekte und Sie werden uns sicher bald aus einem anderen DXCC-Gebiet hören.

Abschließend bedanken wir uns bei den DX-Klubs, Unternehmen und Einzelpersonen für die Unterstützung. Besonders die Hauptsponsoren NCDXF, IndexA und unser belgisches Unterstützungsteam hatten großen Anteil am Erfolg der DXpedition VU4AX. Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die Website www.dx-adventure.com/en/home-eng. QSL-Karten kommen auf Anforderung über OQRS von Tim, M0URX.

Wir haben ein Fotobuch über unser Abenteuer auf den Andamanen in Indien erstellt. Auch hierzu finden Sie online nä-

Karel, ON5TN, über VU4AX

2002 ging ich als unerfahrener Einsteiger zusammen mit Max, ON5UR, und Win, ON6NP, auf meine erste DXpedition und hatte viel Spaß. Die andere Seite des Pile-ups zu erleben ist etwas, das man nicht leicht vergisst, und man kann regelrecht „süchtig“ danach werden. Vergangenes Jahr reiste ich mit fünf guten Freunden in die Karibik und frischte meine Erinnerung an die Bewältigung von Pile-ups wieder auf. Mitte 2024 rief mich ON5UR an und fragte, ob ich an einer Aktivität von den Andamanen teilnehmen wolle. Es dauerte nicht lange, bis ich zusagte und das Abenteuer begann.

Erneut nahm Max einige Neulinge mit auf die Reise und die Zusammensetzung der Gruppe war eine gelungene Mischung aus Einsteigern und erfahrenen DXpeditionären. Alle setzten sich zu 100 % ein, um das bestmögliche Resultat zu erzielen. Ich genoss bereits die Vorbereitung der Aktivität und die Treffen des Teams vor dem Abflug.

Die ersten beiden Tage auf der Insel waren ausgefüllt mit dem Aufbau der Antennen und der Stationen. Unsere Signale produzierten starke Pile-ups, aber leider schlug das Schicksal zu und ein großer Sonnensturm sorgte dafür, dass die Kurzwellenbänder einige Tage lang ausfielen. Ein besonderer Tag für mich war der 13.3. An jenem Tag feierte ich meinen 50. Geburtstag auf der sonnigen Insel gemeinsam mit meinem Team. Für mich war die Reise ein weiterer Schritt, um mein ultimatives Ziel zu erreichen, nämlich auf jedem Kontinent eine Banane zu essen.

here Informationen. Zudem arbeiten wir an einem VU4AX-Buch. Dieses hat 52 Farbseiten im Format DIN-A4 und enthält neben Fotos interessante Geschichten über die Aktivität. Gewinne aus dem Verkauf fließen in die Finanzierung der Aktivität und kommender DXpeditionen unserer Gruppe. Beenden möchte ich meinen Bericht mit dem Motto unserer DX-Abenteuer-Gruppe: Sie hören unsere Signale und wir fühlen das Pile-up!

**Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**



Karel, ON5TN, freute sich über die kleine Torte zu seinem 50. Geburtstag.

48. Ham Radio 2025: Perspektiven für den Amateurfunk

HARALD KUHL – DL1AX

Am letzten Juniwochenende, vom 27. bis 29. Juni, war Friedrichshafen am Bodensee wieder das Zentrum des Amateurfunks. Technisch Interessierte aus allen Teilen Europas und von anderen Kontinenten trafen sich auf der Amateurfunkmesse Ham Radio zum Erfahrungsaustausch und nutzten die Gelegenheit, an den Ständen der Aussteller aktuelle Amateurfunktechnik aus erster Hand kennenzulernen. Hinzu kamen ein umfangreiches Vortragsprogramm und ein Technikflohmarkt.

Die Kombination aus Messe, technischem Erkenntnisgewinn und persönlichem Austausch macht den Charakter der Ham Radio aus. Rund 11600 Besucher aus 52 Ländern wollten dies nicht verpassen und reisten zu Europas größtem Amateurfunktreffen; dies bestätigt den seit Ende der Pandemie verhalten positiven Trend der Vorjahre (2024: 11 300; 2023: 11 100; 2022: 10 200).

Zentrales Thema waren nicht die diesjährigen Jubiläen der IARU (100 Jahre) oder des DARC e.V. (75 Jahre), sondern eines, das die Zukunft des Amateurfunks in den kommenden Jahren erheblich mitbestimmen könnte: *Remote Radio*, also die Teilnahme am Amateurfunkdienst mittels per

meister der Stadt Friedrichshafen und Aufsichtsrat der Messe Friedrichshafen, betonte in seinem Redebeitrag den internationalen Charakter der Ham Radio als



IARU-Vizepräsident Thomas Wrede, DF200, berichtete über die Arbeit des Weltverbands und mahnte zu mehr Funkaktivitäten auf den hohen Bändern.

Ort der Begegnung und Innovation. Dies passe sehr gut zum Messestandort Friedrichshafen in einer internationalen Region im Vierländereck. „Hier werden Grenzen überwunden, hier werden Verbindungen geschaffen“, erklärte er. Dies sei in einer Zeit voller Krisen und Herausforderungen besonders wichtig.

Petra Rathgeber von der Messe Friedrichshafen betreut die Ham Radio als Projektleiterin seit fünfzehn Jahren. Sie zeigte



Prof. Dr. Matthias Jung, DL9MJ, erhielt den Horkheimerpreis 2025 für die Erarbeitung des neuen Fragenkatalogs und den Aufbau der Lernplattform 50ohm.de.

Internet ferngesteuerter Amateurfunkanlagen. Dies ist seit vergangenem Jahr auch in Deutschland zulässig und eröffnet potenziell all jenen Hobbyfreunden neue Perspektiven, die am eigenen Standort keine Antenne errichten können und/oder dort unter einem hohen Störpegel leiden. Schon im Foyer der Messe Friedrichshafen begrüßten die Besucherinnen und Besucher zwei *Remote*-Stationen und ermöglichten eine erste Annäherung. Etliche weitere Lösungen waren an den Ständen der kommerziellen Aussteller zu entdecken; dazu später mehr.

■ Messeauftakt

Am Messesamstag begann um 10 Uhr im gut gefüllten Raum *Österreich* die Auftaktveranstaltung. Andreas Hein, Bürger-

sich vom umfangreichen Begleitprogramm an den drei Messetagen mit rund 120 Vorträgen, Workshops und Fachtreffen beeindruckt. In den Messehallen seien rund 380 Aussteller vertreten, darunter Hersteller und Händler, Verbände und Flohmarktanbieter. Als Neuerung für 2026 kündigte Frau Rathgeber die Messe *Astro* zum Thema Astronomie an, die im kommenden Jahr am Samstag parallel zur Ham Radio in einer benachbarten Messehalle geplant sei. Es gebe zahlreiche Synergien zwischen Astronomie und Amateurfunk, beides passe wunderbar zusammen. Die Astronomische Vereinigung Bodensee e.V. war bereits in diesem Jahr mit einem Stand vertreten.

Frequenzen verteidigen

Das Podium übernahm Thomas Wrede, DF200, Vizepräsident der International Amateur Radio Union (IARU). Die Hauptaufgabe der Dachorganisation für über 170 Amateurfunkverbände weltweit ist die Verteidigung des Amateurfunkspektrums bei internationalen Fernmeldekongressen gegenüber kommerziellen Nutzern. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Mitarbeit in internationalen Gremien in Bezug auf elektromagnetische Verträglichkeit. DF200 betonte die heute enge Verbindung zwischen der IARU und der International Telecommunication Union (ITU). Deren Generaldirektorin, Doreen Bogdan-Martin, ist Funkamateurin mit dem Rufzeichen KD2JTX.

Bei der IARU diskutiere man eine Neuorganisation, um künftig die kleineren Mitgliedsverbände besser zu unterstützen. Hauptsächlich in den Bereichen elektromagnetische Verträglichkeit und Jugendarbeit wolle man die weltweite Zusam-



Auf einer großen Weltkarte im Foyer konnten Besucher ihren Heimatstandort kennzeichnen.

menarbeit optimieren. Als Herausforderung benannte Wrede den stetigen Stör- und Rauschpegel auf Kurzwelle. Die Marktaufsicht der Regulierer weltweit scheine bei der Überwachung überfordert zu sein, ob neue Produkte wie sogenann-



Mehrere Stationen auf dem Messegelände demonstrierten den Remote-Betrieb einer Amateurfunkstelle.



Im Foyer hatte der DXpeditionär Emil, DL3JJ, die Ausrüstung seiner jüngsten Funkaktion von Penyata del Moro, EU-151, ausgestellt.

te Balkonkraftwerke die einschlägigen technischen Bestimmungen einhalten.

In diesem Zusammenhang lobte Wrede die ENAMS-Initiative, um gegenüber den Regulierern die Störpegel nachzuweisen. Es herrsche extremer Druck auf unser Frequenzspektrum durch kommerzielle Anwender, insbesondere auf VHF und UHF sowie im Mikrowellenbereich. So konnte die IARU auf der jüngsten Welt-radiokonferenz den Verlust eines Teils des Spektrums im 23-cm-Band noch verhindern. Als aktuelles Beispiel nannte DF200 einen US-amerikanischen Satellitenbetreiber, der Frequenzen im 70-cm-Amateurfunkband für Telemetrieaus-sendungen mitbenutzen will.

Thomas Wrede wandte sich an die Funkamateure mit dem Appell, die zugeteilten Frequenzbereiche intensiver zu nutzen. „Benutzen Sie die Frequenzen, nehmen Sie an Wettbewerben teil, aber mit richtigen Antennen und mit richtigen Funkgeräten.“ Nur so könne man gegenüber den Regulierern glaubhaft machen, dass wir Funkamateure die zugeteilten Frequenzbereiche im bisherigen Umfang für unsere Experimente benötigen. Der Hotspot im Keller mit 10 mW reiche nicht.

Diskussionen um das Thema *Spectrum Sharing*, also die Nutzung des Frequenzspektrums durch verschiedene Funkdienste, werden dennoch auf uns zukommen. Abschließend rief DF200 dazu auf, die Arbeit der IARU zu unterstützen, auch durch die Mitgliedschaft in Amateurfunkverbänden: „Wir sind der Garant für den zukünftigen Bestand des Frequenzspektrums der Funkamateure“, betonte der IARU-Vize.

Moderner Amateurfunk

Christian Entseffner, DL3MBG, Vorstandsvorsitzender des DARC e.V., begrüßte nun die Besucherinnen und Besucher der 48. Ham Radio und des 74. Treffens der Funkamateure am Bodensee. Für den Amateurfunkverband sei die Ham Radio das wichtigste Ereignis im Jahr. Er wies auf die Jubiläen hin: 75 Jahre DARC e.V., 75 Jahre IARU Region 1, 100 Jahre IARU weltweit. „Seit 1950 steht der DARC für Engagement, technische Bildung, internationale Verständigung und den Erhalt einer einzigartigen Kommunikationsmöglichkeit.“ Was als Zusammenschluss engagierter Funkamateure begann, sei heute ein moderner, gut organisierter Verband mit über 32 000 Mitgliedern, die alle die Leidenschaft für Funk und Technik teilen.

Das diesjährige Motto „Remote Radio – Connecting the World“ bringe auf den Punkt, was den modernen Amateurfunk ausmache. Per Internet fernsteuerbare Amateurfunkanlagen revolutionieren unser Hobby und schaffen einen Zugang für



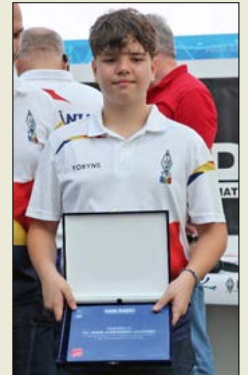
Jugend-forscht-Preisträgerin Luisa Ehrler präsentierte ihr Projekt *Smartes hausinter-nes Intercom-System DOMCOM*.

Menschen, die aufgrund örtlicher Gegebenheiten keine Möglichkeit zum Aufbau einer Station haben. *Remote Radio* überwinde Grenzen, geografisch, technisch und sozial. „Teilhabe statt Ausgrenzung. Es ist ein Symbol dafür, wie Amateurfunk mit der Zeit geht, ohne seine Wur-



Weltrekordversuch: Der 13-jährige Alexandru Ianis Scutaru, YO8YNS, konzentriert beim Aufnehmen von Rufzeichen

Ausgezeichnet: YO8YNS hat seinen eigenen Weltrekord gebrochen und diesen auf 1160 Zeichen pro Minute gesteigert.



zeln zu verlieren“, erklärte DL3MBG. Er betonte die Bedeutung des persönlichen Kontaktes zwischen Funkamateuren, wofür die Ham Radio eine anerkannte Möglichkeit biete. Christian Entseffner dankte den vertretenen Ausstellern für ihr Engagement, die so zum Erfolg der Messe beitragen und neue Impulse setzen. Gleichzeitig zeigte er sich enttäuscht, dass im Jubiläumsjahr einige maßgebliche Akteure des deutschen Amateurfunkmarktes nicht in Friedrichshafen vertreten seien. Um 10.51 Uhr erklärte DL3MBG die 48. Ham Radio 2025 für eröffnet.

Horkheimerpreis

Im Anschluss erhielt Prof. Dr. Matthias Jung, DL9MJ, den vom DARC e.V. zuerkannten Horkheimerpreis 2025 für besondere Verdienste um den Amateurfunk. Der DARC-AJW-Referent (Ausbildung Jugend Weiterbildung) hatte mit seinem Team maßgeblich den neuen Fragenkatalog für Amateurfunkprüfungen erarbeitet sowie die öffentliche Online-Lern-



Auf der Bühne im lichtdurchfluteten Foyer wechselten sich Aktionen ab; hier die Preisverleihung für erfolgreiche Contester.



Harald Gerlach, DL2SAX (li.), und Karsten Hansky, DL3HRT, übergaben erstmals ein AATIS-Startpaket an eine ausländische Schule.



Yuris Petersons, YL2GM (Mitte), erhielt von Philipp Springer, DK6SP (li.), und Markus Zappe, DL1AN, einen Sonderpreis der GDXF für seine Einmann-DXpeditionen.

plattform *50ohm.de* initiiert. Christian Entsellner bezeichnete den Preisträger in seiner Laudatio als Brückenbauer, der als Hochschulprofessor nicht nur über technisches Wissen verfüge, sondern zudem die Fähigkeit besitze, komplexe Inhalte verständlich und motivierend zu vermitteln. Das Ergebnis sei ein besonders durchdachtes, transparentes dreistufiges Prüfungssystem, das angehende Funkamateure prüfe, fördere und zugleich fordere. Die Aufnahme von Fragen für die neue Klasse N habe diese Einstiegerklasse erst ermöglicht. Gleichzeitig sei das Online-Projekt *50ohm.de* für viele Interessierte der erste Kontakt zum Amateurfunk.

Bei aller Fachlichkeit, so DL3MBG, zeichne den Preisträger seine menschliche Haltung aus. „Sein Handeln ist geprägt von Besonnenheit, Teamgeist und einem tie-

fen Verantwortungsgefühl gegenüber der Amateurfunk-Gemeinschaft.“ Matthias inspiriere, ohne sich aufzudrängen. Er habe dem Amateurfunk in Deutschland neue Impulse gegeben, nicht nur durch Worte, sondern durch Taten. Der überraschte Preisträger dankte seinem engagierten Team für die Zusammenarbeit sowie der DARC-Leitung und der BNetzA für das Vertrauen. Das Preisgeld in Höhe von 2500 € spendet DL9MJ der Jugendarbeit für den Amateurfunk.

■ Vortragsprogramm

Wie immer war der Ablaufplan des Vortragsprogramms eng mit Themen belegt. So eng, dass es unmöglich war, alles zu besuchen, was persönlich interessierte. Auch in diesem Beitrag kann aus Platzgründen nur auf einen kleinen Teil eingegangen werden.

Neues aus der Antarktis – Immer beliebt und entsprechend wieder gut besucht war die Präsentation auf der Aktionsbühne im Foyer über Funkaktivitäten aus der Ant-



Zum Abschluss der Contest-Universität gab Peter John, DL7YS, einen Einblick in seine Arbeit als Contestauswerter.

Neues aus der Antarktis berichteten Andreas Müller, DL3LRM (Bild), Felix Riess, DL5XL, und Charly Eichhorn, DK3ZL, auf der Aktionsbühne im Foyer.



arktis. Andreas Müller, DL3LRM, stellte die Funkmöglichkeiten auf dem Forschungsschiff *Polarstern*, DP0POL/mm, vor, während sich Felix Riess, DL5XL, auf die Neumayer-Station, DP0GVN und DP1POL, konzentrierte. Ein interessantes

Detail: DP0POL/mm funkt auf QO-100 nicht in FT8, entsprechende QSOs sind also nicht „echt“. DP0GVN ist auf 160 m sehr aktiv und im April gelangen erstmals 6-m-Verbindungen mit Europa.



Volker Strecke, DL8JDX, berichtet in zwei neuen Büchern über seine Erlebnisse als Antarktiskunker.

Dritter im Bunde der Antarktis-Spezialisten war Charly Eichhorn, DK3ZL, der mit gewohnter Begeisterung über Schulkontakte berichtete.

Neues aus dem Contestreferat – Contestfans aus Deutschland fanden sich ein, um den Ausführungen des Leiters des Referats Conteste des DARC e.V., Paul Schimanski, DF4ZL, zu folgen. Neben einem Rückblick auf die Contestseason 2024 mit teilweise immer noch steigenden Teilnehmerzahlen in einigen Wettbewerben, wies DF4ZL auf das „Sorgenkind“ CW-Fieldday hin, bei dem im vergangenen Jahr nur noch gut 60 Logs in den verschiedenen Portabelklassen eingingen. Ebenfalls durchwachsen fiel der Blick auf die neu eingeführte „Trainee-Klasse“ aus, denn trotz der jetzt vereinfachten Möglichkeiten für einen Ausbildungsbetrieb sei das Interesse überschaubar, sich als Trainee ins Contest-Getümmel zu wagen. Generell befinde sich das Referat Conteste aber in „ruhigem Fahrwasser“. Das Tagesgeschäft der insgesamt 33 Conteste, die das Referat betreut, laufe weitgehend ohne Störungen oder Querelen.



Im wie immer gut gefüllten Vortragsraum stellte Martin Steyer, DK7ZB, in diesem Jahr die Eigenschaften von Schleifenantennen vor.

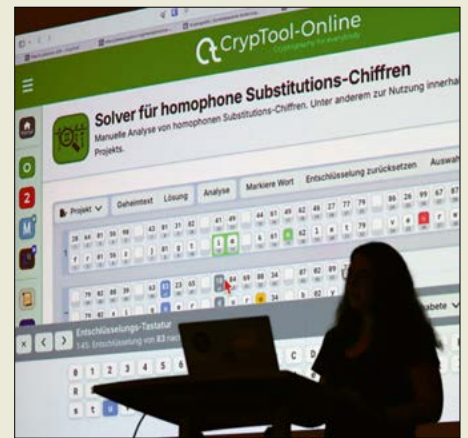
Bei der SDR Academy wurden neue Entwicklungen vorgestellt; hier das Anvelina-SDR-Board von Aivars Straupe, YL2GVC.





Einen einfach nachzubauenden Empfänger präsentierte Rainer Flößer, DL5NBZ, beim DATV-Treffen.

Ein Vortrag der von AATiS organisierten Lehrerfortbildung befasste sich mit dem Cryptool-Projekt, das Wissen über Kryptologie vermittelt.



OK-MWC-Treffen – Dass die Telegrafie weiterhin auf den Bändern präsent ist, verdanken wir auch Aktivitäten wie dem wöchentlichen OK1WC-Memorial-Contest. In diesem einstündigen Kurzcontest auf 80 m und 40 m finden sich jeden Montagabend zwischen 100 und 180 Contester zusammen. Das persönliche Treffen einiger MWC-Teilnehmer in einem eigenen Workshop während der Ham Radio moderierte Lutz Gutheil, DM6EE. Dabei kamen positive und negative Aspekte des Wettbewerbs zur Sprache und man diskutierte mögliche Verbesserungen der Ausschreibung. Interessant waren die Schil-

der Strömungsverhältnisse bei der Wärmeabfuhr durch fluide Medien in farbigen 3D-Animationen. Das war im wahrsten Sinne des Wortes sehenswert.

Endfed-Antennen mit Material aus der Bastelkiste – Ludwig Niebel, DH8WN, lockte rund 100 Zuhörer in den Saal 2 der

der messtechnische Aspekt nicht zu kurz. Die Ermittlung der AI-Werte für nicht beschriftete Ferritkerne mittels Netzwerkanalysator sowie die rechnerische Ermittlung der Kernverluste mithilfe des Smith-Diagramms rundeten das Thema anschaulich ab. Fundierte Grundlagen, kombiniert mit dem handfesten Bezug zum Selbstbau und Tipps zur mechanischen Lösung, sorgten für einen kurzweiligen Vortrag.

Smith-Diagramm richtig lesen – Mit mehr als 150 Zuhörern ebenfalls sehr voll war der Vortragsraum *Schweiz*, als Wolfgang Beer, DK2FQ, den HF-Interessierten die Augen über Aufbau und Verwendung des Smith-Diagramms öffnete. Von Wolfgang treffend als das „Schweizer Taschenmesser“ der HF-Technik bezeichnet und von vielen verwendet, aber nicht von allen verstanden, dient es zur Visualisierung komplexer Impedanzen. Aber wie ist die auf den ersten Blick etwas verwirrende Kreisdarstellung zu verstehen und zu lesen? Dazu erläuterte Wolfgang leicht verständlich die grafische Umformung der rechtwinkligen (kartesischen) Koordinaten für



Tom Kamp, DF5JL, erklärte im (zu) kleinen Vortragsbereich des DARC-Stands Möglichkeiten zur Erstellung von Ausbreitungsprognosen.

derungen einiger regelmäßiger Teilnehmer aus verschiedenen Regionen, wie sie von ihrem Standort aus den Contest erleben bzw. welche Stationen sie erreichen können und welche nicht. Dies war der berühmte Blick über den Tellerrand, der an der einen oder anderen Stelle auch Heiterkeit auslöste.

Wasserkühlung von Endstufen – Der Vortragsraum *Schweiz* war mit gut 160 Zuhörern bis auf den letzten Platz gefüllt, sodass einige Interessierte stehend oder auf dem Fußboden sitzend den Ausführungen von Günther Knebel, DK6ET, folgten. In seiner gekonnt vorgetragenen Präsentation illustrierte er anschaulich Temperaturverteilungen in den von ihm modifizierten Röhrenverstärkern sowie



Im überfüllten Vortragsraum mit Warteschlange davor befasste sich Ben Bieske, DL5ANT, mit dem nanoVNA und seinen Möglichkeiten.

Halle A2 und trug zum Thema endgespeister Antennen für Portabeleinsätze, insbesondere SOTA, vor. Detailliert ging er auf die Theorie zur möglichen und optimalen Strahlerlänge und die Bemessung des elektrischen Gegengewichtes dieser Antennenform ein. Im praktischen Teil beleuchtete er zunächst den Aufbau seiner portablen EFHW-Antenne, die er mit vorhandenem Material aus der „Bastelkiste“ hergestellt hat. Daneben kam



Künstliche Intelligenz war das Thema von Jochen Berns, DL1YBL.



Roland Wolf, DL1EHP, stellte die von ihm entwickelte Remote-Software vor, das Herzstück des während der Ham Radio gestarteten DARC-Remote-Projekts.

die induktiven und kapazitiven Widerstandsanteile in die bekannte Kreisdarstellung, ohne die mathematische Transformation nach Möbius dafür zu bemühen. Für viele war dies sicher ein im wahrsten Wortsinne „erhellender“ Vortrag,



Am Stand von Icom konnte man sich mit der Remote-Lösung des Transceiver-Flaggschiffs IC-7760 vertraut machen.

der im Nachgang für einigen Diskussionsstoff sorgte.

Bericht der Sachbearbeiter Frequenzmanagement im DARC e.V. – Dass es für eine interessante Präsentation nicht immer die große Vortragsbühne sein muss, zeigte der Bericht der beiden Sachbearbeiter aus dem Referat Frequenzmanagement des DARC e.V., Bernd Mischlewski, DF2ZC, und Martin Weber, DL5DS. In der Vortragssecke beim Treff-DARC in der Halle 1 stellten sie die Kommunikations- und Entscheidungswege zwischen DARC, BNetzA sowie ITU dar und gaben einen Ausblick auf die WRC 2027 (Weltradiokonferenz). Dort stehen, sei es gut oder schlecht, keine klassischen Amateurfunkthemen auf der Tagesordnung.



Ein alter Bekannter ist zurück: KW-Transceiver IC-718.



Zum Ausprobieren: Icom verleiht einen Koffer mit allen Komponenten des IC-905.

Aber anhand ausgewählter Beispiele, darunter 47 GHz, Sat2Sat-Communication und Lunar Communication, zeigten die beiden Vortragenden, dass man stets auf der Hut sein muss. Zusammenfassend erklärte DF2ZC abschließend, dass es für uns Funkamateure in Zukunft nicht um das Hinzugewinnen neuer Bänder geht, sondern eher um die Verteidigung der vorhandenen Amateurbereiche. Dies hatte Thomas Wrede, DF2OO, bereits in seinem Beitrag während der Auftaktveranstaltung (s.o.) festgestellt.

Nano-VNA & Co messen und kalibrieren – Dass der Raum Schwarzwald für technisch anspruchsvolle und mit hinreichend Praxisbezug verbundene Vorträge zu klein ist, ist jedem regelmäßigen Messebesucher der Ham Radio klar. Trotzdem hatten die Planer diesen Vortrag zur Verwendung und zu den Messmöglichkeiten der weit verbreiteten Nano-VNAs dorthin gelegt, mit der Konsequenz, dass der Raum völlig überfüllt war. Zusätzlich drängten sich auf dem langen Gang dorthin noch mehrere Dutzend Interessenten, von denen die meisten aber aufgaben und den Ort genervt verließen.

Ben, DL5ANT, erläuterte den prinzipiellen Aufbau von Netzwerk-Analysatoren (Skalar-, Impedanz- und Vektoranalyzer) mit ihrem Messprinzip und den darin enthaltenen Baugruppen. Über die notwendige Kalibrierung und damit einhergehenden Fehlerquellen ging es zu praktischen Tipps, also worauf auch der weniger erfahrene Nutzer zu achten hat, wenn er etwa Messungen an eigenen Antennen machen will. Dazu gab es Hinweise zur Konfiguration dieser Messzwerge, bei denen Ben sogleich die Grenzen aufzeigte, d.h. an welchem Punkt für diese sehr preiswerte Messtechnik die Einsatzmöglichkeiten enden.

Dieser mit nützlichen Informationen für Messeinsteiger vollgepackte Vortrag würde sicher auf der nächsten Ham Radio erneut ein großes Publikum erreichen.

Dann hoffentlich in einem größeren Vortragssaal?

IOTA extrem – Für die Anwesenden ragen der Bericht und die Videopräsentation von Emil Bergmann, DL8JJ, über seine IOTA-Aktivierung von EU-151 Anfang Juni 2025 aus der Menge der interessanten Vorträge und Berichte besonders heraus. Diese „Insel“ ist nicht mehr als ein 2 m breites und 6 m langes Riff, das knapp 1 km vor der Küste von Cullera in der spanischen Provinz Valencia liegt. Darauf steht lediglich ein eiserner, 6 m hoher Leuchtturm, an dem Emil sein Zelt und seine Ausrüstung knapp oberhalb der Wasserlinie festzurte. Besonders schwierig und selbst für Emil eine Herausforderung waren die Vorbereitungen, denn es gab im Vorfeld so gut wie keine für die Operation nützlichen In-



Am Stand von FlexRadio interessierten sich viele Besucher für die neuen Aurora-Transceiver mit eingebauter 500-W-PA.



SDR-Transceiver FlexRadio FLEX-8400M mit integriertem, hochauflösendem Display und Bedienung direkt am Gerät; ein externer Computer ist somit verzichtbar.

formationen, nur die, dass ein spanisches Team im Vorjahr einen Aktivierungsversuch abgebrochen hatte.

Am Ende gelangen mithilfe eines ortskundigen Funkamateurs die Vorbereitungen und mit einem erfahrenen Bootsführer das Erreichen des Riffes sowie die Anlandung. Mit Elecraft KX2, Icom IC-705 und einer Vertikalantenne erfunkt, standen im Log von EA5/DL8JJ am Ende 640 Funkverbindungen in Telegrafie. Wenngleich die Tonqualität des Videos kein Ohrenschmaus war, waren es doch fesselnde Bilder über das Anlanden, den Funkbetrieb und den



Bedienpanel *Station Manager XL* von 403A Signature für Remote-Stationen

Rückbau der Station sowie von der Rückfahrt zum Festland. Auf die Frage aus dem Auditorium, was Emils Familie zu derlei Aktivitäten sage, antwortete DL8JJ: „Meine Familie weiß, dass ich kein Hasardeur oder Abenteurer bin, der bewusst die Gefahr sucht. Solange meine Fitness in Ordnung ist und die Aktionen gut geplant sind, lassen sie mich gewähren.“

Zusätzlich zu Einzelbeiträgen liefen wieder Vortragsreihen, darunter die vom Arbeitskreis Amateurfunk in der Schule e. V. (www.aatis.de) organisierte Lehrerfortbildung und die Software-Defined Radio Academy (Aufzeichnungen demnächst unter youtube.sdra.io). Die BCC Contest University (www.bavarian-contest-club.de) brachte Praxistipps für Einsteiger und Fortgeschrittene; zwei Vorträge befassten sich mit Remote-Betrieb für Contester. Abschließend gab Peter John, DL7YS, einen Einblick in seine Arbeit als WAE-Auswerter und Tipps, wie sich typische Fehler im Log vermeiden lassen. Beim



Auch das Unternehmen Hilberling war wie in den vergangenen Jahren mit einem repräsentativen Stand vertreten.

Rohde & Schwarz hatte einen Messwagen dabei und zeigte unter anderem den praktischen Einsatz von Peiltechnik.



DX-Forum der GDXF und des DX-Referates des DARC e. V. berichteten DXpeditionäre über ihre Funkabenteuer. Zu vor gab man die erfolgreichsten DXpeditionen des Jahres 2024 bekannt: 3. Platz



Zehn Exemplare des neuen KW/VHF/UHF-Transceivers FTX-1 standen bei Yaesu bereit.

N5J Jarvis, 2. Platz 8R7X Guyana, 1. Platz C21MM Nauru. Abgestimmt hatten Mitglieder der GDXF.

■ Flohmarkt und Neuheiten

Am Freitagmorgen um 9 Uhr führte viele frühe Besucherinnen und Besucher ihr erster Weg zum Technikflohmarkt in die Hallen A3 und A4. Die hintere Halle erschien im Vergleich zum Vorjahr noch spärlicher mit Angebotstischen besetzt, sodass man wohl bald mit einer Flohmarkthalle auskommt. Das muss kein Nachteil sein, denn an den belegten Tischen wurde viel Interessantes aus allen Bereichen der Kommunikationstechnik angeboten.

Die Messehalle A1 teilten sich wieder die kommerziellen Aussteller im vorderen Bereich mit den Verbänden dahinter. Am großen Stand von Yaesu war der neue Transceiver FTX-1 mit gleich zehn Exemplaren präsent, sodass Interessierte dessen Bedienkonzept ausführlich kennenlernen konnten. Dieses „Baukastensystem“ für Allmode-Funkbetrieb auf Kurzwelle, 6 m, 2 m und 70 cm lässt sich mittels Zubehör an die jeweiligen Anforderungen anpassen. So ist die QRP-Va-

riante FTX-1field mittels einer 100-W-Endstufe für entspannten Stationsbetrieb erweiterbar. Auch ein GPS- und ein Bluetooth-Modul lassen sich nachrüsten.

Der ebenfalls großzügige Messestand von Icom zeigte mit dem IC-7760 das aktuelle Flaggschiff sowie die 1-kW-Endstufe IC-PW2. Beide sind für Remote-Betrieb über das Internet fernbedienbar. Der Transceiver nutzt hierfür seine mitgelieferte abgesetzte Bedieneinheit, sodass man auch aus der Ferne wie im heimischen Shack funkt. Für die Fernbedienung der End-



Zumeist dicht umlagert war der kleine Stand der QRP-Schmiede QRP Labs.

stufe ist eine Windows-Software verfügbar. Als Kontrast hat Icom seinen konventionell aufgebauten und lange bekannten IC-718 wieder ins Programm genommen. Der 100-W-Transceiver mit seinem großen LC-Display bietet Funkbetrieb von 160 m bis 10 m. Die einfache Bedienung erfolgt über Tasten und Knöpfe und verzichtet auf ein Menüsystem. Auch dank der robusten Konstruktion gemäß MIL-STD 810 dürfte der IC-718 für manche Funkamateure interessant sein.

Am Gemeinschaftsstand von Lutz Electronics und Elecraft konnte man sich über den Remote-Betrieb des Transceivers K4 informieren. Die angekündigte abgesetzte Bedieneinheit K4/0 ist voraussichtlich ab September zunächst in den USA verfügbar, doch lassen sich schon jetzt zwei K4 per Internet miteinander koppeln und so aus der Ferne bedienen.



Am Gemeinschaftsstand mit Lutz Electronics erklärte Elecraft-Mitbegründer Eric Swartz, WA6HHQ, das Remote-Konzept für den K4.

Zum Messegepäck gehörte mit der Elecraft AX3 außerdem eine neue Teleskop-Portabelantenne für QRP-Betrieb auf 30 m bis 10 m.

Bei FlexRadio drehten sich viele Gespräche um die SDR-Transceiver der Aurora-Reihe, bei der eine 500-W-PA und das Netzteil in das kompakte Gehäuse integriert sind. Selbstverständlich ist das Gerät per Internet fernsteuerbar, ob mittels Mastro-Bedienkonsole oder per Software auf einem iPhone, iPad, Mac oder Windows-Rechner.



Noch als Prototyp zeigte Acom seinen Fuchsjagdempfänger für das 80-m-Band.

Fotos:
DC2HB (3),
DK3JB (1),
DK7PE (1),
DL1AX (31),
DL2MCD (1),
Messe Friedrichshafen (1)

Einige Meter weiter war wie schon im Vorjahr die italienische SDR-Schmiede Olliter vertreten, jetzt mit dem SDR-Transceiver OL-SD300A. Zum Lieferumfang gehört eine funktionsreiche Bediensoftware und mithilfe der eingebauten 300-W-Endstufe dürften Pile-ups von DX-Stationen rasch zu bewältigen sein. Die QRP-Variante OL-SD20A sendet mit 15 W.

Acom präsentierte den neuen Antennenrotor 570AR mit komfortabler Konsole zur Positionierung sowie die Blitzschutzanlage L-PROT 2000. Die 1200-W-Endstufe 1400S mit eingebautem Antennentuner für Kurzwellen sowie 6 m war ebenfalls erstmals auf einer Ham Radio zu sehen. Sie lässt sich über das Internet fernsteuern. Noch als Prototypen zeigte Acom eine elektronische Morsetaste sowie einen 80-m-Fuchsjagdempfänger.

CG Antenna stellte in Friedrichshafen erstmals das neue Interface RRL-100 zur



Kompetent und freundlich: Antennenlösungen gab es unter anderem beim Team von Anjo Antennen.

netzwerkgestützten Fernsteuerung von älteren Transceivern mit abgesetztem Bedienteil vor, darunter TS-480, IC-706 und IC-7100. Bei SDRplay war der für Remote-Betrieb ausgelegte nRSP-ST zu sehen. Mit eingebautem Server lässt sich der SDR-Receiver per WLAN oder Kabel in ein Netzwerk integrieren und autonom via Internet steuern. In den kommenden Monaten stellen wir diese und weitere Neuheiten im FA ausführlicher vor.

■ Fazit und Ausblick

Das Vortragsprogramm war im Vergleich zu 2024 deutlich hochkarätiger besetzt. Dass es bei interessanten Themen zu terminlichen Überschneidungen kommen kann, ist bei Großveranstaltungen unvermeidbar. Dass aber themenverwandte Vorträge zeitgleich im Beiprogramm platziert wurden, war in diesem Jahr ein Ärgernis. Dringend anzuraten wäre die thematische Bündelung in mehrere parallele Zeitstränge, etwa so: reine Technikvorträge; Vorträge zu Aus- und Weiterbildung oder Themenschwerpunkten wie MINT oder Remote; Vorträge und Präsentationen/Treffen der verschiedenen Interessengruppen wie CW, AGAF, DX, Con-
teste u.v.m.

Wer sich in diesem Jahr sowohl für Messtechnik als auch für fluide Endstufen-



Tom, W1TP, und Franz von enigmamuseum.com waren auch in diesem Jahr kompetente Ansprechpartner zum Thema Enigma-Verschlüsselungsmaschine.

kühlung interessierte, stand vor dem Dilemma, dass beide Vorträge zeitgleich sowie in zu kleinen Räumen liefen. Der Andrang war wie beschrieben bei der Präsentation von Ben Bieske, DL5ANT, zum Thema „Messen mit dem Nano-VNA“ so groß, dass viele Interessierte nicht bis in den Vortragsraum vordrangen. Auch die Vorträge von DK6ET über Endstufenkühlung und von Martin Steyer, DK7ZB, über Schleifenantennen waren in einem der beiden großen Säle der Halle A2 besser aufgehoben gewesen. Insgesamt hat sich die Reise zur Ham Radio 2025 wieder gelohnt und wer wollte, war an allen Tagen pausenlos beschäftigt.



Wann Acom seine neue elektronische Morsetaste auf den Markt bringt, steht noch nicht fest.



Handtasten aus Finnland vom KBX-CW-Team

Daneben gab es ausreichend Gelegenheit, sich in aller Ruhe mit Hobbyfreunden auszutauschen – auch abends an der Uferpromenade bei bestem Wetter. Die 49. Amateurfunkmesse Ham Radio und das 75. Bodenseetreffen der Funkamateure finden von Freitag, den 27.6., bis Sonntag, den 29.6.2026, in den Hallen der Messe Friedrichshafen statt.

Abschließend herzlichen Dank für die Unterstützung bei der Erstellung dieses Beitrags an Heiko Benkenstein, DC2HB, Hans-Gerhard Maiwald, DK3JB, Rudi Klos, DK7PE, Jochen Berns, DL1YBL, Wolf-Dieter Roth, DL2MCD, und insbesondere Peter John, DL7YS.

Morse Maven: Eine App erleichtert das CW-Lernen

THOMAS GRÄVE – DJ2TG

Mit Morse Maven steht eine Lern-Applikation für iOS- und Android-Geräte zur Verfügung, die bewährte Lehrmethoden mit moderner Technologie verbindet und Einsteiger von den ersten Punkten und Strichen bis hin zu flüssigen CW-Gesprächen begleitet. Entwickelt wurde sie vom britischen Funkamateurl Dav Walters, M0WDV.

Die Idee für *Morse Maven* entstand aus den Lernerfahrungen des Entwicklers, die vielen vertraut vorkommen dürften. Dav beschreibt, wie er bei seinem eigenen Morse-Training feststellte, dass etliche verfügbare Apps funktional, aber nicht besonders effektiv waren. „Wie viele andere suchte ich in den App-Stores nach verschiedenen Morse-Trainern. Es zeigte sich ein gemischtes Bild – manche waren gut, manche weniger. Ich begann mit einer App, die Morsetöne abspielte, und tippte fleißig, was ich hörte. So kam ich anfangs gut voran – bis ich merkte, dass ich die Zeichen gar nicht wirklich aufnahm. Mein Gehirn hatte die Laute einfach direkt meinen Fingern auf der Tastatur zugeordnet. Ich brachte meinen Fingern das Tippen bei und nicht meinen Ohren das Hören.“

Diese Erkenntnis war maßgebend für die Entwicklung von *Morse Maven*. Der zentrale Gedanke: Morsen lernen ist vergleichbar mit dem Erlernen einer Sprache. Entscheidend ist, die Zeichen am Klangbild zu erkennen und nicht als einzeln decodierte Punkt-Strich-Folgen.

■ Hohe Zeichengeschwindigkeit – große Wirkung

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Zeichengeschwindigkeit. Noch vor einigen

Jahren begann man mit geringen Geschwindigkeiten – ein Ansatz, der dazu verleitet, Punkte und Striche zu zählen. Moderne Trainingsmethoden, wie die der *CW Academy* (CWops) [1], verfolgen jedoch einen anderen Weg. Die Zeichen werden von Anfang an mit hoher Geschwindigkeit (z.B. 25 WpM, Wörter pro Minute) gegeben, wobei längere Pausen für das Verstehen sorgen. Auch *Morse Maven* nutzt diese sogenannte Farnsworth-Methode – das Gehirn kann die Klänge so besser erfassen.

■ Lernstufen

Der Bereich *Lernen & Verbessern* der App gliedert sich in drei Stufen:

- **Anfänger:** Die Grundzeichen (Buchstaben, Ziffern und Satzzeichen) werden nach der bewährten Koch-Methode vermittelt, Bild 1. Man beginnt mit zwei Zeichen und steigert sich stufenweise. Entscheidend ist, es muss nicht getippt werden. Der Lernende hört zu und gibt lediglich Rückmeldung bei Unklarheiten – die App analysiert individuelle Schwächen und passt das Training an.
- **Mittelstufe:** In dieser Phase geht es um ganze Wörter, Rufzeichen und zufällige Zeichenfolgen. Die Zeichenkenntnis wird auf Alltags-CW-Inhalte übertragen.

Bild 1:
Anfängerbereich der Lern-App Morse Maven
Screenshots: DJ2TG



Bild 2:
Bereich für Fortgeschrittene mit der Simulation einer CW-Funkverbindung



– **Fortgeschrittene:** Wer Zeichen bereits sicher erkennt, kann mit simulierten Funkverbindungen, siehe Bild 2, Nachrichten-Bulletins oder sogar CW-Hörbüchern weitertrainieren. Dies ist auch im Hintergrundmodus möglich, um höhere Geschwindigkeiten zu erreichen.

■ Technisches

Morse Maven ermöglicht die individuelle Einstellung der Zeichen- und der Farnsworth-Geschwindigkeit von 5 WpM bis 60 WpM sowie der Tonfrequenz von 400 Hz bis 800 Hz. Die Ausgabe der Morsezeichen kann per Ton oder Blinklicht erfolgen. Empfangene Ton- oder Lichtsignale lassen sich über das Mikrofon bzw. die Kamera automatisch decodieren. Zusätzlich enthält die App eine komplette Referenzliste internationaler Morsezeichen.

Ein großer Vorteil ist, dass die App vollständig offline funktioniert. Nach der Installation ist keine Internetverbindung mehr nötig – ideal für unterwegs oder Gebiete ohne Netzabdeckung.

■ Systemvoraussetzungen und Kosten

Die App läuft auf Smartphones und Tablets unter Android ab Version 7.0 sowie unter iOS ab Version 15.6 und ist somit mit den meisten aktuellen Geräten kompatibel. Sie kann je nach Betriebssystem von Google Play oder aus dem App Store heruntergeladen werden und lässt sich nach der Installation drei Stunden lang kostenlos testen. Anschließend ist ein einmaliger Kaufpreis von 5,99 € erforderlich.

■ Fazit

Morse Maven ist eine durchdacht entwickelte App, die bewährte Prinzipien wie die Koch- und die Farnsworth-Methode erfolgreich in die digitale Welt überträgt. Der Ansatz, das Gehör statt die Finger zu trainieren, unterscheidet sie von vielen anderen Morseprogrammen. Mit regelmäßigem Üben können Anfänger bereits innerhalb von ein bis zwei Monaten alle Morsezeichen sicher erkennen und so einen soliden Grundstein legen. Der Ausbau von Geschwindigkeit und Routine erfordert selbstverständlich weitere Praxis. Dav arbeitet kontinuierlich an Verbesserungen und plant bereits weitere Funktionen. Informationen dazu finden sich auf seiner Website [2]. *dj2tg@darc.de*

Literatur

- [1] The CW Operators Club: CW Academy. <https://cwops.org/cw-academy>
- [2] Dragon Technology Ltd: <https://morsemaven.com>

Icom IC-7760 – neuer KW/50-MHz-Transceiver (2)

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Während sich der erste Teil des Erfahrungsberichts dem konzeptionellen Aufbau und den Ausstattungsmerkmalen widmete, sollen nun weitere Eigenschaften des neuen Transceivers beleuchtet und um Hinweise zu einzelnen Sendarten ergänzt werden.

■ PC-Bildschirm

Es bestehen zwei Optionen, um grafische Darstellungen auf einem PC-Bildschirm zu ermöglichen. Über den DVI-D-Anschluss an der Rückseite der HF-Einheit lässt sich der Inhalt des Hauptdisplays übertragen. Das Menü *SET* → *Display* → *External Display* erlaubt hierfür Auflösungen von 800 × 480 px oder 800 × 600 px.

Eine detailreichere Darstellung und eine flexible Steuerung lassen sich mithilfe des Programms HSDR (www.hdsdr.de) erzielen, Bild 16. Dieses ist zunächst auf dem PC zu installieren, anschließend ist von der Icom-Website der Treiber *Ic7760_usb_iq_ver100* herunterzuladen [5] und

den eingebauten Lautsprechern mit einer Latenz behaftet ist.

Die Option *TX Support* ist im HSDR-Menu *Options* aktivierbar. Das vorgenannte USB-I/Q-Treiberpaket ist auch erforderlich, um die externen Programme *CW Skimmer* und *NIMM Logger+* zu nutzen.

■ Digitale Sendarten

Zwei digitale Sendarten sind auch ohne Zuhilfenahme eines Computers möglich: Der IC-7760 verfügt über eingebaute Decoder bzw. Encoder für PSK und RTTY, Bild 17. Mittels einer USB-Tastatur lassen sich Texte eingeben bzw. die TX-Speicher beschreiben. Die Bildschirman-

über den Taster *MENU* der Punkt *DECODE* vorgewählt ist. Ein Doppelpeak-Filter hilft bei der Abstimmung von RTTY-Signalen.

Um eine externe USB-Tastatur einsetzen zu können, ist diese unter *MENU* → *SET* → *Connectors* → *EXTERNAL KEYPAD* für die gewünschte(n) Sendart(en) zu aktivieren. Zudem ist das Tastatur-Layout *German* zu wählen, dies erfolgt unter *MENU* → *SET* → *Connectors* → *Keyboard/Mouse*.

Eine hilfreiche Funktion unterstützt bei CW- und RTTY-Contesten: Jedes Mal, wenn der vorprogrammierte Speicherinhalt gesendet wird, zählt die Seriennummer, beginnend bei 001, automatisch aufwärts.

FT8

FT8 erfordert einen PC. Bevor der Transceiver mit diesem verbunden wird, ist der Treiber zu installieren, der für Windows 10/11 spezifiziert ist [5]. Erst anschließend darf der USB-B-Anschluss an der Rückseite des Bedienteils mit dem PC verbunden werden. Zu verwenden ist also nicht die USB-3-Verbindung des HF-Teils; diese ist vorrangig für den Einsatz von HSDR vorgesehen. Die dazugehörigen Einträge im Gerätemanager veranschaulichen Bilder 18 und 19.

Das Menü *FT8 PRESET* enthält alle notwendigen Einstellungen des Transceivers; bei Verwendung anderer Sendarten ist wieder das Preset *Normal* anzutippen. Bis zu drei weitere Speicher können belegt werden, z. B. mit Einstellungen für SSTV oder künftige neue digitale Modi.

Bekanntlich bedürfen die FT-Modi einer exakten Zeiteinstellung, um eine Decodierung innerhalb der festgelegten Zeitfenster zu gewährleisten. Für den PC bestehen mehrere Möglichkeiten, dies per Software sicherzustellen [6]. Mithilfe einer LAN-Anbindung verfügt auch der IC-7760 über eine zeitgemäße Unterstützung, um Datum und Zeit per NTP abzugleichen, Bild 20.

■ CW-Betrieb

Ein multifunktionaler elektronischer Keyer ist eingebaut, selbstverständlich wer-



Bild 16: HSDR unterstützt auch das Senden.

Screenshots: DJ6JZ

die passende Version (32 Bit oder 64 Bit) ebenfalls zu installieren. Nachdem ein geeignetes USB-Kabel angeschlossen ist, lässt sich der Transceiver über den Button *SDR-Device* auswählen. Zu beachten ist, dass sowohl der PC-Anschluss als auch das Kabel der USB-3-Norm entsprechen, ein USB-2-Kabel reicht nicht aus. Das Kabel stellt über den USB-Anschluss der HF-Einheit I/Q-Signale für die digitale Verarbeitung auf einem PC zur Verfügung, was Steuerbefehle und Audio beinhaltet. Allerdings sollte entweder der Lautstärkesteller am Bedienteil oder die entsprechende Software-Einstellung auf null stehen, da die PC-Wiedergabe gegenüber

zeige erfolgt jeweils über das *MENU1*, Vorgaben vom Loggen finden sich unter *MENU2*. Voraussetzung für die Anzeige der betreffenden modusspezifischen, antippbaren Menüs ist, dass die Sendart RTTY bzw. PSK ausgewählt wurde und

Bild 17:
Eingebauter PSK-
Decoder im Einsatz



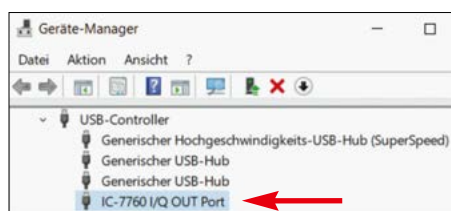


Bild 18: Der hervorgehobene Port dient der Verbindung zur PC-Software HSDR, ...

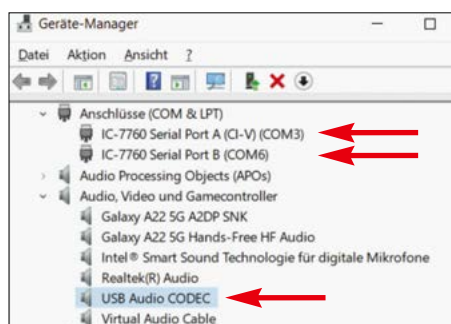


Bild 19: ... während USB Audio CODEC die empfangs- und sendeseitigen Audioverbindungen herstellt, IC-7760 Serial Port A für CAT-Verbindungen zuständig ist und Port B für PTT.

den Voll-BK und Semi-BK unterstützt. Der CW-Mithörton ist in 5-Hz-Schritten von 300 Hz bis 900 Hz einstellbar. Es gibt eine Auto-Repeat-Funktion, die Ausgabe von normalen oder verkürzten Ziffern ist möglich. Bis zu jeweils 70 Zeichen lassen sich in acht Speichern ablegen und bei Bedarf aufsteigende Contestnummern generieren. Die Einstellungen können per Touchscreen oder über eine externe USB-Tastatur erfolgen, CW-Betrieb über die Tastatur ist jedoch nicht vorgesehen. Im Full-BK-Modus sind die Relais-Umschaltklicks bei ruhiger Umgebung noch leise hörbar.

Wie auch die Vorgängermodelle verfügt der IC-7760 über eine CW-Automatikabstimmung (*AUTO TUNE*) sowie ein Audio-Peak-Filter (APF) mit einstellbarer Filterform, Bandbreite und NF-Pegel, Bild 21. Über *MENU* → *Set* → *CW-Key Set* stehen folgende Parameter zur Verfügung: *Side Tone Level* (Standard: 50 %), *Side Tone Level Limit* (Standard: On), *Keyer Repeat Time* (Standard: 2 s), *Dot/Dash Ratio* (Standard: 1:1:3.0), *Rise Time* (Standard: 4 ms), *Paddle Polarity* (Standard: Normal), *Key Type* (Standard: Paddle) und *MIC Up/Down Keyer* (Standard: Off).

Die externe Software *CW Skimmer* lässt sich im 24-kHz-Schmalbandmodus in Verbindung mit dem IC-7760 nutzen. Eine deutschsprachige Anleitung findet sich unter [7]. Die I/Q-Ausgabedaten von HSDR gelangen über die Software *VB-Audio Hi-Fi Cable* [8] zum Eingang von *CW Skimmer* [9]. Dieses Programm nutzt *Omni-Rig* [10], um eine Verbindung zu

com0com [11] herzustellen und steuert die HSDR-Abstimmungsfrequenz über den virtuellen seriellen Port von *com0com*.

■ Besonderheiten

Den IC-7760 zeichnet eine Neuerung aus: die *DIGI-Select*-Funktion, die erstmals mit den beiden Vorverstärkern kombinierbar ist. Hierfür lässt sich der Zugriffspunkt des digitalen Preselektors im Signalweg festlegen. Eine Positionierung direkt am Antenneneingang, vor den Bandpassfiltern und dem A/D-Umsetzer, verhindert einen zu hohen Eingangspegel, der sich als *Overflow* (OVF) bemerkbar macht.

Eine maximale Verstärkung hingegen lässt sich durch den Signalweg Bandpassfilter – Vorverstärker – DIGI-SEL – A/D-Umsetzer erzielen. Icoms Website [12] nennt drei unterschiedliche Zielsetzungen:

1. Maximale Empfindlichkeit: DIGI-SEL aus, Preamp ein,
2. Maximaler intermodulationsfreier Bereich (IMD): DIGI-SEL ein, Preamp aus
3. Übersteuerungssichere maximale Empfindlichkeit: DIGI-SEL ein, Preamp ein

Diese Einstellungen wurden im abendlichen 40-m-Band nachvollzogen, das aufgrund der oberhalb von 7,2 MHz tätigen Rundfunksender hohe Summenspannungen aufweist. Als Antenne diente ein Fünfband-Kelemen-Dipol. Im ersten Testvergleich kam der Vorverstärker 2 (20 dB) zum Einsatz, um den Eingang bewusst in Bedrängnis zu bringen. Erwartungsgemäß wurde das Nutzsignal durch ein Gebrodel an Signalen beeinträchtigt, die Anzeige *OVF* zeigte durchgehend eine Überlastung des Analog/Digital-Umsetzers an, Bild 22. Hier war auch der digitale Preselektor machtlos. Eine Reduzierung der Vorverstärkung (*PAMP 1*, 12 dB) führte immer noch zu einem Flackern der Überlastanzeige, doch in dieser Konstellation konnte das Hinzufügen von *DIGI-SEL* den Eingang tatsächlich im linearen Bereich halten, Bild 23.

Dies ist ein überzeugendes Ergebnis, denn wer käme überhaupt auf den Gedanken, im 40-m-Band abends einen Vorverstärker einzusetzen? Sollte eine Abschwächung des Pegels nötig sein, ist der von 3 dB bis 45 dB in 3-dB-Schritten einstellbare Eingangsabschwächer zuzuschalten.

Erwähnenswert ist zudem die *Noise Reduction* (NR). Diese Funktion erfordert meist ein genaues Abwägen zwischen Rauschreduzierung und der Zunahme unerwünschter digitaler Artefakte. Testkandidat war ein Rundfunksender auf 17 865 kHz, der recht schwach in einer Rauschglocke vernehmbar war. Dessen Verständ-

lichkeit ließ sich erheblich steigern. Als optimal empfand ich den Wert 10 innerhalb des bis 15 reichenden Regelbereichs. Ein höherer Wert erbrachte keine Verbesserung, jedoch auch keine störenden Artefakte. Auch bei weiteren Einsätzen erwies sich dies als praxisgerechte Einstellung. Die Bedienung ist Icom-typisch intuitiv: Ein Druck auf einen Taster schaltet die Funktion ein oder aus, ein verlängerter Druck öffnet ein Level-Menü im Hauptdisplay, welches über den Multifunktionssteller den Wirkungsgrad bestimmt. Auch wenn das HF-Teil außerhalb des Shacks positioniert werden kann, ist das Lüftergeräusch von Interesse. Der Lüfter springt bei einer Umgebungstemperatur von 24 °C nach etwa 20 min im Empfangsbetrieb zeitweise an. Das Geräusch ist tieffrequent und deutlich weniger störend als bei schnell drehenden kleinen Lüftern. Auch bei einer 3 min langen Dauerausendung und einer Sendeleistung von 200 W bleibt das Geräusch in einem angenehmen Lautstärkebereich. Der Transceiver erlaubt eine sehr feinfühligkeit Einstellung der Sendeleistung in 1-W-Schritten.

■ Speicher und Scans

Neben den bereits erwähnten modusspezifischen Speichern für CW, PSK und RTTY sind standardmäßig fünf Schnellspeicher über den Taster *MPAD* verfügbar, deren Anzahl per Menüeintrag auf zehn erhöht werden kann. Darüber hinaus stehen 99 Speicherkanäle über *MENU* → *MEMORY* zur Verfügung. Diese Kanäle sind über eine Scan-Funktion nacheinander aufrufbar, alternativ lassen sich für

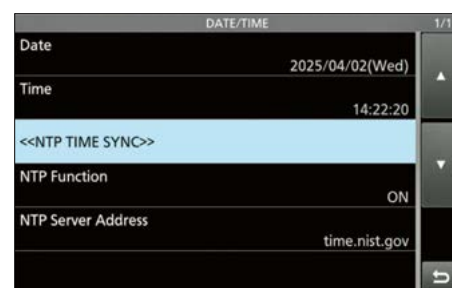


Bild 20: Datum und Uhrzeit lassen sich über den LAN-Anschluss abgleichen.



Bild 21: Das CW-Menü erlaubt den schnellen Zugang im laufenden Betrieb.

Suchen innerhalb eines Frequenzbereichs zwei Eckfrequenzen oder ein Bereich um eine Mittenfrequenz herum bestimmen, Bild 25.
In einem SSB-Contest oder beim DX-Betrieb können Sprachspeicher eine stim-

Portweiterleitung mit einer globalen statischen IPv4-Adresse oder dynamischem DNS (DDNS) erforderlich.
Die Fernsteuersoftware RS-BA1 Version 2 ermöglicht die Fernbedienung des IC-7760 von einem beliebigen Ort der Welt. Die

Software RS-BA1 Version 2. Win4Icom von Tom Blahovici, VA2FSQ, ist mit der Version 1.516 ebenfalls IC-7760-kompatibel, die Kompatibilitätsliste unter [13] gibt Aufschluss über unterstützte Transceiver. Unter macOS ist SDR-Control von Marcus Roskosch, DL8MRE, verfügbar [14].



menschonende Unterstützung bieten. Es stehen acht Speicher mit je 90 s Aufzeichnungskapazität zur Verfügung, Bild 24.

Zubehör

Der per USB anschließbare optionale Remote-Encoder RC-28 funktioniert als externer Abstimmknopf für den Subband-VFO. Weist man den Tasten F1 und F2 am RC-28 die Umschaltfunktion zwischen Haupt- und Subband zu, lässt sich dieser als Abstimmknopf für beide Bänder nutzen.

Der RC-7760 ist ein optionales Steuergerät für den IC-7760, welches mit der neuen Firmware 1.10 (seit 25.2.2025) Fernsteuerungsfunktionen bietet. Bis zu fünf davon können an einem IC-7760 registriert werden, dabei kann jedoch nur eines die Steuerung übernehmen. Für eine drahtlose Verbindung sind handelsübliche Wi-Fi-Access-Points an den LAN-Buchsen anzuschließen. Hierbei sind stabile Geschwindigkeiten von mindestens 10 MBit/s von der HF-Einheit zum Controller und mindestens 5 MBit/s vom RC-7760 zur HF-Einheit Voraussetzung. Für den Internetzugang ist eine VPN-Verbindung oder



Bild 24: Acht Sprachspeicher sind verfügbar. Der hier ausgewählte Contest-Speicher zeigt eine noch 6 s dauernde Aussendung an.

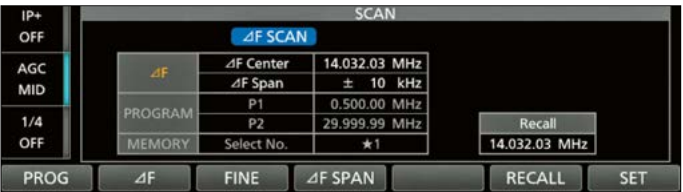


Bild 23: Trotz einer Vorverstärkung von 12 dB hielt der digitale Preselektor den Empfang im linearen Bereich.

Dualwatch-Funktion und das Dual-Spektrumskop mit Wasserfallfunktion sind vom steuernden PC aus nutzbar. Dank des Ethernet-Anschlusses ist kein weiterer PC am Remote-Standort erforderlich.

LAN & WLAN

Ein Merkmal moderner Transceiver ist die Update-Fähigkeit für die verwendete Firmware. Aktualisierungen können beim IC-7760 über eine SD-Karte oder über einen der beiden USB-A-Anschlüsse erfolgen. Beim verwendeten Testgerät wurde ein Update der installierten Version 1.01 auf die seit Februar 2025 verfügbare Version 1.1 durchgeführt, da hierüber auch eine WLAN-Unterstützung beworben wurde. Ein Blick in die Update-Anleitung verrät jedoch, dass weder die HF-Einheit noch das Bedienteil über Wireless-LAN-Fähigkeiten verfügen. Zusätzliche WLAN-Konverter oder ein drahtloser LAN-Access-Point sind mit den LAN-Anschlüssen zu verbinden. Dies war in der Kürze der Zeit nicht realisierbar, sodass diese Funktion nicht getestet werden konnte. Eine vollumfängliche Steuerung per PC unter Beibehaltung einer Icom-nahen Bedienoberfläche bietet die optionale Icom-

Bild 22: Ein bewusst überlasteter Empfänger (siehe Markierung) mit 20 dB Vorverstärkung



Fazit

Die Funktionen können überzeugen, die Trennung zwischen der voluminösen HF-Einheit und einem kompakten Bedienteil ist praxisgerecht, während sich das Be-

dienkonzept auch weiterhin an seit Jahren bewährten Vorgehensweisen orientiert. Spitzentransceiver sind erwartungsgemäß im oberen Preissegment angesiedelt. Gleichwohl ist es Icom gelungen, den „Neuen“ vergleichsweise preisgünstig zu positionieren: Wurden für den IC-7800 im Jahr 2004 knapp 9300 € aufgerufen, für den auf einen Empfänger reduzierten IC-7700 vier Jahre später noch 6000 €, ist der IC-7760 nun mit einem UVP-Preis-schild von knapp 6700 € versehen. Wir danken Icom für die vorübergehende Überlassung des Testgerätes mit der Seriennummer 13 001 121.

wpassmann@web.de

Literatur und Bezugsquellen

[5] Icom: Download Firmware & Treiber: www.icom-japan.com/support/firmware_driver
[6] Paßmann, W., DJ6JZ: Synchronisation der PC-Uhr für Digimode-Programme. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 2, S. 110–112
[7] Icom: EXTIO-Bedienungsanleitung: www.icom-europe.com/wp-content/uploads/2025/03/IC-7760_GER_IM_ExtIO_HDSR_Bedienungsanleitung_Web.pdf
[8] VB-Audio Hi-Fi Cable: <https://vb-audio.com/Cable/VirtualCables.htm>
[9] Shovkoplyas, A., VE3NEA: CW Skimmer. www.dxatlas.com/CwSkimmer
[10] Shovkoplyas, A., VE3NEA: Omni-Rig. www.dxatlas.com/OmniRig
[11] Null-modem emulator (com0com): <https://com0com.sourceforge.net>
[12] Icom: Gerätespezifikation. www.icomeurope.com/produkt/ic-7760
[13] Blahovici, T., VA2FSQ: Win4Icom. <https://icom.va2fsq.com>
[14] Marcus Roskosch: SDR-Control. <https://ham-radio-apps.com/sdr-control-for-icom>

Neues, preiswertes SDR-Konzept von Pavel Demin

STEFAN DAMBECK – DC7DS

Die Entwicklung von Eigenbau-SDR-Projekten ist verknüpft mit dem Namen Pavel Demin. Der belgische Tüftler entwickelte den FPGA-Code sowie fertig nutzbare Linux-Images für die Red-Pitaya-Reihe. Nun hat er mit dem PDSDR ein neues Konzept realisiert. Der Beitrag schildert dessen Merkmale und vergleicht mögliche Einsatzbereiche.

Als Software Defined Radios (SDR) bezeichnet man Funkempfänger oder -sender, bei denen die Signalverarbeitung größtenteils durch Software und kaum noch durch elektronische Bauteile erfolgt. Sie bestehen im Wesentlichen aus

Nutzer nach Bedarf zusammenschalten kann. Dies ermöglicht die Realisierung spezieller Hardware-Operationen, wie beispielsweise parallele Multiplikations- und Additionsnetzwerke, die mittels entsprechender Hardware-Beschreibungsspra-

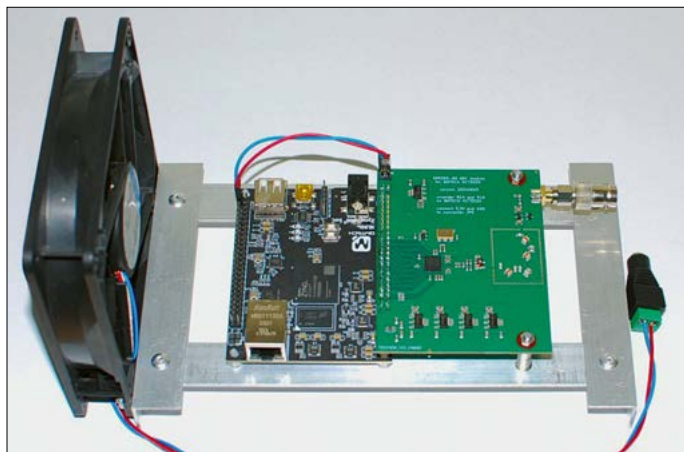


Bild 1:
SDR-Prototyp
auf einem selbst
gebauten Metall-
gerüst samt Lüfter
zur Kühlung

Fotos: Pavel Demin
Screenshots: DC7DS

einem Analog-Digital-Umsetzer (ADU) und einer Software, die digitale Signale weiterverarbeitet. Nachdem das SDR-Konzept auch im Amateurfunk Einzug gehalten hat, findet sich heutzutage von einfachen Ausführungen mit 8-Bit-A/D-Umsetzer auf Basis der RTL-Sticks bis hin zu High-End-SDR-Sendeempfängern wohl für jeden Anwendungsfall das passende Modell.

Eine besondere Rolle spielt die Linie der *Red-Pitaya-SDRs*, die seit mehr als zehn Jahren am Markt verfügbar sind, und mit den Modellen 125-14 (14-Bit-ADU) und *SDRlab 122.88-16* (16-Bit-ADU) erstmals die Möglichkeit boten, mit verhältnismäßig geringem Aufwand einen hochwertigen SDR-Empfänger bzw. mit entsprechenden Ergänzungen auch SDR-Transceiver aufzubauen.

Moderne SDR-Systeme, die auf Red Pitaya basieren, enthalten oft FPGA-Bausteine zur effizienten Verarbeitung der digitalisierten Signaldatenströme in Echtzeit. Ein FPGA (*Field-Programmable Gate Array*) ist ein flexibel programmierbarer integrierter Schaltkreis, der aus vielen logischen Bausteinen besteht, die der

chen wie VHDL oder Verilog entwickelt werden.

Eine bedeutende Rolle bei der Nutzarmachung der Red-Pitaya-SDRs für Funkamateure spielte die Arbeit des Entwicklers Pavel Demin aus Belgien, der insbesondere den FPGA-Code sowie fertige Linux-Images für diverse Modelle der Red-Pitaya-Reihe entwickelte. So ermöglichte Demin deren Betrieb als autarken SDR-Transceiver oder FT8- bzw. WSPR-Skimmer.

■ Günstige Alternative zu Red Pitaya

Pavel Demin verkündete Anfang Mai 2024 in der Google-Gruppe *RBN-OPS* (Austausch von Node-Operators im Reverse Beacon Network), dass er an einem Konzept für einen neuen Low-Cost-SDR-Empfänger arbeiten würde, der für unter 200 € erhältlich sein und ähnlich wie der Red Pitaya mehrere gleichzeitig verfügbare und definierbare Empfangsfrequenzbereiche (*Slices*) aus dem Frequenzspektrum bieten sollte [1].

Der Zugriff auf seinen SDR erfolgt dabei über das *Hermes-Protokoll* [2], das von

zahlreichen Amateurfunk-SDR-Anwendungen wie z.B. *SDR++*, *Thetis*, *Spark-SDR*, *CW Skimmer* oder auch *Open-WebRX* unterstützt wird.

Die Besonderheit an Demins SDR-Konzept (nachfolgend als PDSDR bezeichnet) liegt in der Flexibilität und vielseitigen Nutzbarkeit der bereitgestellten Plattform: Während SDR-Empfänger wie *RTL-SDR*, *SDRplay* oder *Airspy* meist nur einen Frequenzbereich in einer wählbaren Bandbreite bzw. Sample-Rate bereitstellen (z.B. maximal 2,4 MHz in einem frei wählbaren Frequenzbereich bei *RTL-SDR*), bieten die Red Pitayas und auch der PDSDR 8 bzw. 16 frei definierbare Slices mit jeweils einer Samplerate von 48 kHz, 96 kHz, 192 kHz oder 384 kHz.

Insbesondere für Anwendungsfälle, in denen mehrere KW-Amateurfunkbänder gleichzeitig verfügbar sein sollen (z.B. Multiband-CW bzw. Digimode-Skimmer oder Multiband-WebSDR), spielt dieses Konzept seine Stärken aus und stellt mit nur einem SDR-Gerät vielseitige Empfangsmöglichkeiten zur Verfügung. Hier reicht ein SDR-Empfänger ohne Sendefunktion aus, was somit im Vergleich zu den Red-Pitaya-Modellen einen schlankeren und preisgünstigeren Aufbau ermöglicht.

■ PDSDR – Aufbau

Der relativ hohe Preis der Platine des Red-Pitaya-SDRlab 122-16 und die Verfügbarkeit deutlich preiswerterer FPGA-Boards

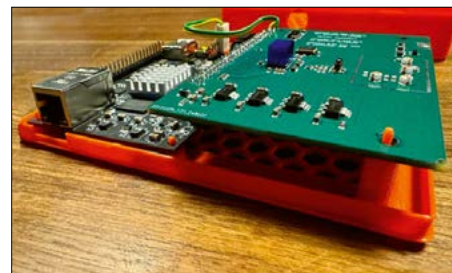


Bild 2: Im 3D-Druckverfahren nach [6] gefertigtes Gehäuseunterteil mit eingesetzten Leiterplatten ...



Bild 3: ... und PDSDR mit aufgesetzter Gehäuseoberschale

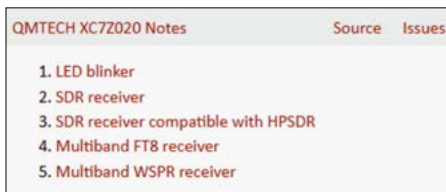


Bild 4: Funktionen des PDSDR; die Bedienung erfolgt über ein Webinterface.

chinesischer Hersteller wie QMTECH [3], die das *Xilinx-ZYNQ-xc7z020-FPGA* verwenden, motivierten Pavel Demin, eine kostengünstige Alternative zu entwickeln, die ähnliche Funktionen für reine Empfangsanwendungen zu einem niedrigeren Preis bietet.

Die Konvertierung des HF-Eingangssignals in einen Bitdatenstrom erledigt in Demins Konzept ein neu entwickeltes ADU-Board, welches den leistungsstarken 14-Bit A/D-Umsetzer AD9255-80 verwendet. Die Sample-Rate liegt bei 77,76 MHz. Das ADU-Board enthält HF-Schutzdioden zur Absicherung des Eingangs sowie ein eigens entwickeltes 30-MHz-Tiefpassfilter, das sich durch mittlerweile verfügbare Modifikationen [4] auch für das 50-MHz-Band anpassen lässt. Das ADU-Board wird im aktuellen Konzept über lötbare Steckerleisten mit dem FPGA-Board verbunden. Der Aufbau ist in Bild 1 ersichtlich.

Dem FPGA-Board liegt ein Steckernetzgerät 5 V/4 A bei, das sich im Test als ausreichend erwies. Für den mechanisch stabilen und sicheren Betrieb empfiehlt sich die Unterbringung des PDSDR in einem Gehäuse. Simon Ravnič, S53ZO, hat dazu ein im 3D-Druckverfahren herstellbares Modell [5] entworfen, das auch die Befestigung eines Lüfters über dem FPGA-Chip vorsieht, Bilder 2 und 3. Weitere Details sind auf [6] verfügbar.

■ Inbetriebnahme und Funktionen

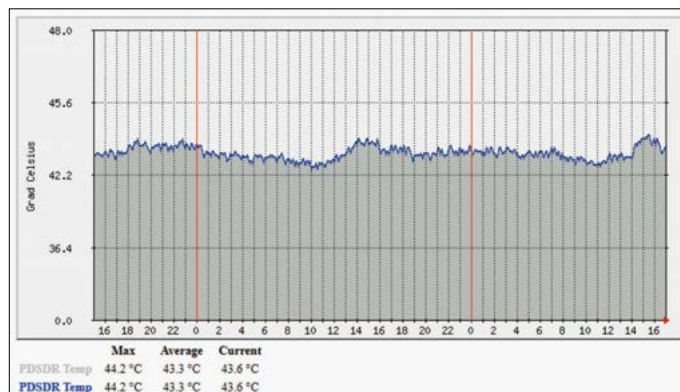
Nach dem Herstellen der Verbindung mit Netzwerk (1 GBit/s Ethernet), Antenne (SMA-Anschluss) und Netzteil startet das Gerät automatisch und bezieht vom DHCP-Server eine IP-Adresse. Nach deren Aufruf in einem Internetbrowser erscheint ein einfaches Menü der verfügbaren Applikationen des PDSDR, Bild 4. Hier eine kurze Erläuterung der einzelnen Anwendungen:

1. *LED blinker* – Testanwendung, die eine LED auf dem FPGA-Board zyklisch blinken lässt
2. *SDR-Receiver* – Einfacher SDR-Empfänger mit Nutzung des ExtIO-SMEM-Interfaces in SDR-Applikationen; ExtIO ist ein Plugin-Standard zur Nut-

zung verschiedener SDRs in Applikationen wie SDR-Console.

3. *SDR-Receiver compatible with HPSDR* – leistungsstarker Multi-Slice SDR-Empfänger mit bis zu 16 Slices zu je 384 kHz unter Nutzung des Hermes-Protokolls
4. *Multiband-FT8-Receiver* – autarker FT8-Decoder mit bis zu 16 FT8-Decode-Slices auf definierbaren Frequenzen; die Decodierung erfolgt lokal auf dem PDSDR über die integrierte ARM-CPU. Spots werden zyklisch über das Internet zu <https://pskreporter.info> hochgeladen.
5. *Multiband WSPR Receiver* – autarker WSPR-Decoder mit bis zu 16 WSPR-Decode-Slices auf definierbaren Frequenzen; die Decodierung erfolgt lokal auf dem PDSDR über die integrierte ARM-CPU. Spots werden zyklisch zu www.wspnnet.org hochgeladen.

Bild 5: Grafische Darstellung der PDSDR-Temperatur während der letzten 48 h via MRTG



In den Anwendungsfällen 4. und 5. unterstützt der PDSDR die Nutzung des 1-PPS-Ausgangssignals eines GPS-Frequenznormals zur Stabilisierung der Arbeitsfrequenz.

Der PDSDR bietet außerdem die Überwachung der FPGA-Temperatur über einen eigenen HTTP-Endpoint. Diese Option lässt sich verwenden, um die Temperatur über das Netzwerk abzufragen und z.B. eine grafische Überwachung zu implementieren, Bild 5.

Die weitere Betrachtung fokussiert sich auf den Betriebsmodus als HPSDR-kompatibler Empfänger. Der PDSDR liefert 16 Slices mit jeweils maximal 384 kHz Bandbreite, wobei die Bandbreite in den bereits oben genannten Schritten wählbar ist. Wie beim Red Pitaya 122.88-16 erfolgt die Bereitstellung über zwei virtuelle Hermes-Empfänger, die jeder eine eigene IP-Adresse via DHCP beziehen und die je Empfänger acht Slices bieten.

Obwohl Demin in seinem SDR-Konzept einen 14-Bit A/D-Umsetzer einsetzt, erreicht dieser nach seinen Angaben eine nahezu identische Empfindlichkeit wie

der Red Pitaya 122.88-16, was in ersten Vergleichstests auch mit entsprechenden Empfangsberichten belegt werden konnte, Bild 6.

■ Optimierung und Vergleich mit anderen SDRs

Weitere Vergleiche des PDSDR mit aktuellen SDRs (z.B. *Hermes Lite 2*, *Airspy HF+*) mithilfe der Auswertung von diversen decodierbaren Aussendungen in den Sendarten FT8, FT4 und WSPR zeigten, dass die Empfindlichkeit noch etwas verbesserungsbedürftig war. Im Gegensatz zum *Hermes Lite 2* oder *Airspy HF+* verfügt der PDSDR nicht über ein aktives HF-Frontend. Dies lässt sich aber mittels Einsatzes eines rauscharmen und möglichst regelbaren Breitband-Vorverstärkers leicht ausgleichen.

Bei Tests mit einem AD8367-basierten Verstärkermodul ließen sich Empfangs-

ergebnisse erzielen, die auf dem Niveau des *Hermes Lite 2* lagen. Weitere Vergleiche mit dem *Airspy HF+* ergaben eine leicht verbesserte Empfindlichkeit (etwa 3 % bis 4 % mehr Spots), die sich wohl durch das Design und die Verwendung eines 16 Bit A/D-Umsetzers im *Airspy HF+* begründen lassen. Dies war allerdings wenig überraschend, da ein Multiband/Multislice-SDR meist nicht ganz die Empfangsergebnisse eines Single-Band/Single-Slice-SDR erreichen kann, u. a. weil in diesem schmalere Bandpassfilter und angepasste AGC-Vorverstärker zum Einsatz kommen, was prinzipbedingt Vorteile bietet.

■ Multimode-Skimmer

Ein häufig vorkommender, wenn auch sehr spezieller Einsatzfall für Multislice-SDR ist der als CW- bzw. Multimode-Skimmer (FT8, FT4, JS8, WSPR). Bereits als vor ungefähr 15 Jahren mit dem *QuickSilver QSIR* ein einfacher, erschwinglicher Siebenband-Multislice-SDR auf den Markt kam, wurde dieser in Kombination mit der CW-Skimmer-Software [7] viel-

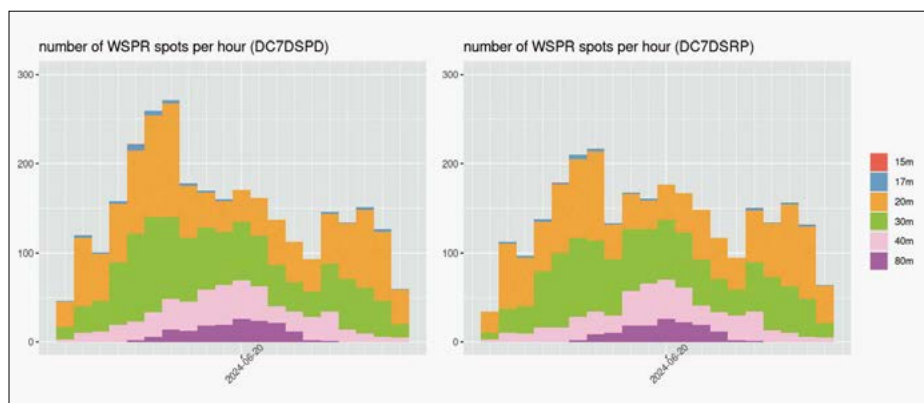


Bild 6: WSPR-Spots im Vergleich, links das neue SDR-Konzept, rechts ein Red Pitaya 122.16

fach als Multiband-CW-Skimmer aufgebaut. Obwohl die Software bereits Ende der 2000er-Jahre entstand, ist sie bis heute de facto der Standard für Multiband-CW-Skimmer.

Eine spannende Entwicklung stellte sich im Jahr 2021 ein, als Alex Ranaldi, W2AXR, seine Software *CWSL_DIGI* [8] vorstellte. Auf Basis einer Hermes-SDR-IQ-Quelle (z.B. QS1R, Red Pitaya bzw. jetzt PDSDR) und deren Zusammenspiel mit der Komponente *CWSL_Tee* sowie einer speziellen Hermes-Interface-DLL ermöglicht *CWSL_DIGI* das Multiplexen der IQ-Daten des CW-Skimmer-Servers. In Verbindung mit den Decoding-Engines von WSJT-X bzw. JS8CALL erhält man die Möglichkeit für eine nahezu grenzenlose Decodierung der gängigen Digimodes über die verfügbaren Slices. Nahezu alle Top-Multimode-Skimmer weltweit nutzen aktuell diese Kombination, wie man auch in der Darstellung der PSK-Reporter-Statistiken [9] erkennen kann.

Der Multimode-Skimmer der Klubstation DL0PF meines Heimat-Ortsverbandes Passau U11 wurde nach Veröffentlichung von *CWSL_DIGI* ebenfalls schnell auf diese flexible Lösung umgebaut und ist seither meist unter den Top Drei der PSK-Reporter-Statistiken zu finden. Eigene

Statistiken des Skimmers an DL0PF sind bei [10] abrufbar. Ein Strukturschaubild ist aus Gründen einer augenfreundlichen Skalierung im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zu finden.

Erste Tests mit dem neuen SDR-Konzept von Pavel Demin an DL0PF verliefen vielversprechend. Für Empfangszwecke stellt er einen vollwertigen Ersatz für einen Red Pitaya SDRlab mit 16 Bit dar und das bei nur einem Bruchteil der Kosten. Mit seinen bis zu 16×384 -kHz-Slices liefert der PDSDR eine mehr als ausreichende Abdeckung aller relevanten Kurzwellenbereiche, bei gleichzeitig guter Empfindlichkeit und Großsignalfestigkeit.

■ Einsatzbereich Multiband-WebSDR

Insbesondere seit der Weiterentwicklung der WebSDR-Software *OpenWebRX* [11] durch Jakob Ketterl, DD5JFK, erfreut sich die Software, nicht zuletzt wegen der vielen Funktionen und der Berücksichtigung zahlreicher SDR-Modelle, einer großen Beliebtheit. Mittlerweile gibt es in *OpenWebRX* auch eine ausgereifte Unterstützung von Hermes-basierten SDR-Empfängern, sodass der PDSDR hier direkt eingebunden werden kann. Ein Testaufbau mit *OpenWebRX* auf einem Rasp-

berry Pi 5 ermöglichte im Zusammenspiel mit dem PDSDR die gleichzeitige Decodierung der FT8- und FT4-Aussendungen auf allen relevanten Kurzwellenbändern. Somit lässt sich über die in *OpenWebRX* integrierte Kartenansicht eine sehr informative Übersicht der aktuellen Empfangssituation anzeigen, Bild 7.

■ Fazit

Ist der PDSDR ein vollwertiger Ersatz für den Red Pitaya? Die Beantwortung dieser Frage hängt stark vom geplanten Einsatzzweck ab. Da der PDSDR keinen D/A-Umsetzer hat, entfallen alle Einsatzszenarios mit Sendefunktion. Im Gegensatz zu den o.g. Red-Pitaya-Varianten bietet der PDSDR auch nur einen HF-Eingang. Es ist somit nicht möglich, die verfügbaren Slices auf zwei Antennen zu verteilen.

Wenn man jedoch mit den vorgenannten Einschränkungen leben kann, erhält man mit dem PDSDR einen sehr leistungsstarken Empfänger, der durch seine flexiblen Einsatzszenarien und ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis glänzen kann. Die nötigen, aber sehr überschaubaren Montagearbeiten fördern den Selbstbaugedanken und geben dem Projekt eine angenehme Verknüpfung von Elektronik, HF-Technik und Softwareanteilen. In der RBN-Community kam das neue Design jedenfalls gut an, was dazu führte, dass Skimmer-Setups nun häufiger mit einem PDSDR anstatt eines Red Pitaya realisiert werden. Anm. d. Red.: Beim Import in die EU ist auf eine korrekte Deklaration zu achten. Nur bei Bausätzen ist kein CE-Kennzeichen erforderlich! **dc7ds@gmx.de**

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Reverse-Beacon-Network-Operators bei Groups. io: <https://groups.io/g/RBN-OPS>
- [2] Hermes Metis Protocol-Specification: https://github.com/TAPR/OpenHPSDR-SVN/raw/master/Metis/Documentation/Metis-%20How%20it%20works_V1.33.pdf
- [3] QMTECH: FPGA-Board. <https://www.aliexpress.com/item/1005005779045608.html>
- [4] Demin, P.: Modifikation des Tiefpassfilters für 50 MHz. https://groups.io/g/RBN-OPS/topic/low_cost_receiver_only/105893833
- [5] Ravič, S., S53ZO: 3D-Gehäuse für PDSDR. https://groups.io/g/RBN-OPS/topic/low_cost_receiver_only/105893833?page=7&dir=desc
- [6] Demin, P.: QMTECH XC7Z020 Notes. <https://pavel-demin.github.io/qmtech-xc7z020-notes>
- [7] Shovkoplyas, A., VE3NEA: CW-Skimmer-Server 1.6. www.dxatlas.com/SkimServer
- [8] Ranaldi, A., W2AXR: *CWSL_DIGI*. https://github.com/alexranaldi/CWSL_DIGI
- [9] PSKReporter: Statistiken. <https://pskreporter.info/cgi-bin/pskstats.pl>
- [10] Statistiken des DL0PF-Multimode-Skimmers: <http://wireless-access.de>
- [11] Ketterl, J., DD5JFK: Projekt-Website *OpenWebRX*. www.openwebrx.de

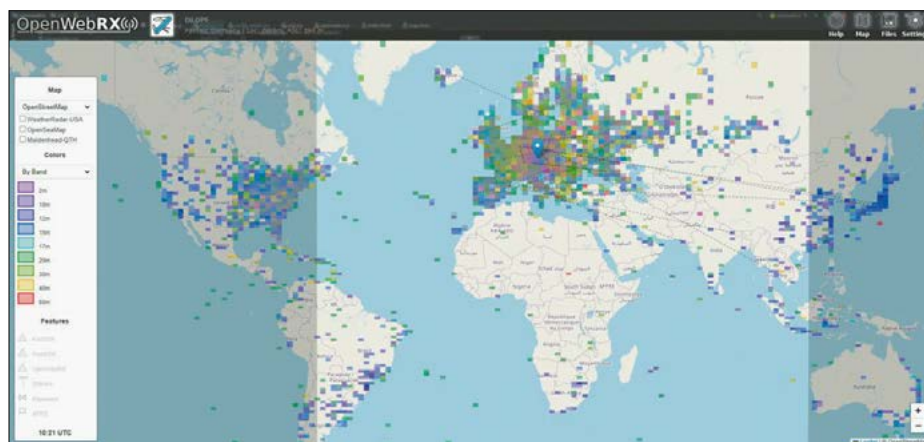


Bild 7: OpenWebRX mit PDSDR als Quelle zeigt Digimode-Stationen auf allen Bändern gleichzeitig.

FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Die Aussendung von Sprache auf den KW-Amateurfunkbändern erfolgte bislang analog. Doch auch hier lassen sich digitale Übertragungsverfahren einsetzen. Die in diesem Beitrag vorgestellte Sendart überträgt Sprache in einem 8 kHz breiten Spektrum, belegt dabei jedoch nur einen Frequenzbereich von 1,5 kHz.

FreeDV (*Free Digital Voice*) ist gar nicht mehr so neu und kommt überwiegend im KW-Bereich zur Anwendung. Schaut man jedoch im *PSK Reporter* [1] nach, entsteht der Eindruck, dass außerhalb Japans nur wenig Interesse daran besteht. Das verwundert mich, denn anders als man es

bzw. zwischen PC und Nutzer. Bei Funkgeräten ohne USB-Schnittstelle kann außerdem ein CAT-Interface zur Steuerung erforderlich sein, Bild 2.

FreeDV ist eine Sammlung digitaler Sprachmodi für die Kurzwelle und eine Entwicklung von David Witten, KD0EAG,

(*GUI and legacy FreeDV Modes*) veröffentlicht wurde.

RADE

Aktuelle Innovation ist der Modus RADE (*Radio Autoencoder*), welcher maschinelles Lernen und klassisches DSP (*Digital Signal Processing*) zur Optimierung der Sprachübertragung auf der Kurzwelle kombiniert. Und das bei einem SNR von besser als -2 dB!

Die Besonderheit von RADE liegt darin, dass die Bandbreite des übertragenen Sprachsignals 8 kHz beträgt. Das verstieße selbstverständlich gegen die Vorgaben nach Anlage 1 der Amateurfunkverordnung (AFuV), wonach Aussendungen auf den KW-Bändern maximal 2,7 kHz belegen dürfen (Ausnahme: 29 000 kHz bis 29 700 kHz). Tatsächlich werden in diesem Modus jedoch lediglich 1,5 kHz in Anspruch genommen.

RADE liegt aktuell in der Version V1 vor und ist unter der *2-clause license (FreeBSD License)* veröffentlicht. Das gesamte Projekt ist ausführlich bei [2] und [3] beschrieben. Ich beschränke mich daher im Folgenden auf die praktischen Details der Programmeinrichtung und des Betriebs.

Installation

FreeDV lässt sich sowohl ab Windows 10 als auch unter macOS ab Big Sur (11) und Linux installieren. Allerdings unterstützt RADEV1 nicht jede Linux-Distribution. Wie es sich mit künftigen Versionen verhält, bleibt abzuwarten. Die Installation der unter [4] herunterladbaren Dateien für Windows und macOS ist unkritisch, weshalb ich nicht weiter darauf eingehe.

Aufwendiger ist der Vorgang hingegen unter Linux. Daher hat Barry Jackson, G4MKT, ein Shellskript bereitgestellt, was den Installationsaufwand erheblich reduziert und sich auch auf dem Raspberry Pi verwenden lässt [5]. Hier empfehle ich das Modell 5 mit mindestens 8 GB RAM. Die nachfolgend beschriebenen Handlungsschritte erfolgen in einem Terminalfenster, ausgehend vom *home-Verzeichnis* des Benutzers.

Sofern das erforderliche git-Paket nicht installiert ist, ist dies mittels *sudo apt install git* nachzuholen. Mit dem Befehl *git clone https://github.com/barjac/freedv-rade-build* werden die erforderlichen Dateien heruntergeladen und in das Verzeichnis *freedv-rade-build* kopiert. Im Anschluss daran ist das Installationsskript mittels *chmod +x freedv-rade-build/freedv-rade-build* ausführbar zu machen. Mit *freedv-rade-build/freedv-rade-build* startet man die Installation und es er-

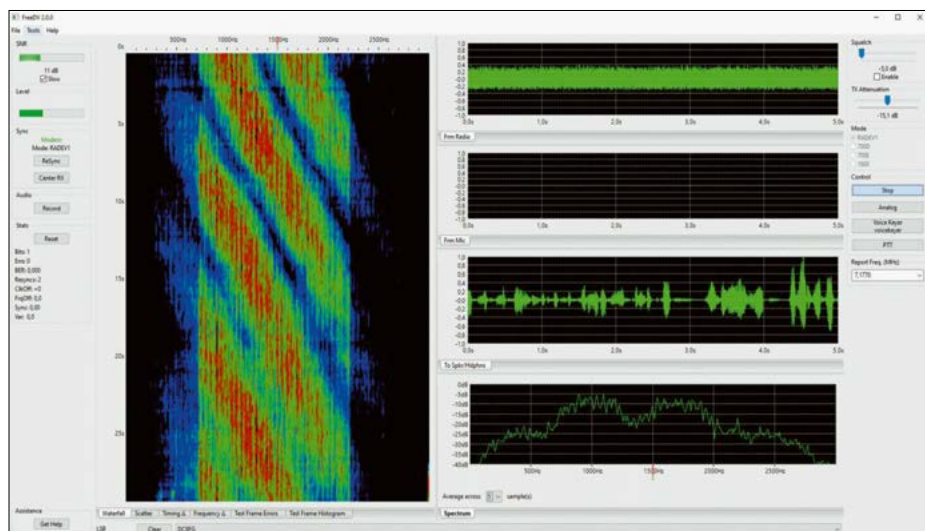


Bild 1: Benutzeroberfläche FreeDV GUI mit individuell einstellbarer Fensteraufteilung; neben dem Wasserfalldiagramm zeigen die vier horizontalen Fenster (von oben nach unten) die NF-Signale vom Transceiver, vom Mikrofon, zum Lautsprecher/Kopfhörer und das Spektrum.

von DMR & Co. kennt, sind für FreeDV weder kommunikationstechnische Backbones oder eine Benutzerregistrierung noch ein Funkgerät mit entsprechenden Leistungsmerkmalen erforderlich – grundsätzlich ist jeder SSB-fähige Transceiver geeignet. Benötigt werden lediglich ein PC mit installierter FreeDV-Software und eine Vierkanal- bzw. zwei Zweikanal-Soundkarten zur Übertragung der Audiosignale zwischen Transceiver und PC

und David Rowe, VK5DGR, die bis in das Jahr 2012 zurückreicht. Von Letzterem stammt auch der für die Sprachcodierung verwendete *Codec2*. Basis von FreeDV ist *FDMDV (Frequency Division Multiplex Digital Voice)*, welches von Peter Martinez, G3PLX, und Francesca Lanza, HB9TLK, stammt. Mittlerweile arbeiten weltweit viele engagierte Funkamateure an dem Open-Source-Projekt, das unter der *GNU Lesser Public License Version 2.1*

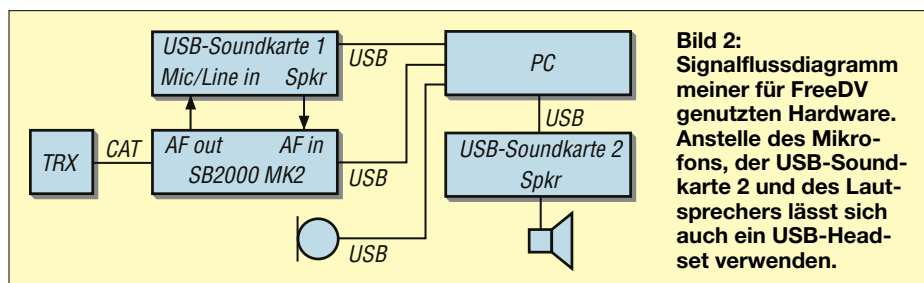


Bild 2: Signalflussdiagramm meiner für FreeDV genutzten Hardware. Anstelle des Mikrofons, der USB-Soundkarte 2 und des Lautsprechers lässt sich auch ein USB-Headset verwenden.

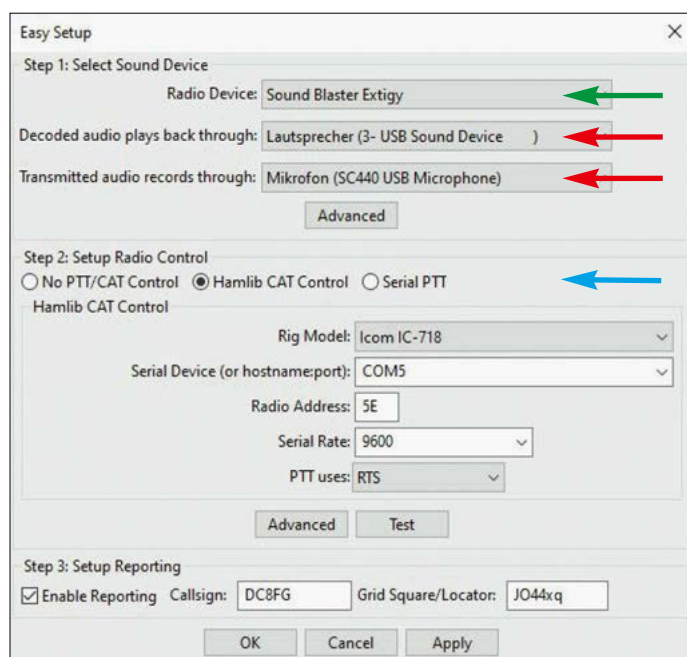


Bild 3: Konfiguration im Menü *Easy Setup*; während im Drop-down-Feld *Radio Device* nur die Soundkarte für die Kommunikation zwischen Transceiver und PC ausgewählt wird (grüner Pfeil), ist es erforderlich, die Ein- und Ausgabegeräte für die Kommunikation zwischen Nutzer und PC einzeln vorzugeben (rote Pfeile). Die Einstellungen für die Transceiversteuerung erfolgen unter *Setup Radio Control* (blauer Pfeil) – hier für den Icom IC-718.

scheint die Aufforderung, das Root-Passwort einzugeben. Hier ist in der Tat das Passwort des Systemverwalters *root* gemeint, und nicht das des Benutzers, der mittels *sudo* Befehle mit temporären Root-Rechten ausführen darf. Da dies standardmäßig nicht gesetzt ist, muss es mit *sudo passwd root* vergeben werden. Dabei sind die gängigen Regeln für sichere Passwörter (Groß-/Kleinschreibung, Ziffern und Sonderzeichen, mindestens zwölf Zeichen) zu beachten.

Die Abarbeitung der Installationsroutine dauert ungefähr 30 min. Nach erfolgreicher Installation erscheint die Aufforderung, FreeDV entweder mittels *.freedv-start* oder Doppelklick auf das auf dem Desktop befindliche Icon zu starten. Um das Einspielen künftiger Updates zu erleichtern, befindet sich außerdem das Icon *Update-RADE* auf dem Desktop.

■ Programmübersicht

Nach dem Programmstart erscheint die unkonfigurierte Benutzeroberfläche. Am unteren Bildrand befinden sich Reiter, über die sich Informationsfenster zu den ein- und ausgehenden Signalen aufrufen lassen. Diese können durch Anklicken der jeweiligen Reiter bei gedrückt gehaltener Maustaste beliebig angeordnet werden, Bild 1. Diese Aufteilung wird beim Beenden des Programms nicht gespeichert. Wer sich die dann unerlässliche Neueinrichtung sparen möchte, aktiviert unter *Tools → Option → Debugging* die Checkbox *Enable experimental Futures*. Bei im Betrieb auftretenden Problemen ist diese Auswahl rückgängig zu machen.

Unter *SNR* wird der Signal-Rausch-Abstand der empfangenen Aussendung an-

gezeigt, *Level* informiert über die Aussteuerung der ALC.

Über die Schaltfläche *Resync* kann bei Bedarf eine Synchronisierung des Demodulators initiiert werden. Ein Klick auf *Center RX* setzt den Frequenzmarker in der Wasserfall- und Spektrumanzeige auf Mittenfrequenz zurück, wenn er vorher mittels Doppelklick innerhalb des Frequenzbereiches versetzt wurde. Über die Schaltfläche *Record* lässt sich der Funkverkehr mitschneiden.

Neben dem Wasserfalldiagramm und der Spektrumanzeige dienen die Reiter *Frm Radio*, *Frm Mic* und *To Spkr/Hdphns* zur optischen Beurteilung der über die Soundkarten ein- bzw. ausgehenden Signale.

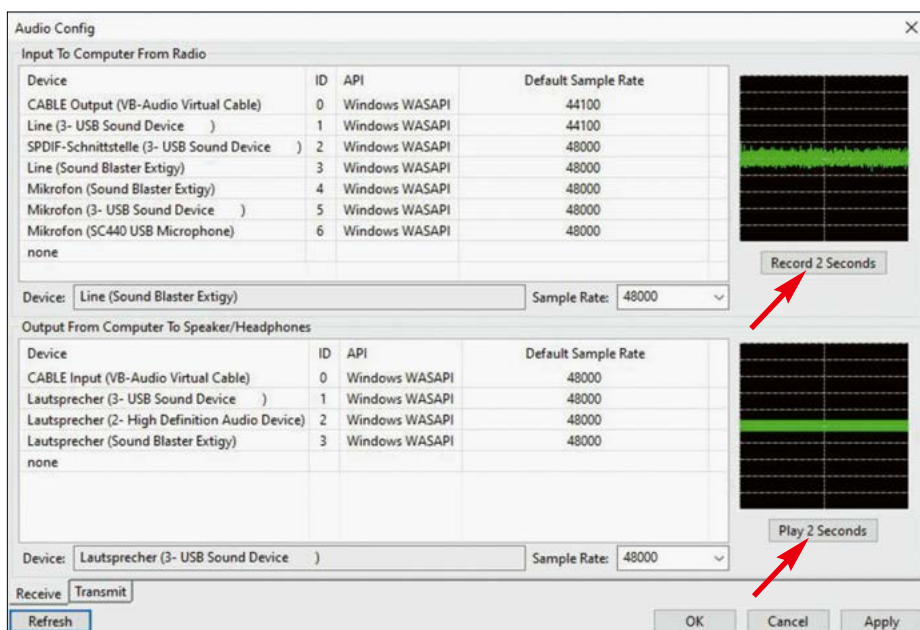


Bild 4: Konfigurationsmenü mit allen Ein- und Ausgabegeräten, getrennt nach Sende- und Empfangszweig; die Schaltflächen *Record 2 Seconds* bzw. *Play 2 Seconds* (Pfeile) helfen bei der Identifizierung des jeweiligen Gerätes.

Im Fenster *Mode* stehen die Übertragungsmodi mit entsprechenden Bandbreiten zur Auswahl. Nach meinen Beobachtungen ist jedoch nur noch RADEV1 in Verwendung.

Ein Klick auf *Start/Stop* aktiviert bzw. deaktiviert die Kommunikation zwischen FreeDV und dem Transceiver. Die Schaltfläche *Analog* schaltet bei Bedarf in den analogen SSB-Modus. Über *Voice Keyer* lässt sich eine aufgezeichnete Audiodatei abspielen, danach schaltet das Programm auf Empfang um. Letzteres geschieht auch, wenn bereits während der Aussendung ein Signal empfangen wird.

Welche Datei in welchem zeitlichen Abstand und wie oft abgespielt wird, lässt sich unter *Tools → Option → Audio* festlegen. Die Sende-Empfangs-Umschaltung erfolgt mittels Mausklick auf die Schaltfläche *PTT* oder durch Betätigen der Leertaste auf dem Keyboard. Im Drop-down-Feld *Report Freq.* wählt man die Arbeitsfrequenz. Ist der Transceiver über ein CAT-Interface mit dem Computer verbunden, erfolgt die Frequenz- und Seitenbandwahl automatisch.

■ Programmkonfiguration

Für den Betrieb mit FreeDV nutze ich einen Icom IC-718 in Verbindung mit dem Soundkarten-Interface *SB-2000 MK2* [6]. Die Audioübertragung zwischen Transceiver und PC übernimmt die externe USB-Soundkarte *Creative Soundblaster Extigy*. Für die Audioein- und -ausgabe vom und zum Benutzer kommen das USB-Mikrofon *t.bone SC 440* sowie ein an die ebenfalls externe Soundkarte *CSL*

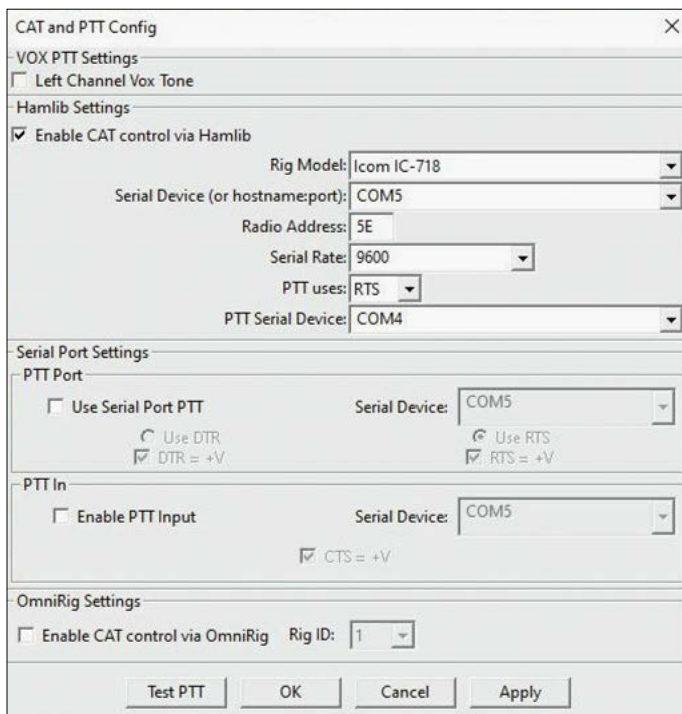


Bild 5: Konfigurationsmenü für CAT- und PTT-Steuerung; hier lassen sich weitere Einstellungen zur PTT vornehmen. Die Schaltfunktion kann nicht nur über Hamlib oder einen seriellen Port, sondern auch mittels VOX erfolgen. In letzterem Fall wird hierzu auf dem linken Kanal der Soundkarte, die für die Verbindung PC/Transceiver verwendet wird, ein Ton ausgegeben. Die gezeigte Konfiguration bezieht sich auf den IC-718 und das Soundkarten-Interface SB-2000 MK2.

USB 7.1 angeschlossener Lautsprecher zum Einsatz, Bild 2.

Die Konfiguration erfolgt über *Tools* → *easy Setup*, Bild 3. Im ersten Schritt ordnet man die Soundkarten zu: Unter *Radio Device* ist die Soundkarte auszuwählen, welche für die Kommunikation zwischen PC und Transceiver verwendet wird. Die nächsten beiden Dropdown-Menüs betreffen die Ein- und Ausgabegeräte für die Kommunikation zwischen Benutzer und Computer: Bei *Decoded Audio Plays back through* ist das Gerät auszuwählen, welches das decodierte Audiosignal wiedergeben soll, und bei *Transmitted Audio records through* das verwendete Audio-Eingabegerät. Ein Konfigurationsmenü, lässt sich bei Bedarf über die Schaltfläche *Advanced* aufrufen, Bild 4. Bei dieser Einrichtung unterstützen die Schaltflächen *Play 2 Seconds* bzw. *Record 2 Seconds*, mit deren Hilfe sich die Ein- und Ausgabegeräte identifizieren lassen. Im zweiten Schritt ist die Kommunikation zwischen PC und Transceiver zu konfigurieren. Dies kann ebenfalls im Easy-Setup-Menü erfolgen (*Step 2: Set-up Radio Control*) oder im Menü *CAT and PTT Config*, das über die Schaltfläche *Advanced* oder unter *Tools* im Hauptmenü aufrufbar ist, Bild 5.

FreeDV mit einem WebSDR

Wer FreeDV zunächst auf einfache Weise kennenlernen und nur zuhören möchte, kann dies auch mit einem WebSDR tun. Hierbei ist lediglich noch ein Programm zur Weiterleitung des vom WebSDR kom-

menden Audiosignals an FreeDV erforderlich. Dies lässt sich unter Windows mit *Virtual Audio Cable* [7] oder *VB-Cable* [8] erreichen. Letzteres ist ebenso für macOS verfügbar. Linux-User verwenden zweckmäßigerweise den *alsamixer*. Diese Möglichkeit kann auch hilfreich sein, wenn die eigene Aussendung von der Gegenstation zwar gehört wird, man selbst jedoch den Funkpartner nur schlecht empfangen kann.

Empfangs- und Sendebetrieb

Alle transceiverseitigen Audio-Beeinflussungen wie *DSP-Rauschunterdrückung*

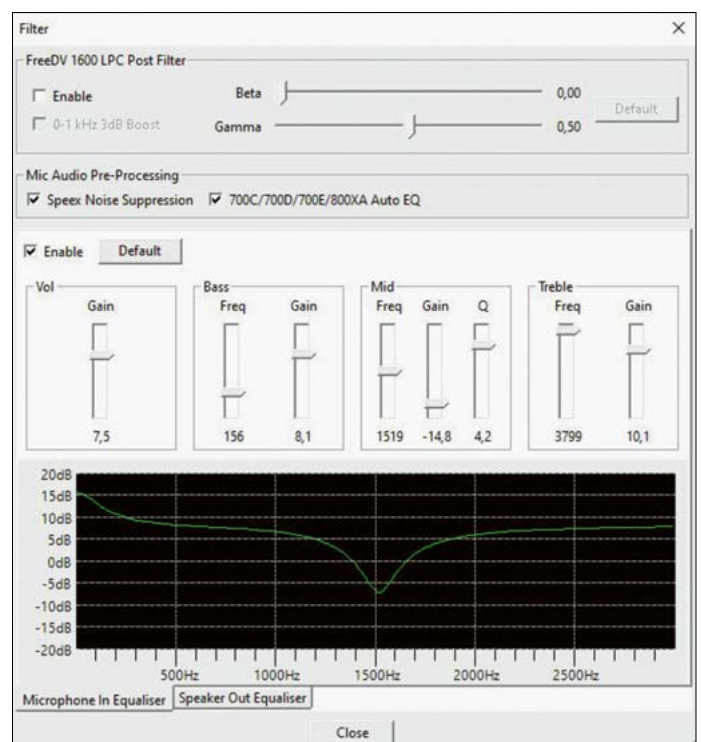
und *Sprachkompression* sollten für den Betrieb mit FreeDV deaktiviert sein. Pegel-einstellungen der ein- und ausgehenden Audiosignale erfolgen über die Kontrolloptionen des Computerbetriebssystems bzw. die Bedienelemente der externen Soundkarten.

Nach Auswahl des Übertragungsmodus *RADEVI* und Klick auf die Schaltfläche *Start* im Feld *Control* sollte der Transceiver auf die im Dropdown-Feld *Report Freq. (MHz)* eingestellte Frequenz und das zugehörige Seitenband wechseln und in den Fenstern *Waterfall*, *Spectrum* und *Frm Radio* Aktivität sichtbar sein. Falls nicht, sind alle Verbindungen sowie die Konfiguration zu überprüfen.

Mittels des Schiebereglers *TX Attenuation* lässt sich die Sendeleistung, ausgehend von dem für die Soundkarte eingestellten Ausgangspegel, stufenlos bis auf wenige Milliwatt reduzieren. Das Mikrofonsignal ist unter Beachtung der ALC im Fenster *Level* einzustellen und sollte bei ungefähr 50 % der Anzeige liegen. Hierbei ist auch die Beobachtung des Signals im Fenster *Frm Mic* zu empfehlen.

Hinsichtlich der Benutzung der Seitenbänder folgt FreeDV den üblichen Konventionen, d.h. unterhalb 10 MHz das untere (LSB) und ab 10 MHz das obere (USB) Seitenband. Normalerweise erfolgt auch diese Umschaltung über die CAT-Schnittstelle. Sofern dies nicht der Fall ist, ist eine Änderung der Einstellungen unter *Tools* → *Options* → *Rig Control* im Feld *Frequency/Mode Control Options* erforderlich.

Bild 6: Menü für die Einstellung des Dreikanal-Equalizers; für Bass, Mitten (*Mid*) und Höhen (*Treble*) lässt sich über den Schieber *Freq* jeweils eine Frequenz zuordnen. Mit dem Schieber *Gain* wird die jeweilige Verstärkung bzw. Dämpfung des Bereichs eingestellt. Der Schieber *Vol* bestimmt die Gesamtlautstärke. Die Einstellungen lassen sich getrennt für das ein- und ausgehende Audiosignal vornehmen.



Call	Locator	km	Hdg	Version	MHz	Mode	Status	Msg	Last TX	RX Call	Mode	SNR	Last Update
IC-718	IC718	0		FreeDV 2.0.0-dev2	7,1770	RADEV1	RX	Frank - IC-718, 20 W, G5RV	06.05.2025 08:26:48				06.05.2025 08:27:35
IC-718	IC718	702	167	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1770	RADEV1	RX	JUST MONITORING, no op Lenz, 400W, anti-Morgain, QTH Landshut	06.05.2025 07:50:34				06.05.2025 08:27:35
IC-718	IC718	742	251	FreeDV 2.0.0-dev2-1b7d	7,1770	RADEV1	RX	Monitor/report only - no op - app development			RADEV1	2,0	06.05.2025 08:27:35
IC-718	IC718	8898	39	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	CB/生倉/IC705+HL45 JCC1212	06.05.2025 08:23:17		RADEV1	2,0	06.05.2025 08:26:34
IC-718	IC718	8895	40	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX				RADEV1	2,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8775	42	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	米原市 IC7300M/9.5mH EF20mL			RADEV1	18,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8698	44	FreeDV 2.0.0-dev2-7b7e3b	7,1800	RADEV1	RX	IC-705/GRIP Ubuntu-Linux			RADEV1	1,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8624	42	FreeDV 2.0.0-dev2-7b7e3b	7,1800	RADEV1	RX	F1097 MJA, Ubuntu 24.04.2 LTS	06.05.2025 08:26:12	IC2FFB	RADEV1	11,0	06.05.2025 08:26:12
IC-718	IC718	8781	42	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	Gifu Funakoshi	06.05.2025 08:25:15		RADEV1	20,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8828	42	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX				RADEV1	15,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8759	38	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	TS4405 G5RV G5771Y 那須郡那須	06.05.2025 08:18:48		RADEV1	10,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8808	42	FreeDV 2.0.0-dev2-7b7e3b	7,1920	RADEV1	RX	Intel N100, 16GB, Ubuntu MATE	06.05.2025 01:33:37	JH1BBS	RADEV1	14,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8764	40	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	Komoro-city, Toshin Ham Club, RX Only	04.05.2025 17:53:54		RADEV1	-1,0	06.05.2025 08:27:37
IC-718	IC718	8747	43	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RX Only		京都府和歌山県/ET-991AM/12(11)mH/V			RADEV1	12,0	06.05.2025 08:27:36
IC-718	IC718	1990	152	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1770	RADEV1	RX	christos kefallonia GR					06.05.2025 08:27:33
IC-718	IC718	15771	60	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1800	RADEV1	RX	Hi					06.05.2025 08:27:35
IC-718	IC718	18329	61	FreeDV 2.0.0-dev2	7,1660	RADEV1	RX		06.05.2025 07:44:14				06.05.2025 08:27:36

Bild 7: FreeDV-Reporter im separaten Fenster von FreeDV

Anders als im analogen ist im digitalen Modus nur dann etwas zu hören, wenn ein digitales Signal decodiert wurde. Betätigt man die Schaltfläche *Analog*, sollten das gewohnte Rauschen bzw. analoge Funksignale zu hören sein. In den digitalen Modus kehrt man mittels der Schaltfläche *Digital*. Klickt man mit der rechten Maustaste auf die PTT-Schaltfläche, lässt sich das ausgehende Audiosignal mit-hören. Dies ist insbesondere dann praktisch, wenn man den unter *Tools* → *Filter* aufrufbaren Equalizer verwendet und die Einstellungen prüfen möchte, Bild 6.

■ Aktivitäten

Für eine Übersicht der aktiven Stationen empfiehlt es sich, über *Tools* den im Programm integrierten *FreeDV Reporter* aufzurufen, Bild 7. Bei Bedarf lassen sich im Feld *Message* Textnachrichten an alle gelisteten Stationen senden. Diese werden in der Spalte *Msg* angezeigt und violett markiert.

Sobald man auf Sendung geht, wird der eigene Eintrag rot hinterlegt, Stationen,

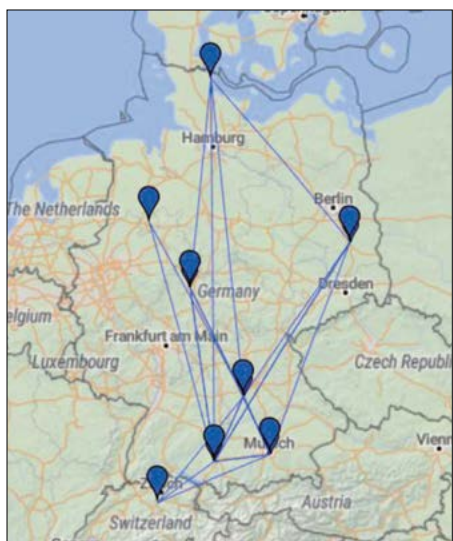


Bild 8: Einige Teilnehmer der sonntäglichen FreeDV-Runde auf 7177 kHz, dargestellt in PSK Reporter; die Linien zeigen die zu diesem Zeitpunkt bestehenden Hörbarkeiten.

welche die Aussendungen empfangen, hingegen blau. Zur Identifikation des Senders erscheint das betreffende Rufzeichen unter *RX Call*. Über das jeweilige SNR informiert der Eintrag in der gleichnamigen Spalte. Der FreeDV-Reporter ist unabhängig vom Programm über <https://qso.freedom.org> erreichbar. FreeDV erlaubt auch die Übertragung der Empfangsberichte an *PSK Reporter*. Die hierzu erforderlichen Einstellungen nimmt man unter *Tools* → *Options* → *Reporting* vor.

Nach meinen Beobachtungen sind die Aktivitäten in FreeDV zwar noch recht verhalten, scheinen jedoch langsam zuzunehmen. So findet beispielsweise im neuen Modus RADEV1 hierzulande sonntags ab etwa 1330 Uhr Lokalzeit eine offene Funkrunde auf 7177 kHz statt, bei der ab und an auch ausländische Stationen teilnehmen, Bild 8.

Wie mir Graham Laming, G4JBD, mitteilte, sendet die Radio Society of Great Britain (RSGB) jeden Sonntag um 0750 UTC auf 3 640 kHz aktuelle Informationen, denen sich um 0830 UTC bis 0900 UTC das *Post-News-Net* anschließt. Darüber hinaus startet jeweils montags bis freitags um 1400 UTC auf 5368,5 kHz das sogenannte *RADE-Net*, an dem deutsche Funkamateure aufgrund der Frequenznutzungsbedingungen jedoch leider nicht sendend teilnehmen dürfen.

■ Schlussbemerkungen

Die Qualität einer FreeDV-Übertragung lässt sich meiner Ansicht nach durchaus mit dem Prädikat „hervorragend“ versehen. So konnte beispielsweise Ulrich Leiner, DK8EQ, meine Aussendung mit nur 10 W Ausgangsleistung auf dem 40-m-Band über eine Entfernung von rund 500 km einwandfrei decodieren (SNR 18). Auch mit nur noch 0,5 W konnten wir erfolgreich kommunizieren. Ein analoges Funkgespräch wäre unter diesen Bedingungen nur mit sehr gespitzten Ohren möglich gewesen. Der Screencast zu dieser

Funkverbindung ist unter www.youtube.com/watch?v=Pmsvwqh5Vz4 abrufbar.

Hinsichtlich der derzeitigen Treff- bzw. Anruf Frequenzen ist die Auswahl meiner Meinung nach etwas unglücklich geraten, da diese im 80-m-, 40-m- und 20-m-Band in den bevorzugten SSB-Contestbereichen liegen. Meine erste Idee, FreeDV stattdessen in dem laut Bandplan ausgewiesenen Digimode-Bereich durchzuführen, musste ich allerdings auf Hinweis von Thomas Kamp, DF5JL, verwerfen, denn hier würde beispielsweise der Betrieb der weltweit vorhandenen Winlink-Gateways gestört. Bis zu einer anderslautenden Regelung wäre es aus meiner Sicht zumindest bei laufendem Contestbetrieb zu überlegen, beispielsweise bei 40 m auf die für Digital Voice vorgesehene Frequenz 7070 kHz oder den Bereich 7100 kHz bis 7130 kHz auszuweichen, bei anderen Bändern entsprechend dem Bandplan.

Während ich beim Betrieb von FreeDV unter Windows keine Probleme feststellen konnte, läuft es auf meinem Raspberry Pi unter *Debian Bullseye* noch nicht „rund“. Die Ausgabe des decodierten Signals auf den Lautsprecher ist nicht möglich. Von anderen Nutzern erfuhr ich, dass FreeDV bei einigen unter Linux einwandfrei läuft, andere hingegen noch mit kleinen Problemen zu kämpfen haben.

dc8fg@funkamateur.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Gladstone, P., N1DQ: PSK Reporter – Amateur radio signal reporting and spotting network. <https://pskreporter.info>
- [2] <https://freedom.org>
- [3] Rowe, D., VK5DGR: https://github.com/drowe67/codec2/blob/main/README_freedom.md
- [4] <https://freedom.org/#download>
- [5] Jackson, B., G4MKT: <https://github.com/barjac/freedom-rade-build>
- [6] Sommer, F. G., DC8FG: SB-2000 MK2 – Soundkarten-Interface mit CAT-Unterstützung. FUNKAMATEUR 74 (2025) H 2, S. 110–111
- [7] NTONYX: Virtual Audio Cable. <http://ntonyx.com>
- [8] VB-Audio-Software: VB-Cable. <https://vb-audio.com/Cable>

Vorgestellt: GPS-stabilisiertes Frequenznormal LBE-1421

FA-LESERSERVICE

Mit dem LBE-1421 gibt es von Leo Bodnar Electronics einen neuen, GPS-stabilisierten Präzisionsoszillator mit einem Frequenzbereich bis 1,4 GHz und zwei Ausgängen. Die Konfiguration erfolgt per Software. Er lässt sich insbesondere dann vorteilhaft einsetzen, wenn zwei unabhängig einstellbare Referenzsignale benötigt werden. Der als Frequenznormal einsetzbare Oszillator wird im Folgenden vorgestellt, verbunden mit Hinweisen zur Konfiguration und zum praktischen Einsatz.

Ein hochpräzises Frequenznormal kann z.B. zur Kalibrierung von Messgeräten oder als Referenzoszillator genutzt werden. Auch für die modernen digitalen Sensoren und im Bereich der UHF/SHF-Technik werden sehr stabile und zudem rauscharme Lokaloszillatoren benötigt. Nicht zuletzt brauchen Uhren sowie anspruchsvolle Studiogeräte der Audio- und

renzsignale unterschiedlicher Frequenz benötigen. Darüber hinaus kann der LBE-1421 gleichzeitig als GPS-Datenquelle für andere Geräte und Software dienen.

■ Lieferumfang und Anschluss

Der Präzisionsoszillator wird zusammen mit einer aktiven GPS-Antenne und einem USB-C-Anschlusskabel ausgeliefert. Wie beim LBE-1420 besitzt die Antenne eine magnetische Grundplatte, was ihre Befestigung ggf. erleichtert. Sie ist anschlussfertig mit einem 5 m langen Kabel einschließlich SMA-Stecker versehen. Der LBE-1421 ist im Auslieferungszustand bereits als 10-MHz-Referenz konfiguriert. Wer lediglich diese Einstellung benötigt, braucht die im nächsten Abschnitt beschriebene Konfigurationssoftware nicht

Technische Daten des LBE-1421*	
Ausgang 1	1 Hz ... 800 MHz, 3,3 V (CMOS) o. 1 PPS
Ausgang 2	1 Hz ... 1,4 GHz, 3,3 V (CMOS)
Signalform	Rechteck
Frequenzeinstellung	mittels PC-Software
Frequenzinstabilität	≤ 1 · 10 ⁻¹²
GPS-Antenne	bei eingerasteter GPS-Regelschleife
	1575,42 MHz, Aktiv-antenne, 3,3 V/ ≤50 mA, 5 m Anschlusskabel mit SMA-Steckverbinder
Phasenrauschen bei f = 10 MHz	-72 dBc/Hz @ 1 Hz
	-101 dBc/Hz @ 10 Hz
	-128 dBc/Hz @ 100 Hz
	-147 dBc/Hz @ 1 kHz
Anschlüsse	-164 dBc/Hz @ 1 MHz
	SMA, 50 Ω
Betriebsspannung	5 V über USB-C
Stromaufnahme	≤250 mA
Abmessungen (L x B x H)	69 mm x 40 mm x 12 mm (einschließlich Steckverbinder)
	Masse ohne Antenne ≈ 40 g
* Werte gemäß Herstellerangaben	

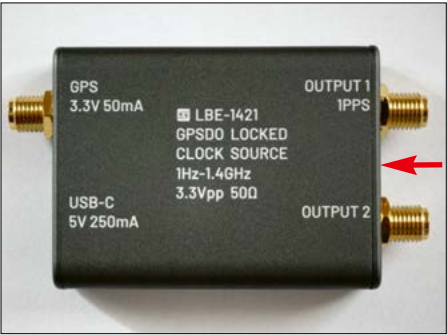


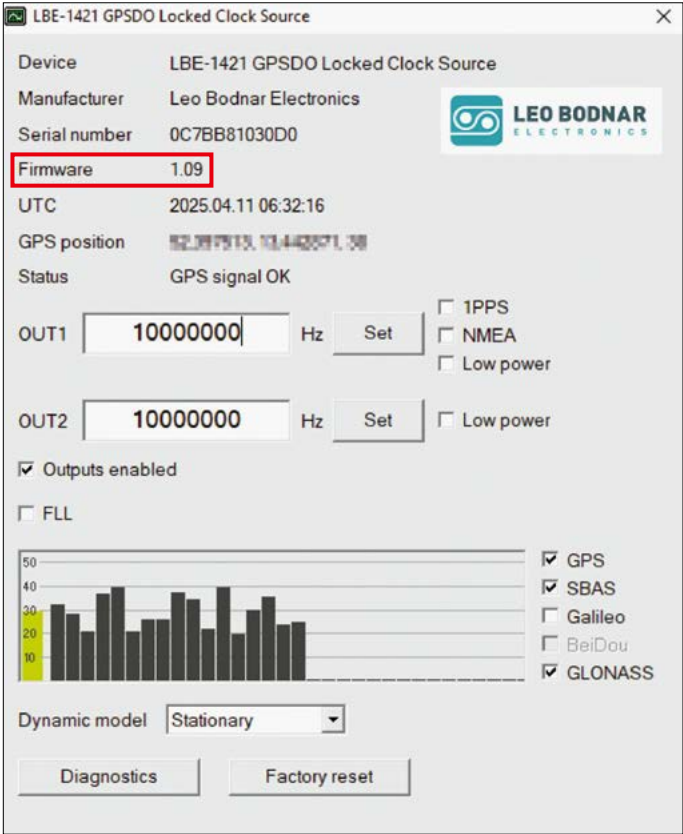
Bild 1: Der Präzisionsoszillator LBE-1421 besitzt zwei unabhängige Ausgänge, die auf SMA-Buchsen geführt sind, einen Anschluss für die aktive GPS-Antenne sowie eine USB-C-Buchse. Zwischen OUTPUT1 und OUTPUT2 befinden sich zwei weiße LEDs, die den Empfangsstatus des GPS-Signals signalisieren (roter Pfeil).

Videotechnik für ihr einwandfreies Funktionieren einen präzisen Referenztakt. Für all diese Einsatzzwecke wurde das nachstehend beschriebene, bei [1] erhältliche Gerät entwickelt.

■ Frequenznormal LBE-1421

Wie an den technischen Daten unschwer erkennbar, bildete der schon in [2] beschriebene, von Leo Bodnar Electronics [3] produzierte LBE-1420 den Ausgangspunkt für die Entwicklung des LBE-1421. Im Gegensatz zu Ersterem reicht dessen Frequenzbereich jedoch bis 1,4 GHz. Darüber hinaus besitzt der neue Präzisionsoszillator zwei unabhängig voneinander einstellbare Ausgänge, von denen einer ein 1-PPS-Signal liefern kann. Er ist somit speziell für Anwendungen interessant, die zwei GPS-stabilisierte Referenzsignale unterschiedlicher Frequenz benötigen.

Bild 2: Programmfenster der Konfigurationssoftware; man sollte darauf achten, dass die Firmware des LBE-1421 aktuell ist, derzeit ist es die Version 1.09, siehe Text. Foto und Screenshots: FA



bald diese beendet ist und die interne Phasenregelung einrastet, leuchten beide LEDs dauerhaft. Der LBE-1421 ist dann betriebsbereit.

Ein vorübergehender Verlust des GPS-Signals wird übrigens toleriert. Die Phasenregelung behält dann die Ausgangsfrequenzen auf Basis der bis dahin vorliegenden Daten bei. Bei der Wiedererfassung des GPS-Signals erfolgt eine nahtlose Synchronisation mit der aktuellen GPS-Referenz.

■ Konfigurationssoftware

Um die Möglichkeiten des LBE-1421 auszuschöpfen, bedarf es des Anschlusses an einen Computer. Leo Bodnar Electronics bietet die Konfigurationssoftware für die Betriebssysteme *Windows*, *Linux* und *macOS* an. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Windows 10.

Im ersten Schritt lädt man die Konfigurationssoftware und vorsichtshalber auch die Datei für das Firmware-Update von der Herstellerwebsite [1] oder von [2] herunter. Erstere hat in der aktuellen Version 1.09 die Bezeichnung *LBE-1421-Configuration-v1.09.exe*. Es handelt sich um eine ausführbare Datei, die keiner Installation bedarf. Sie wird mittels Doppelklick gestartet, nachdem man den LBE-1421 via USB-Kabel an den PC angeschlossen hat. Das sich dann öffnende, übersichtliche Programmfenster ist in Bild 2 zu sehen.

Die Installation eines Treibers war beim Testgerät unter Windows 10 nicht erforderlich. Die Hardware wurde vom Betriebssystem sofort erkannt und die Konfigurationssoftware konnte die Verbindung herstellen. Dies war daran ersichtlich, dass im Fenster die Eckdaten des angeschlossenen Geräts angezeigt wurden. Anderenfalls wäre das Fenster leer geblieben. Dies gilt auch, wenn noch kein GPS-Empfang besteht.

Für ältere Windows-Versionen bietet der Hersteller eine Treiberdatei an.

Firmware-Update

Nach Herstellung der zuvor genannten Verbindung wird u.a. die Firmwareversion des LBE-1421 angezeigt. Wenn diese älter als 1.06 ist, besteht Handlungsbedarf und es empfiehlt sich, das entsprechende Update zu installieren.

Dies ist recht einfach zu bewerkstelligen: Man beendet zunächst die Konfigurationssoftware und startet dann das entsprechende Update-Programm durch Doppelklick auf die heruntergeladene Datei *firmware-doctor.exe*. Daraufhin öffnet sich ein Programmfenster gemäß Bild 3. Der Mausklick auf den Button *Update Firmware*

startet die Aktualisierung. Dieser Button bleibt danach grau hinterlegt, was auf den Abschluss des Vorgangs hindeutet. Anschließend ist das Programmfenster manuell zu schließen.

Nach dem erneuten Start der Konfigurationssoftware wird die neue Firmwareversion angezeigt, in Bild 2 rot umrahmt.

Einstellmöglichkeiten und Anzeige

Für die einwandfreie Funktion des LBE-1421 als Frequenznormal sollte zuverlässiger GPS-Signalempfang mit ausreichendem Pegel vorliegen. Der untere Bereich des Programmfensters der Konfigurationssoftware liefert einen schnellen Überblick über die aktuelle Situation, Bild 2. Je mehr Balken das Diagramm anzeigt und je höher diese sind, desto besser.

Man beachte auch die Statusmeldung des GPS-Signals und den farbigen Balken auf der linken Seite des Diagramms. In Bild 2 ist er grün. Schwächerer Empfang wird gelb signalisiert und sehr geringer Pegel oder gar Ausfall mit Rot. In diesen Fällen sollte man den Standort der Antenne verändern.

In die weiß hinterlegten Eingabefelder kann der Nutzer die Werte der gewünschten Ausgabefrequenzen in Hertz eingeben. Der anschließende Mausklick auf den jeweiligen Button *Set* programmiert den Oszillator auf die neue Frequenz, sodass das dazugehörige Ausgangssignal am entsprechenden Ausgang dann sofort zur Verfügung steht. Voraussetzung ist allerdings, dass der Haken bei *Outputs enabled* gesetzt ist. Fehlt er, sind beide Ausgänge deaktiviert.

Der an den Ausgängen gemessene Pegel betrug etwa 11 dBm an 50 Ω . Ein Haken bei *Low Power* verringert den Pegel des betreffenden Anschlusses um etwa 6 dB. Ein Haken im Feld *FLL* (*Frequency Lock Loop*) hat eine höhere Frequenzstabilität des Ausgangssignals zur Folge, reduziert jedoch die Genauigkeit der Frequenzeinstellung. Ein im Feld *NMEA* gesetzter Haken führt dazu, dass die empfangenen GPS-Daten an *OUTPUT1* im NMEA-Format seriell ausgegeben werden. Diese Daten stehen gleichzeitig am virtuellen USB-Port zur

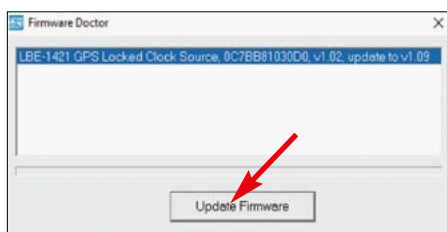


Bild 3: Programmfenster des Firmware-Updates auf die Version 1.09; zum Start ist der Button *Update Firmware* zu betätigen.

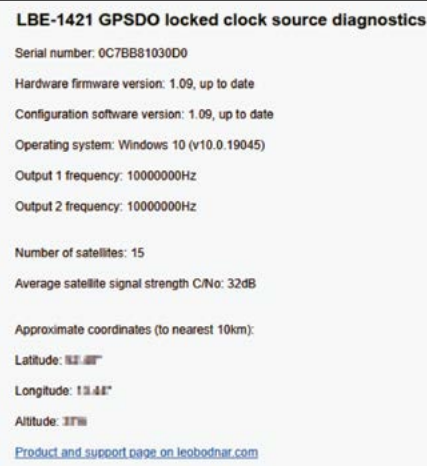


Bild 4: Beispiel für den Inhalt des Diagnosefensters, das sich beim Mausklick auf den Button *Diagnostics* öffnet

Verfügung. Somit kann der LBE-1421 als GPS-Datenquelle für andere Geräte oder Softwareanwendungen genutzt werden. Das Signal an *OUTPUT2* steht weiterhin als Referenz zur Verfügung.

Die Einstellung im Auswahlfeld *Dynamic Model* ermöglicht die Anpassung der Firmware des Frequenznormals an die jeweiligen Bewegungsbedingungen, um höchstmögliche Genauigkeit und Stabilität zu gewährleisten. *Stationary* ist für fest installierte Geräte vorgesehen, die nicht bewegt werden. *Portable* ist für den Einsatz in mobiler Umgebung, also z.B. im Kfz, gedacht und *Airborne* für die Verwendung in Flugzeugen mit hoher Geschwindigkeit in großer Höhe.

Hilfsfunktionen

Der Mausklick auf den Button *Diagnostics* führt auf eine Internetseite des Herstellers und listet die zu diesem Zeitpunkt übertragenen Geräte- und GPS-Daten auf, Bild 4. Am unteren Rand des Fensters befindet sich der Link zum Support. Der Button *Factory Reset* ist für das Rücksetzen auf die Werkseinstellungen gedacht. Der Computeranschluss via USB ist nur dann erforderlich, wenn man die Frequenz ändern oder die GPS-Signalqualität prüfen möchte. Die erzeugten Konfigurationsdaten bleiben im Gerät dauerhaft gespeichert und werden beim Anlegen der Betriebsspannung automatisch abgerufen. Dies ermöglicht den PC-unabhängigen, autonomen Betrieb. support@funkamateur.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72, Fax -69; www.box73.de → *LBE-1421*
- [2] FA-Leserservice: LBE-1420 – ein GPS-stabilisiertes Frequenznormal bis 1,1 GHz. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 8, S. 612–613
- [3] Leo Bodnar Electronics Ltd.: www.leobodnar.com

Verschlusskontrolle für das Garagentor und andere Türen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Wenn eine Tür zwar geschlossen, aber nicht verriegelt ist und sich niemand mehr in der Nähe befindet, gibt die nachfolgend beschriebene Überwachung ein Signal per Funk aus. Dieses erinnert an der Empfangseinheit akustisch und optisch daran, die bisher nur eingeklinkte Tür noch mit einem Schlüssel abzuschließen und auf diese Weise zu sichern.

Nahezu jede Tür lässt sich so zuziehen, dass man sie per Klinke wieder öffnen kann. Bei Außentüren ist es jedoch schon aus Sicherheitsgründen erforderlich, sie mithilfe eines Schlüssels zu verriegeln, wenn man Unbefugten den Zutritt verwehren möchte. Doch dieser Vorgang kann in

leiter so angebracht, dass sie auf einen am Türblatt angebrachten Reflektor gerichtet sind. Lichtwellenleiter und Reflektor sind an einer Stelle anzubringen, an der auf die offenen Enden kein störendes Sonnenlicht treffen kann. Eine einfache Möglichkeit, Streulicht auszublenden, zei-

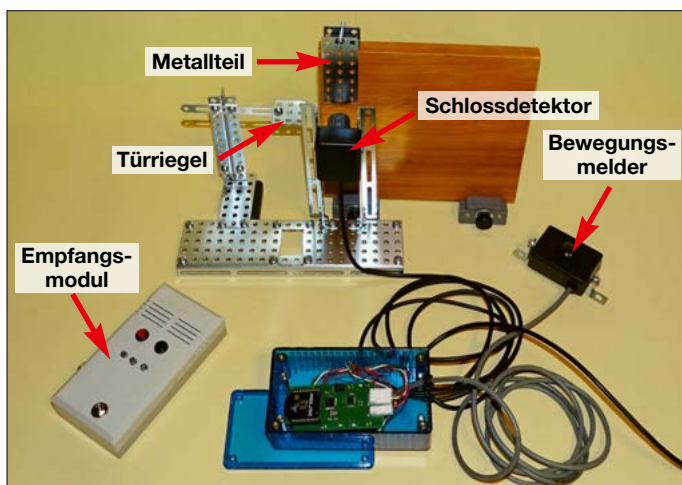


Bild 1: Anhand dieses Versuchsaufbaus ließ sich nachweisen, dass der Schlossdetektor selbst dann funktioniert, wenn sich andere Metallteile in der Nähe befinden.

Foto: Sander

Vergessenheit geraten, weil man z. B. in ein Gespräch verwickelt wird oder möglichst schnell den Einkauf im Kühlschrank der Wohnung verstauen möchte.

Das nachfolgend beschriebene Bastelprojekt überwacht permanent, ob die betreffende Tür geschlossen ist und darüber hinaus deren Verriegelungszustand. Wenn sich niemand mehr in der Nähe der Tür befindet, diese aber noch nicht verriegelt wurde, wird ein Signal als Erinnerungsmeldung ausgegeben. Die Signalisierung erfolgt hier per Funk an einem handlichen Empfangsmodul.

Die Türüberwachung basiert auf einer Lichtschranke, einem Metalldetektor und einem Bewegungsmelder.

Reflexionslichtschranke

Zur Erkennung einer offen stehenden Tür lässt sich eine Reflexionslichtschranke nutzen, wobei sich bei Verwendung von Lichtwellenleitern der Aufbau vereinfacht [1]. Statt LED und Fotodiode in den Türrahmen einzubauen, werden wie in Bild 9 dargestellt zwei dünne Lichtwellen-

ge ich im Verlauf des Beitrags. Eine andere ist die Verwendung einer Lichtquelle, deren Wellenlänge im Sonnenlicht kaum vorhanden ist, z. B. im nahen Infrarotbereich (NIR) bei 950 nm.

Das Licht wird von der LED ausgegeben und in die Glasfaser eingekoppelt. Es erreicht bei geschlossener Tür über die zweite Glasfaser die Fotodiode. Die Lichtleiter können bei einer solchen Anwendung relativ lang ausgelegt sein. Wichtig ist, dass sie zur optischen Abschirmung von lichtundurchlässigem Material umhüllt sind. Die mit einem klaren Kunststoff überzogenen Lichtleiter sind für diese Anwendung ungeeignet.

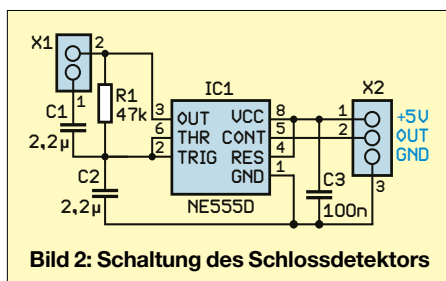


Bild 2: Schaltung des Schlossdetektors

Damit die Lichtschranke selbst bei Streulicht korrekt funktioniert, ist das zu übertragende Signal zu takten. Dann lässt es sich auf der Empfängerseite von einem Dauersignal unterscheiden.

Schlossdetektor

Beim Verriegeln der Tür wird ein Stahlriegel durch das am Türrahmen befestigte Schließblech geschoben. Dieses dann im Türblatt liegende Metallteil lässt sich durch einen Metalldetektor erkennen. Dessen Spule wird am Türrahmen angebracht. Sie ist Bestandteil eines Schwingkreises. Der gegenüber der Spule beim Verschließen eingeschobene Metallriegel verändert deren Induktivität und damit die Resonanzfrequenz. Die Frequenzänderung wird ausgewertet und als Kriterium für die verriegelte Tür genutzt.

In Bild 2 ist die Schaltung des Schlossdetektors zu sehen. Der darin genutzte NE555 arbeitet hier als Signalgenerator. Früher verwendete man relativ voluminöse Elektrolytkondensatoren im Mikrofaradbereich. Heutzutage lassen sich für denselben Kapazitätswert Keramik-Viel-schichtkondensatoren einsetzen. Da diese kein Elektrolyt enthalten, haben sie eine lange Lebensdauer.

Der NE555 erzeugt ein Signal mit einer Frequenz im Bereich um 8 kHz, das über X2 ausgegeben wird. Die Detektorspule ist an X1 anzuschließen. Der Aufbau der Spule ist im Abschnitt *Nachbau* beschrieben. Die für den Schlossdetektor erforderliche Betriebsspannung von 5 V wird vom Türüberwachungsmodul geliefert.

Bewegungsmelder

Zur Erkennung, ob sich noch jemand in der Nähe der Tür aufhält, die Tür also nicht verriegelt werden muss, dient ein Bewegungsmelder. Hier kommt ein passiver IR-Detektor (PIR) zum Einsatz. Des-sen Vorteil ist das schwarze Gehäuse und die gleichfarbige Linse. Dadurch fällt er kaum auf.

Türüberwachungsmodul

Zur Auswertung der Sensordaten und zur Weitermeldung des Schließzustands dient das Türüberwachungsmodul, dessen Schaltung in Bild 3 dargestellt ist. Als Mikrocontroller kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz, der mit 14,7456 MHz getaktet wird.

Es findet ein Xbee-3-Funkmodul Verwendung, das eine geringe Stromaufnahme besitzt und die hier erforderliche Entfernung zuverlässig überbrückt. Die Übertragung erfolgt nach dem ZigBee-Verfahren. Da das Funkmodul nur mit 3,3 V

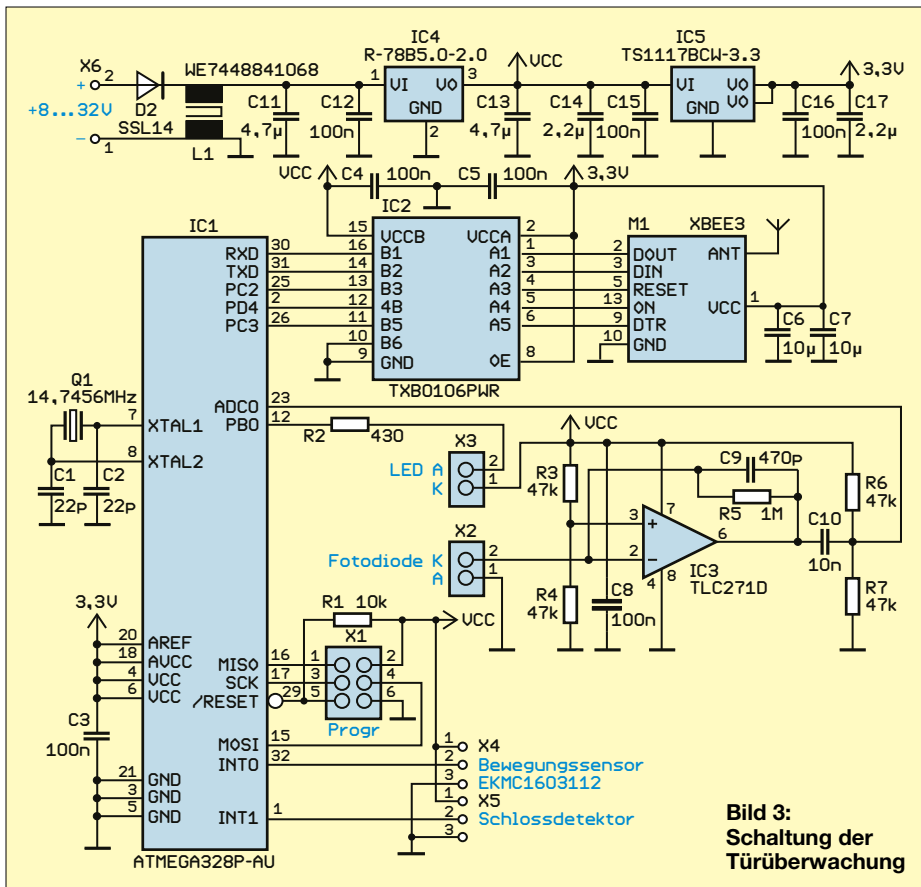


Bild 3:
Schaltung der
Türüberwachung

versorgt werden darf, der Mikrocontroller hingegen zur Steuerung des Bewegungssensors und des Schlossdetektors 5 V an den Logikausgängen abgeben muss, ist zwischen beide der bidirektional arbeitende Pegelkonverter TXB0106PWR geschaltet.

An X4 wird der passive IR-Detektor EKMC1603112 als Bewegungssensor angeschlossen.

X5 ist mit Pin INT1 des Mikrocontrollers verbunden und dient zum Anschluss des Schlossdetektors. Mithilfe des im Mikrocontroller integrierten Timers wird die Frequenz des vom NE555 ausgegebenen Signals gemessen.

Der Mikrocontroller gibt außerdem über den Pin PB0 ein Taktsignal zum Schalten der LED der Lichtschranke aus. R2 ist der Vorwiderstand. An X2 ist die Fotodiode FD der Lichtschranke angeschlossen. Der nachfolgende IC3 (TLC271D) arbeitet als Transimpedanzverstärker. Er setzt den durch die Fotodiode gelieferten Strom in eine Spannung um, die der am Pin ADC0 liegende A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers auswertet. Gleichzeitig wird die Beeinflussung durch Streulicht auszuschließen.

Das Türüberwachungsmodul lässt sich aus einer beliebigen Quelle mit einer Spannung zwischen 8 V und 32 V versorgen. Der Schaltregler IC4 stabilisiert diesen Wert auf 5 V. Der Linearregler IC5 dient

zur Versorgung des XBee-Moduls mit 3,3 V. Die 5-V-Spannung wird auch an die an X4 und X5 angeschlossenen Module geführt.

Empfangsmodul

Die Schaltung des Empfangsmoduls ist in Bild 4 dargestellt. Es kommt ebenfalls ein ATmega328P-AU zum Einsatz. Da die gesamte Schaltung nur mit 3,3 V betrieben werden muss und keine aufwendigen Berechnungen erforderlich sind, genügt die Taktung mit 8 MHz. Bei diesem Wert ist die Stromaufnahme niedrig und die Versorgung kann aus einer Batterie

oder einem kleinen Akkumulator mit 5 V bis 7 V Klemmenspannung erfolgen. IC2 stabilisiert diesen Wert auf 3,3 V.

Das XBee-Modul ist diesmal direkt mit dem Mikrocontroller verbunden. An den Pins PD5, PD6 und PD7 sind drei LEDs über Widerstände angeschlossen. Diese dienen der Signalisierung der vom Türüberwachungsmodul erkannten Zustände. Zusätzlich gibt es an PB0 einen Transistor zur Ansteuerung einer Piezokeramikscheibe.

Die an PD2 und PD3 angeschlossenen Tasten dienen zur Bedienung, wie im Abschnitt *Firmware* beschrieben.

Firmware

Die Firmware beider Module habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung am Türüberwachungsmodul versucht dieses in 1-min-Abständen, eine Verbindung zum Empfangsmodul herzustellen.

Einzig der Schlossdetektor benötigt eine Kalibrierung, die vom Empfangsmodul aus erfolgt. Um in den Kalibriermodus zu gelangen, ist die Taste S1 für 10 s zu betätigen. Bei verriegelter Tür wird anschließend die Taste S2 für ebenfalls 10 s betätigt. Danach ermittelt die Firmware im Türüberwachungsmodul die Frequenz des Schlossdetektorsignals und ordnet dieser den Zustand *Tür verriegelt* zu. Dieser Zustand wird über die grüne LED1 am Empfangsmodul angezeigt.

Für den zweiten Kalibrierschritt ist die Taste 2 abermals 10 s zu drücken, diesmal jedoch bei nicht verriegelter Tür. Die ermittelte Frequenz kennzeichnet den Zustand *Tür nicht verriegelt*. Die grüne LED1 am Empfangsmodul erlischt.

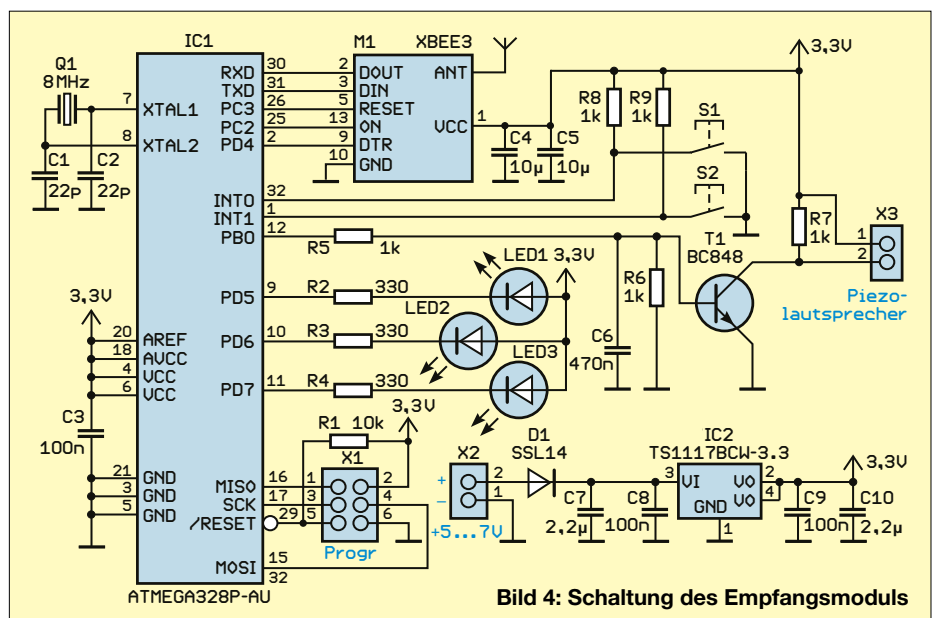


Bild 4: Schaltung des Empfangsmoduls



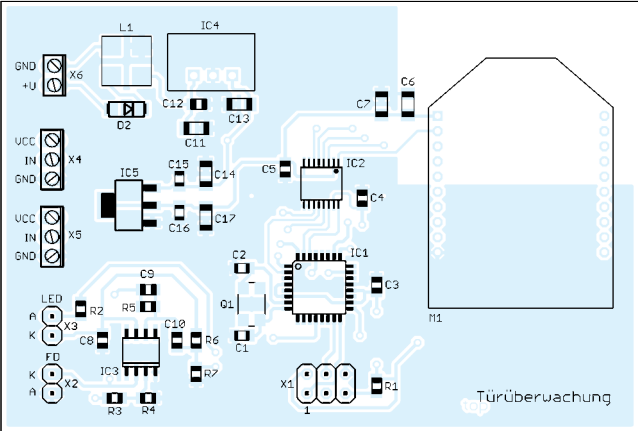
Bild 5: Die Spule des Schlossdetektors kann z. B. aus dem bei www.reichelt.de erhältlichen Schalenkern 18 × 11 mm (Material N48, $A_L = 2850 \text{ nH/Wdg}^2$) und einem passenden Spulenkörper aufgebaut werden. Werkfoto

Die bei der Kalibrierung ermittelten Frequenzen werden beim Verlassen des Kalibriermodus (10 s lang Taste S1 betätigen) im EEPROM des Mikrocontrollers der Türüberwachungsmoduls gespeichert. Die Kalibrierung lässt sich beliebig oft wiederholen.

Befindet sich der Mikrocontroller des Empfangsmoduls im Schlafmodus, verlässt er diesen Zustand nach kurzer Betätigung der Taste S1. Zur Bedienung während des Betriebs ist derzeit nur die Taste S1 erforderlich. Die Taste S2 ist Funktionserweiterungen vorbehalten.

Das Betätigen der Taste S1 weckt den Mikrocontroller aus dem Schlafmodus, baut die Funkverbindung zum Türüberwachungsmodul auf und fragt die Zustände der Sensoren an der Tür ab.

Ist die Tür verriegelt, leuchtet die grüne LED1. Blinkt stattdessen die rote LED2 langsam, wurde die Tür zwar geschlossen, aber noch nicht verriegelt. Blinkt die rote LED2 schnell, steht die Tür offen. Zusätzlich wird dann, wenn sich niemand im Erfassungsbereich des Bewegungssensors befindet, in den beiden zuletzt genannten Fällen (LED2 blinkt) ein kurzes akustisches Signal ausgegeben, das daran erinnern soll, die Tür zu schließen bzw. zu verriegeln. Diese Abfrage



Nutzung einer Soundkarte als SDR-Empfänger für DCF77

Dr. MARTIN OSSMANN

Viele moderne Soundkarten warten mit einer Abtastrate von 192 kHz auf. Sie eignen sich somit zur Verarbeitung von Signalen mit Frequenzen bis 96 kHz. In diesen Bereich fällt u. a. der Zeitzeichensender DCF77. Nachfolgend wird passende Software beschrieben, die die Decodierung des Empfangssignals und die Darstellung der Zwischenschritte ermöglicht.

Moderne Soundkarten in PCs ermöglichen das Abtasten von Signalen mit einer Frequenz von 192 kHz. Das Abtasttheorem von Shannon besagt, dass es ausreicht, ein Signal mit einer doppelt so hohen Frequenz abzutasten wie im Signal maximal vorhanden ist. Demnach genügt solch eine Soundkarte bereits für die Signalverarbeitung von Frequenzen bis 96 kHz. Das heißt, es lassen sich z. B. der Zeitzeichensender DCF77 auf 77,5 kHz und MSF auf 60 kHz auswerten. Wie man einen für diesen Zweck geeigneten SDR-Empfänger realisiert, zeigt dieser Beitrag. Außer dem PC mit Soundkarte ist lediglich eine Aktivantenne erforderlich, die an den Line-In-Eingang der Soundkarte angeschlossen wird.

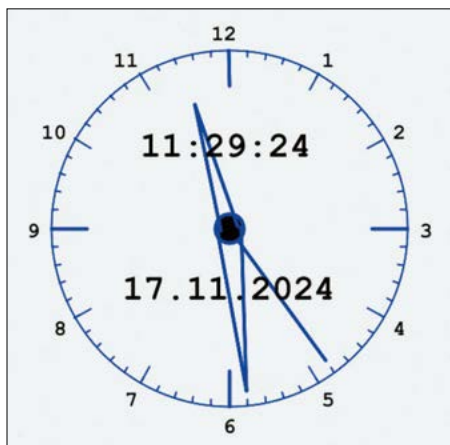


Bild 1: Grafische Darstellung der von DCF77 ausgegebenen Uhrzeit

■ PC als SDR-Empfänger

Die Software für dieses Projekt wurde mit der kostenlos auf www.processing.org verfügbaren Entwicklungsumgebung *Processing* erstellt, die auf Java basiert und über gute Grafikmöglichkeiten und die Bibliothek *minim* zur Audio-Signalverarbeitung verfügt. Damit lässt sich relativ bequem Software zum Empfang von LW-Signalen erstellen.

Heutige PCs verfügen über eine hohe Rechenleistung, sodass man die Signalverarbeitung auch bei 192 kHz Abtastfrequenz mit Fließkomma-Arithmetik durchführen

kann. Der Quelltext der Software ist dadurch gut verständlich, weil die Algorithmen geradlinig implementiert sind. Die hier gezeigten Beispiele sind besonders für jene Leser geeignet, die sich erstmals mit der digitalen Signalverarbeitung befassen. Die Software-Sammlung ist als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de verfügbar.

■ Aktive Ferritantenne

Für den Empfang des LW-Bereichs unterhalb 96 kHz nutze ich die bereits in [1] beschriebene aktive Ferritantenne mit einem MCP602 oder LM4562 als Operationsverstärker. Da sie sich fernspeisen lässt, kann sie an einem Platz außerhalb des PC-Störnebels positioniert werden.

Um die Antenne auf Resonanz abzustimmen, ist ein Wobbelgenerator hilfreich, der allerdings nicht in jeder Bastelcke vorhanden ist. Doch mit der Soundkarte lassen sich nicht nur Signale empfangen, sondern auch erzeugen. Das Programm *FASweepGen1V01.pde* bildet einen Wobbelgenerator nach. Der rechte Kanal des *Speaker*-Anschlusses dient zur Ausgabe des Wobbel Signals, der linke für ein Markersignal und der Line-in-Anschluss zur Aufnahme.

Die mit 10 Wdg. und 110 mm Durchmesser auf einem HT-Rohrstopfen realisierte Spule koppelt das Signal auf die Aktivantenne. Auf einem Zweikanaloszilloskop lassen sich dann das von der Antenne aufgenommene Wobbel Signal und das des Markers (hier 77,5 kHz) anzeigen, Bild 2.

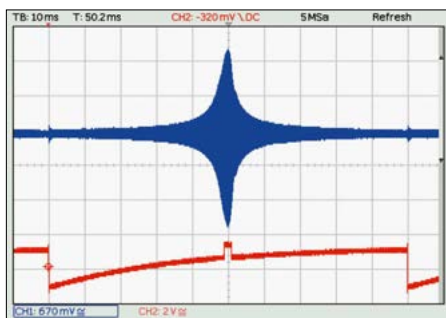


Bild 2: Wobbelkurve nach Abstimmung der Ferritantenne auf 77,5 kHz

Hat man die Resonanzfrequenz der Antenne mittels deren Drehkondensators an die des Markers gebracht, steht dem „Wellenfang“ nichts mehr im Wege. Der Wobbelgenerator kann auch im linken und rechten Kanal Sinussignale mit unterschiedlicher Frequenz und Amplitude erzeugen.

Bei guten Empfangsverhältnissen ist auch die in Bild 5 dargestellte Aktivantenne verwendbar, bei der die Spannungsversorgung direkt aus dem Mikrofoneingang der Soundkarte erfolgt, aber der Quelltext dementsprechend anzupassen ist.

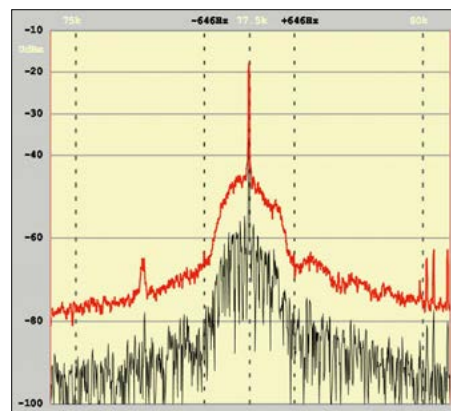


Bild 3: Spektrum des Empfangssignals

■ Empfangsspektrum

Vor der Decodierung des Empfangssignals ist es ratsam, sich dessen Spektrum anzusehen. Dafür habe ich mit dem Programm *FASpectrumAnalyzer1V01.pde* einen FFT-basierten Spektrumanalysator implementiert. Das DCF77-Signal ist in Bild 3 dargestellt. Schwarz ist das eigentliche Spektrum, rot das etwas verschobene gemittelte Spektrum, das eine glattere Kurve besitzt. Gut erkennbar ist die Spektrallinie bei 77,5 kHz. Der Spektrumanalysator gibt die Amplitude mit $U_{\text{eff}} = 4,7 \text{ mV}$ (entspricht $-33,5 \text{ dBm}$ an 50Ω) an. Es ist erkennbar, dass das Spektrum Seitenbänder bis etwa $\pm 650 \text{ Hz}$ besitzt. Diese stammen von der Phasenmodulation, die zur genaueren Erkennung der Sekundenimpulse dient.

Das Spektrum hebt sich gut vom Rauschen ab, sodass das Signal problemlos decodierbar sein sollte.

■ SDR-Frontend

Das Blockschaltbild eines typischerweise bei SDR-Konzepten verwendeten Frontends ist in Bild 6 dargestellt und das zugehörige, um Zeilennummern ergänzte Programm *FAfrontend1V01.pde* in Listing 1.

Soundkarten-Abtastung

Der A/D-Umsetzer der Soundkarte legt die Abtastwerte in einem Zwischenspeicher

ab. Wenn der Puffer gefüllt ist, holt die SDR-Software die Daten ab und verarbeitet diese. Die Verarbeitung geschieht in einer *for*-Schleife (Zeile 1), die sich über sämtliche Samples (Anzahl *nPoints*) erstreckt. Das aktuelle Sample wird immer aus dem Puffer geholt (Zeile 2). Diese Zwischenspeicherung beim Abtasten ist ein entscheidendes Hilfsmittel. Dadurch erreicht man nämlich, dass die Signalverarbeitung nur im Mittel schnell genug sein muss. Es macht nichts, wenn z. B. durch eine grafische Ausgabe die Bearbeitung einzelner Samples länger dauert.

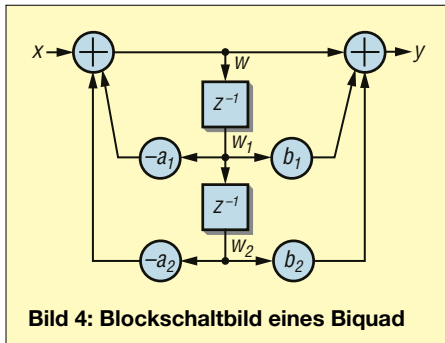


Bild 4: Blockschaltbild eines Biquad

IIR-Filter

Das digitalisierte Antennensignal durchläuft zuerst ein Bandpassfilter für 77,5 kHz (Zeile 3). Als Filter findet ein sogenanntes *IIR-Filter* (*Infinite Impulse Response Filter*) Verwendung. Solche Filter werden üblicherweise aus sogenannten *Biquads* aufgebaut, Bild 7. Mit z^{-1} wird die Verzögerung um einen Abtastschritt bezeichnet, die *a*-Koeffizienten bewirken eine Rückkopplung. Damit entspricht ein Biquad quasi einem Schwingkreis in der analogen Filtertechnik.

Die Berechnung eines Biquads ist einfach, Listing 2. Für komplexere Filter schaltet man mehrere Biquads hintereinander, deren Koeffizienten sich aus dem Filterdesign ergeben. In der vorliegenden Software sind Bandpass-, Butterworth-, Tschebyscheff- und elliptische Filter verfügbar, um mit verschiedenen Filtern experimentieren zu können. Das Eingangsbandpassfilter besteht aus einem Biquad,

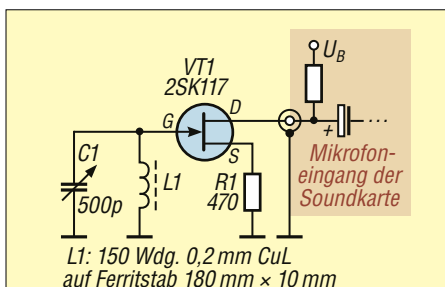


Bild 5: Einfache, aus der Soundkarte gespeiste, aktive Empfangsantenne

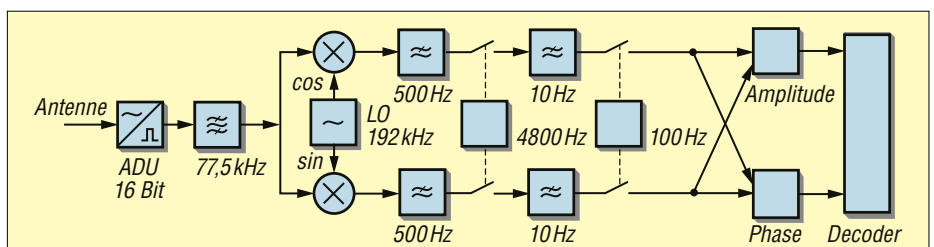


Bild 6: Blockschaltbild des SDR-Frontends; die nach dem A/D-Umsetzer dargestellten Elemente werden per Software realisiert.

das einem Schwingkreis hoher Güte entspricht. Mit dem Programm *FAShowFilterGainIV01.pde* lässt sich dessen Frequenzgang grafisch darstellen.

Lokaler Oszillator LO

Die SDR-Software verfügt über einen lokalen Oszillator (LO), um das Eingangssignal in eine niedrigere Frequenzlage umzusetzen. Oft findet in ähnlichen Programmen ein tabellenbasierter DDS-Oszillator Verwendung, was die Software nicht vereinfacht. Die Rechenleistung eines PC ist aber hoch genug für eine direkte Implementierung. Die LO-Phase wird bei jedem Abtastschritt um *LOdeltaPhase* erhöht (Zeile 4 und 5) und anschließend das Eingangssignal mit dem Cosinus (Zeile 6) und dem Sinus (Zeile 7) multipliziert. Daraus ergibt sich das Inphasen- (*II*) und das Quadraturphasen-Signal (*QQ*). Dabei findet die standardmäßig vorhandene Cosinus- und Sinusfunktion Verwendung.

Diese Herangehensweise ist auf dem PC besonders einfach, bei Mikrocontrollern aber oft nicht möglich. Meist fehlt eine Floating-Point-Unit (FPU), was die Berechnung der Winkelfunktionen ausbremst.

Downsampling und Tiefpassfilter

Wenn beim Empfang der Amplitudenverlauf erkennbar ist, genügt eine Abtastrate von 100 Hz, um die 0,1 s oder 0,2 s langen Amplitudenabsenkungen zu detektieren. Mit einem sogenannten *Downsampling* erreicht man die 100 Hz Abtastrate. Dabei wird nur jedes *N*-te Sample weitergeleitet. Vor dem Downsampling sind mit Tiefpassfiltern alle Signalanteile über $2f_{\max}$ (Shannon-Abtasttheorem) zu entfernen. Im Programm durchlaufen das *II*- und *QQ*-Signal zuerst je ein 500-Hz-Tiefpassfilter (Zeile 8 und 9), bevor sie mit 4800 Hz abgetastet werden (Zeile 10 bis 12). Nach den 10-Hz-Tiefpassfiltern (Zeile 13 und 14) erfolgt ein Downsampling mit 100 Hz.

Als Tiefpassfilter verwende ich Butterworth-Filter, die mit *float*-Zahlen implementiert wurden. Steht diese Möglichkeit

z. B. auf einem Mikrocontroller nicht zur Verfügung, sind Filter mit Integer-Arithmetik ausführen (z. B. CIC-Filter), was die Berechnung aber nicht einfacher macht.

Amplituden- und Phasenmodulation

Aus den *II*- und *QQ*-Signalen lassen sich auf einfache Weise die Amplitude (Zeile 18) und die Phase (Zeile 19) des empfangenen Signals ermitteln. Für die Amplitude wendet man den Satz des Pythagoras $\sqrt{I^2 + Q^2}$ an, für die Phase die Funktion $\text{atan2}(I, Q)$. Beide Funktionen sind ziemlich rechenaufwendig. Da die Abtastrate aber nur 100 Hz beträgt, ist das auf einem PC kein Problem. Mikrocontroller verfügen aber oft nicht über die atan2 -Funktion und man muss sich z. B. mit dem *Cordic-Algorithmus* behelfen. Anschließend liegen Amplitude und Phase mit einer Abtastrate von 100 Hz vor. Danach folgt bereits die Implementierung der DCF77-Decodierung (Zeile 20).

Listing 1: Vollständiger Quelltext des SDR-Frontends

```
for (int xk=0; xk<nPoints; xk++) { 1
  inpSignal=inpBuf[xk]; 2
  signal=inpBandpass.run(inpSignal); 3
  LOphase += LOdeltaPhase; 4
  if(LOphase>twopi) { LOphase -= twopi; } 5
  IIsig0=signal*cos( LOphase ); 6
  QQsig0=signal*sin( LOphase ); 7
  IIsig1=Ilowpass1.run(IIsig0); 8
  QQsig1=Qlowpass1.run(QQsig0); 9
  downCount1++; 10
  if(downCount1>=nDown1) { 11
    downCount1=0; 12
    IIsig2=Ilowpass2.run(IIsig1); 13
    QQsig2=Qlowpass2.run(QQsig1); 14
    downCount2++; 15
    if(downCount2>=nDown2) { 16
      downCount2=0; 17
      ampl=sqrt(sqr(IIsig2)+sqr(QQsig2)); 18
      phase=atan2(IIsig2,QQsig2); 19
      decode(); } } 20
```

Listing 2: Rechenvorschrift für ein Biquad

```
w = x - a1 * w1 - a2 * w2;
y = w + b1 * w1 + b2 * w2;
w2 = w1;
w1 = w;
```

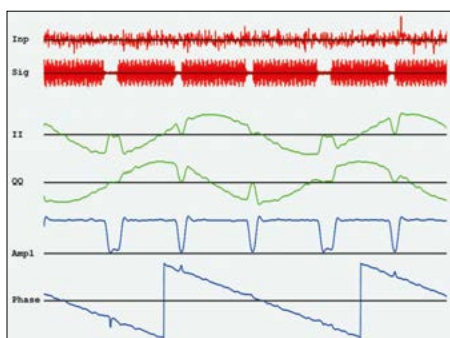



Bild 7: Debugging-Bildschirm für das SDR-Frontend

■ Software-Scope

Ein Vorteil von *Processing* auf dem PC ist, dass eine hochaufgelöste grafische Darstellung und ein Echtzeit-Debugging wie in Bild 7 möglich sind. Dafür habe ich ein Software-Oszilloskop mit mehreren Spuren implementiert. Die oberste Spur *Inp* stellt das aufgenommene Signal der Antenne dar. Erst nach dem Bandpassfilter ist in der Spur *Sig* das DCF77-Signal mit den Amplitudenabsenkungen erkennbar. Die Spuren drei und vier stellen die Signale *II* und *QQ* hinter dem zweiten Tiefpassfilter ($f_g = 10$ Hz) dar. Der cosinus- und sinusförmige Verlauf mit den Amplitudenabsenkungen ist gut erkennbar. Die Phasenmodulation ist nicht zu sehen, weil sie durch das 10-Hz-Tiefpassfilter unterdrückt wird.

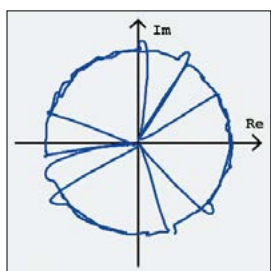


Bild 8: Ortskurve der komplexen Empfangsamplitude

Die fünfte Spur zeigt den Amplitudenverlauf *Ampl* mit den Absenkungen von 0,1 s oder 0,2 s Länge und die unterste Spur *Phase* den Phasenverlauf. Dieser ist sägezahnförmig, weil die LO-Frequenz nicht genau der Empfangsfrequenz entspricht. Während der Amplitudenabsenkungen kommen Ausreißer in der Phase vor, weil aus dem abgesenkten Signal keine gute Phasenbestimmung möglich ist.

■ Ortskurve

Man kann die Signale *II* und *QQ* auch als Real- und Imaginärteil einer komplexen Amplitude auffassen. Die Amplitude entspricht dem Betrag und ihr Winkel der Phase. Dessen zeitabhängiger Verlauf ist in einem XY-Diagramm als Ortskurve darstellbar. Für DCF77 sieht die Kurve aus, wie in Bild 8 dargestellt.

Man kann gut erkennen, dass sich die Amplitude auf einem Kreis um den Ursprung bewegt und die Linien bei Amplitudenabsenkungen zum Ursprung führen. Diese Darstellung kann beim Debugging hilfreich sein, wenn z. B. mit einer PLL die Phase geregelt werden soll.

■ PLL- und AGC-Regelkreise

Ist die DCF77-Phasenmodulation auszuwerten, dann stört der durch den Frequenzfehler bedingte, sägezahnförmige Phasenverlauf. Um die Frequenz nachzuregulieren, kommt eine PLL zum Einsatz. Dabei leitet man das *QQ*-Signal mit einem Faktor multipliziert an die Phasensteuerung des LO weiter, was einem einfachen linearen Regler entspricht. Die Realisierung zeigt das Programm *FAdcf77prn1V01.pde*.

Damit die Regelkreisverstärkung von der Empfangsamplitude unabhängig ist, regelt man zusätzlich die Signalamplitude (AGC, *Automatic Gain Control*). Dazu ist die aktuelle Amplitude durch Mittelwertbildung über viele Samples zu bilden und mit dieser Information die Eingangsskalierung nachzuregulieren. Auch das findet sich in der Software *FAdcf77prn1V01.pde*. Danach ist die Amplituden- und Phasenauswertung leicht möglich.

■ DCF77-Empfang

Wie man aus dem Amplitudenverlauf die Uhrzeit gewinnt, ist schon an den verschiedensten Stellen beschrieben worden. Deshalb gehe ich nicht näher darauf ein, erläutere aber die grafische Darstellung von Signalen zum Debugging, Bild 9. Die Software *FAdcf77prn1V01.pde* empfängt sowohl die amplituden- als auch die phasenmodulierte Information.

Sig in der obersten Spur ist das Signal hinter dem Bandpassfilter. Die etwas seltsame Darstellung ergibt sich aus der Unterabtastung des Signals. Die Signale *II* und *QQ* in den Spuren darunter schwanken jetzt nicht mehr sinusförmig. Im Signal *II* ist die Amplitudenmodulation und im Signal *QQ* die Phasenmodulation erkennbar. Die Abtastrate beträgt $3 \cdot 77,5 \text{ kHz} / 120 = 1937,5 \text{ Samples/s}$. Damit lässt sich die Phasenmodulation mit $77,5 \text{ kHz} / 120$ gut auflösen. Die vierte Spur (*Ampl*) zeigt die sauber erfasste Amplitude. Die fünfte Spur zeigt den *Timer* zur Längenmessung der Amplitudenabsenkungen. Es ist gut erkennbar, wie weit der Timer jeweils zählt.

In Spur sechs ist die empfangene Phase dargestellt. Aufgrund der PLL schwankt diese aufgrund der pseudozufälligen Phasenmodulation um die Nulllinie. Die

unterste Spur zeigt das Korrelationssignal mit der Phasenmodulation. Die Spitzen im Sekundenabstand sind gut zu erkennen, ihre Polarität liefert den Bitwert.

Zusätzlich wird die Uhrzeit dargestellt, wie in Bild 1 zu sehen. Auch für diese Darstellung in Echtzeit reicht die Rechenleistung des PC. Damit ist der Uhrzeitempfänger vollständig. Das in der Sammlung ebenfalls vorhandene Programm *FAdcf77am1V01.pde* wertet die AM aus.

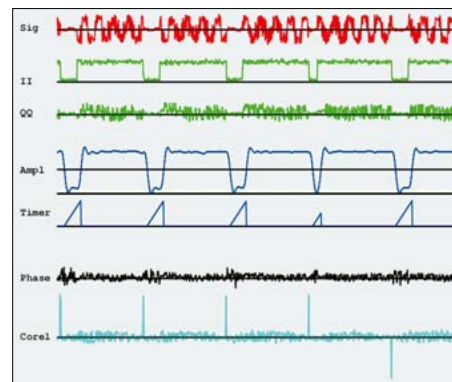


Bild 9: Debugging-Grafik für den DCF77-Empfang
Screenshots: Oßmann

■ Ergänzungen und Fazit

In der Ergänzung zum Beitrag sind im Download-Bereich auf www.funkamateur.de zusätzlich ein zum Empfang des britischen Zeitzeichensenders MSF60 nutzbares Programm und die zugehörige Debugging-Grafik enthalten. Dieses Programm ähnelt dem für DCF77 beschriebenen.

Außerdem werden in der Ergänzung Hinweise gegeben, wie sich der Empfang auf Basis eines Web-SDR realisieren lässt. Das vorgestellte Projekt zeigt, dass zur SDR-Implementierung für den LW-Bereich ein PC mit Soundkarte genügt. Die hohe Rechenleistung erlaubt die Verwendung von Fließkommazahlen und einfacher Algorithmen. Die hohe Auflösung des A/D-Umsetzers der Soundkarte ermöglicht auch den Empfang relativ schwacher Signale. Durch die grafische Ausgabe kann man quasi in die Software „hineinschauen“, was eine große Hilfe bei Anpassungen darstellt.

ossmann@fh-aachen.de

Literatur

- [1] Oßmann, M.: Aktive Ferritantenne mit Low-Power-Operationsverstärker. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 1, S. 51
- [2] Oßmann, M.: Praxiserprobte Softwaremodule für SDR-Projekte. FUNKAMATEUR 71 (2022) H. 1, S. 26–28; H. 2, S. 119–121
- [3] Oßmann, M.: Web-SDR-Empfang auf Langwelle mit Datencodierung. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 6, S. 450–453

Pulsbreitenmodulator im Klasse-E-Betrieb für den AM-Minisender (1)

THOMAS SCHILLER – DC7GB

In [1] wurde ein experimenteller AM-Minisender beschrieben, mit dem Versuche zur NF-Aufbereitung und Hörtests möglich waren. Wegen seines einfachen Aufbaus kam dabei ein additiver Modulator zum Einsatz. Kommerzielle AM-Sender verwenden jedoch heutzutage meist einen Pulsbreitenmodulator, da dieser deutlich effizienter arbeitet. Die zugrundeliegende Schaltungstechnik ist auch für Funkamateure und Hobbyelektroniker interessant. Sie wird im Folgenden vorgestellt.

Einen Pulsbreitenmodulator (engl. *Pulse Width Modulator*, PWM) findet man im Amateurfunkbereich bislang nur selten. Daher lag es nahe, dieses Konzept im Zusammenhang mit dem in [1] beschriebenen AM-Minisender zu untersuchen und nachstehend näher zu erläutern.

■ Blockschaltbild

An der NF-Aufbereitung gibt es gegenüber dem AM-Minisender [1] keine grund-

für Mittelwelle normgerechte Begrenzung auf eine NF-Bandbreite von 4,5 kHz zu erhalten. Zusammen mit dem NF-Stereo-Mischer und dem symmetrischen Begrenzer ist alles in Bild 2 im Block *NF-Aufbereitung* zusammengefasst. Die Schaltung des PWM-Modulators ist in Bild 3 zu sehen. Der Ausgang der NF-Aufbereitung ist symmetrisch, damit der niederfrequente Störabstand durch die relativ hohen Impulsströme der nachfolgenden Stufen mög-

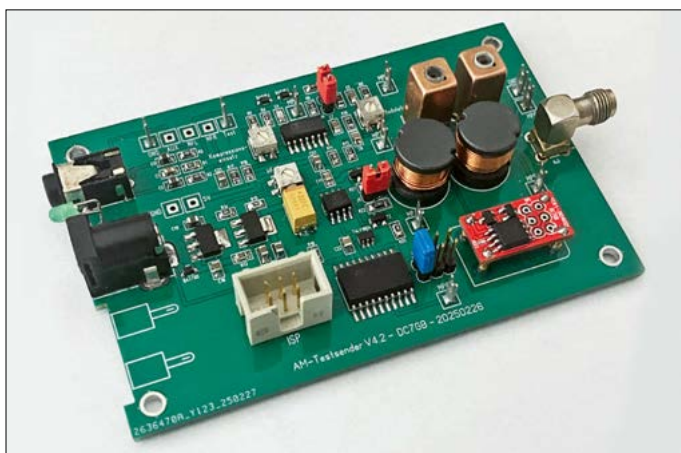


Bild 1:
Prototyp des
AM-Minisenders
mit Pulsbreiten-
modulator

Fotos und Screenshots: DC7GB

legenden Änderungen. In der endgültigen Schaltung (siehe FA-Download-Bereich zu [1]) wurde im NF-Pfad lediglich der unsymmetrische FET-Verzerrer entfernt, da sich sein hörbarer Einfluss als zu gering herausgestellt hatte. Die letzte NF-Stufe der aktuellen Schaltung ist ein Tiefpass 3. Ordnung, um eine

lichst unbeeinflusst bleibt. Durch die Symmetrierung des NF-Signals entfällt der Massebezug. Störspannungen zwischen verschiedenen Massepunkten können sich dann nicht mehr auf das Signal übertragen. Die weitere Aufbereitung erfolgt in einem Mikrocontroller *ATtiny861*, der über ei-

nen zur Erzeugung von PWM-Signalen höherer Frequenz an den Systemtakt angebundenen PLL-Oszillator für 64 MHz verfügt. Der Schaltungsaufwand reduziert sich durch den digitalen PWM-Modulator ganz erheblich.

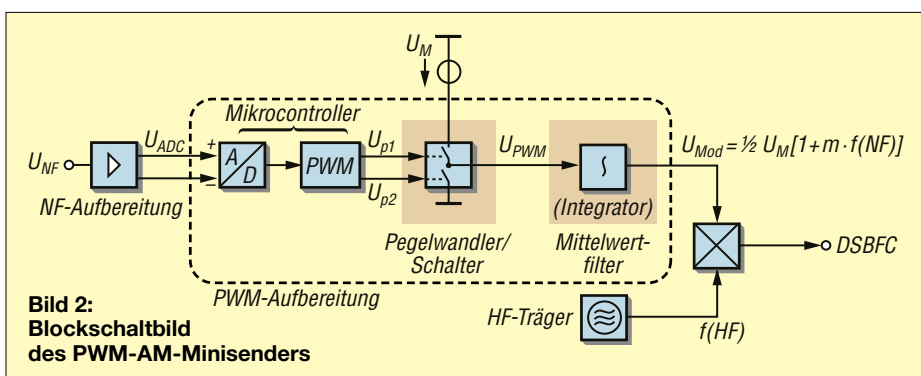
Allerdings gibt es durch die Abtastrate von $16 \mu\text{s}$ pro Analogwert und wegen der Laufzeit des nachfolgenden Mittelwertfilters von etwa $67 \mu\text{s}$ bei $f = 1 \text{ kHz}$ eine Verzögerung. Diese äußert sich in einer Phasenverschiebung von etwa 30° bei 1 kHz, die eine breitbandige Gegenkopplung zur Kompensation von Nichtlinearitäten erschwert. Es besteht die Gefahr einer Selbsterregung. Die Schaltung wird daher ohne diese Option untersucht.

■ A/D-Umsetzer

Der NF-Eingang des *ATtiny861* in der PWM-Aufbereitung, Bild 2, ist symmetrisch auf eine Referenz von 2,5 V bezogen. Der Aussteuerbereich beträgt am A/D-Umsetzereingang $\pm 0,55 \text{ V}$. Dieser „krumme“ Wert wird von der temperaturkompensierten Referenzspannung von 1,1 V des A/D-Umsetzers (ADU) im Mikrocontroller vorgegeben. Der maximale Eingangspegel für $m = 1$ darf diesen Absolutwert nicht überschreiten, da es sonst zu einer Begrenzung kommt. Eine Modulation über 100 % hinaus ist nicht möglich. Beim normgerechten AM-Rundfunk ist der Modulationsgrad aber ohnehin auf $m = 0,5$ beschränkt, um Verzerrungen beim abendlichen Mehrwegeempfang gering zu halten.

Das zehnte Bit des ADU signalisiert im vorliegenden Fall eine Übersteuerung. Übersteigt das NF-Signal den maximalen Modulationsgrad $m = 0,5$, so wird das Bit 10 durch die Signalspitzen unregelmäßig auf 1 gesetzt. Die entstehenden Impulse werden erkannt und mit einer blinkenden LED als Warnung angezeigt. Bis kurz vor $m = 1$ bleibt die Digitalisierung weiterhin linear. Durch die nur halb genutzte Aussteuerung ändert sich das Tastverhältnis des PWM-Signals zwischen 25 % und 75 % (Differenz: 50 %). Dadurch können keine zu kurzen Impulse im PWM-Signal entstehen, bei denen sich ggf. Speichereffekte der MOSFETs ungünstig auf die Modulationslinearität auswirken.

Das NF-Signal wird durch den ADU mit einer Rate von 40 000 Samples/s abgetastet. Dies ist über viermal schneller, als es das Abtasttheorem erfordert. Die notwendige Bandbegrenzung auf 4,5 kHz erfolgt in der letzten Stufe der NF-Aufbereitung mit einem Tiefpassfilter 3. Ordnung. Flankensteilheit und Überabtastung



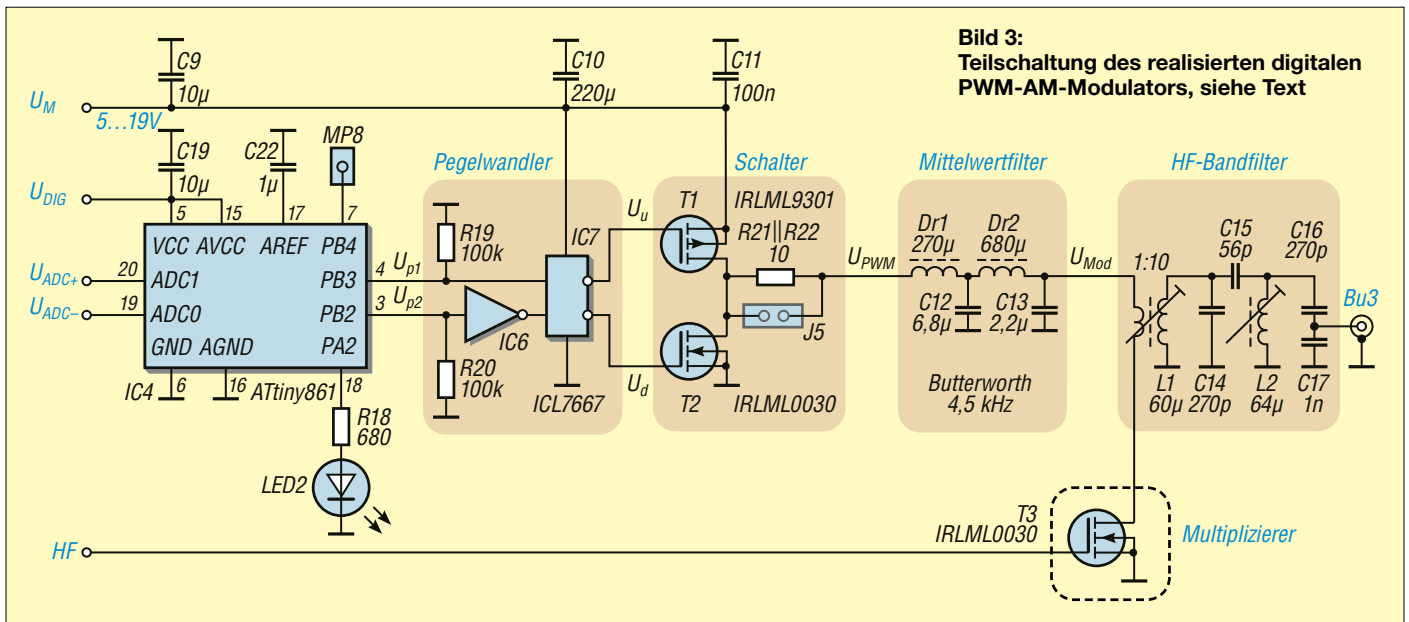


Bild 3:
Teilschaltung des realisierten digitalen
PWM-AM-Modulators, siehe Text

(Oversampling) ergeben zusammen eine sehr hohe Alias-Unterdrückung von NF-Anteilen oberhalb 4,5 kHz. Die Abtastung erfolgt mit einem *Sample-and-Hold*-Glied. Änderungen am Eingangssignal während der Digitalisierung können – anders als z. B. in [2] – keine Fehlwerte erzeugen, sodass eine Gegenkopplung zur Reduktion von möglicherweise entstandenen Verzerrungen im digitalen PWM nicht nötig ist.

Der hier beschriebene PWM-Generator wird durch die höhere Abtastrate alle 25 μs mit einer neuen Stichprobe des NF-Signals (*Sample*) versorgt. Nach dem Abtasttheorem wäre dazu nur ein 9-kHz-Takt, also ein Auffrischen alle 111 μs nötig. Die fast vierfach höhere Anzahl von Abtastwerten führt durch die Zwischenwerte bei einem nicht zur Abtastung synchronen Signal (dies ist der Regelfall) statistisch zu einem Auflösungsgewinn von 1 Bit. Das niederfrequente Signal-Rausch-Verhältnis erreicht damit im Mittel einen Wert von $\text{SNR} = (9 + 1) \text{ Bit} \cdot 6 \text{ dB/Bit} = 60 \text{ dB}$.

Dies ist für Sprache und auch Musik völlig ausreichend. Hi-Fi-Qualität ist wegen der Bandbegrenzung auf 4,5 kHz ohnehin nicht möglich.

■ PWM-Generator

Das Funktionsprinzip der PWM wurde in [3] bereits ausführlich zusammen mit Hinweisen zur Dimensionierung und Optimierung beschrieben. Das PWM-Signal entsteht im Mikrocontroller durch ständigen Vergleich eines mit 64 MHz getakteten 10-Bit-Zählers mit einem einstellbaren Zahlenwert. Der Zähler durchläuft alle 16 μs den Bereich von 0 bis 1023 und wird dabei laufend mit dem einstellbaren Referenzwert verglichen. Ist der Zählerstand kleiner, liefert der Ausgang ein L-Signal, anderenfalls ein H-Signal. Das entstehende Impuls-Pause-Verhältnis ist daher von der Größe des Vergleichswerts abhängig.

Das PWM-Signal selbst hat eine Grundfrequenz von $64 \text{ MHz}/2^{10} = 62,5 \text{ kHz}$. Diese ist fast 14-mal höher als die maxi-

male NF-Frequenz von 4,5 kHz, sodass eine Mittelwertbildung durch das nachgeschaltete Filter problemlos möglich ist. Der Mittelwert des modulierten PWM-Signals entspricht dem ursprünglichen analogen NF-Signal. Beim Umtasten entstehen praktisch keine Verluste. Die Mittelwertbildung kann sehr verlustarm sein, sodass – ähnlich wie in einem Schaltungsnetzteil – hohe Wirkungsgrade von über 90 % zu erwarten sind. Analoge Modulationsverstärker können dies nicht erreichen, denn deren Signalsteuerung basiert auf einer grundsätzlich verlustbehafteten Widerstandsänderung in einem aktiven Bauelement.

Der Vergleichswert wird vom ADU geliefert und alle 25 μs neu eingestellt. Die Periodendauer des PWM-Signals ist mit $1/62,5 \text{ kHz} = 16 \mu\text{s}$ etwas kürzer, sodass fast in jeder PWM-Periode ein aktualisierter Vergleichswert verwendet werden kann. Dadurch entstehen mehr PWM-Zwischenwerte, als nach dem Abtasttheorem nötig wären. Nach dem Mittelwertfilter ergibt dies – wie im letzten Abschnitt bereits statistisch begründet – für sich ändernde NF-Signale einen kontinuierlicheren Signalübergang und damit ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis.

■ Pulsbreiten-Feineinstellung

Die Probleme des unerwünschten Querstroms beim Umschalten von CMOS-Stufen wurden bereits in [3] beschrieben. Abhilfe ist durch ein Verzögern der Schaltflanken der beiden ansteuernden Signale U_u und U_d möglich, siehe Bild 4. Die dadurch entstehende Totzeit (44 ns in Bild 4) kann von 0 bis 2 μs in Stufen per Software eingestellt werden. Sie verhindert, dass beide FETs während des

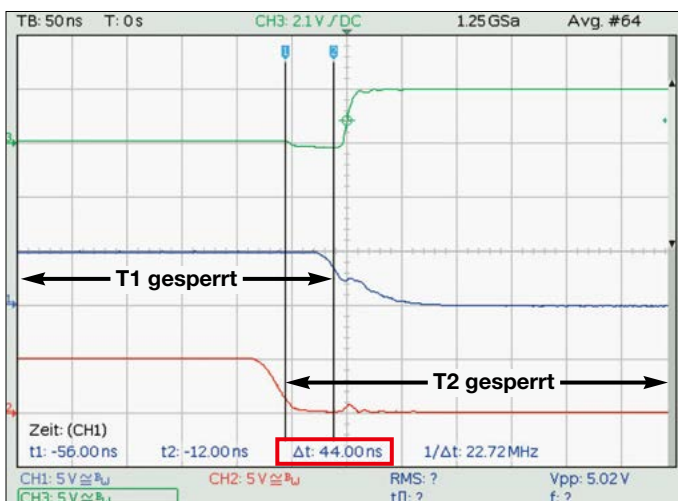


Bild 4:
Nicht überlappende
Ansteuerung des
Schalters mit U_u
(blau) und U_d (rot).
Die grüne Kurve ist
das Ausgangssignal
des Schalters.
Die im PWM-Genera-
tor eingestellte
Verzögerung (delay)
beträgt etwa 44 ns.
Während dieser Zeit
sind T1 und T2
gesperrt.

Umschaltens gleichzeitig leitend sind. Ein zu Verlusten führender, hoher Querstrom durch beide MOSFETs wird dadurch vermieden.

Die Gate-Signale U_u und U_d in Bild 4 stammen vom integrierten Pegelwandler IC7. Dessen Ausgänge sind nicht so niederohmig wie eine CMOS-Gegentaktstufe (siehe den steileren Signalsprung im grünen Signal in Bild 4). Die Signalfanken des Pegelwandlers fallen deshalb etwas langsamer ab. Im roten Signal (U_d an T2) sieht man in der Bildmitte unten eine etwa 15 ns lange Spitze. Diese wird durch die Rückwirkungskapazität $C_{\text{rss}} \approx 39 \text{ pF}$ von T2 beim L-H-Wechsel des Ausgangssignals (grün) hervorgerufen und zeigt, dass der Ausgangswiderstand von IC7 relativ hochohmig ist. Andernfalls wäre diese Spitze sehr viel schmaler und kaum noch zu erkennen. Einen ähnlichen Effekt erkennt man zum gleichen Zeitpunkt im blauen Ansteuersignal von T1. Beide Spitzen sind jedoch so klein, dass es zu keiner Fehlfunktion kommt.

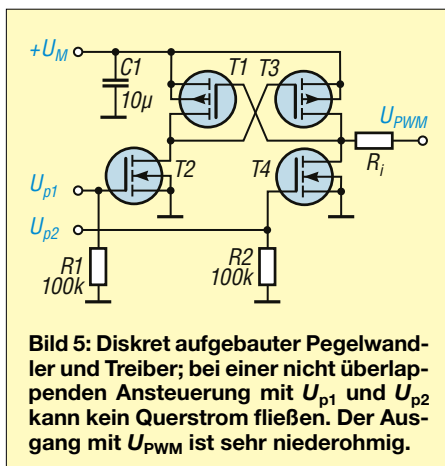
Durch die zwangsläufig erforderliche Totzeit reduziert sich auch die zur Verfügung stehende Zeit zur Energieübertragung in das nachfolgende Mittelwertfilter. Der Verlust liegt hier jedoch nur bei $100 \cdot 44 \text{ ns} \cdot 62,5 \text{ kHz} = 0,28 \%$ und ist daher zu vernachlässigen. Mit höherer PWM-Frequenz steigt allerdings bei gleicher Schaltung auch dieser Verlust!

■ Pegelwandler und Schaltstufe

Der Pegelwandler (*Level Shifter*) ist eine optionale Erweiterung, mit der sich die Ausgangsleistung des Senders einstellen lässt. Er dient im Aufbau zur Demonstration des Vorteils eines PWM-Amplitudenmodulators. Seine Aufgaben sind die Anhebung des 5-V-PWM-Signals auf einen Wert zwischen 5 V und 15 V sowie die niederohmige Ansteuerung des Mittelwertfilters.

Eine Treiberstufe, bestehend aus zwei komplementären MOSFETs, wäre hier etwas problematisch, da der Schaltpunkt des P-Kanal-MOSFETs als Source-Gate-Spannung vom Source-Potenzial abhängt. Dieses liegt aber auf dem beliebig einstellbaren Spannungswert U_M , sodass eine unmittelbare Ansteuerung des Gate-Anschlusses nicht möglich ist. Eine Umkehrstufe mit Arbeitswiderstand würde das Impulsverhalten viel zu stark verschlechtern.

Eine Lösung besteht darin, zwei invertierende CMOS-Endstufen „gegeneinander“ zu schalten, Bild 5. Diese Konstellation sorgt dafür, dass die Gate-Anschlüsse von T1 und T3 sehr niederohmig durch T4



bzw. T2 angesteuert werden und ihren aktuellen Zustand auch während der Totzeit halten können. Die Funktion ähnelt wegen der Kreuzkopplung der eines RS-Flipflops. Auch sind zwei Eingänge zum Umschalten erforderlich. R1 und R2 garantieren bei offenen Eingängen ein definiertes Nullpotenzial an den Gate-Anschlüssen. Anderenfalls würden beide Zweige dauerhaft durchgeschaltet, was einen sehr hohen Querstrom und damit die Zerstörung aller Transistoren zur Folge hätte.

Die Umschaltsschwellen der Ansteuerung für U_{p1} und U_{p2} liegen bei etwa 1,5 V und sind ab einem Minimalwert von $U_M \approx 4$ V fast unabhängig von U_M . Die Kreuzkoppelung der beiden Gegentaktstufen führt dazu, dass diese wechselseitig und beschleunigt durch die N-Kanal-MOSFETs T2 und T4 durchgeschaltet werden. Dies ist für die meisten P-Kanal-MOSFETs bis zu einer maximalen Gatespannung von $U_M = U_{GS} \approx 20$ V möglich.

Eine Schaltungserweiterung für höhere Spannungen als 20 V ist nicht ganz einfach, denn bei der Auswahl der Transistoren sind die Werte für deren Einschaltwiderstand $R_{DS(on)}$ sowie der internen La-

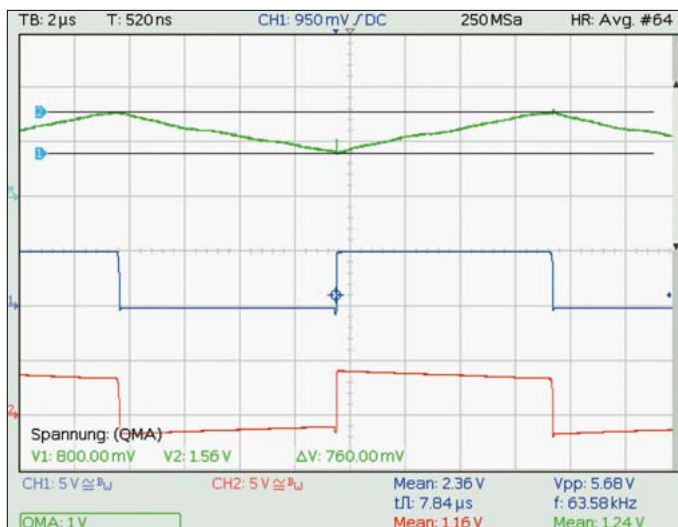


Bild 6:
Der Eingangsstrom des Mittelwertfilters (grün) steigt und fällt nahezu linear. Die blaue Kurve zeigt das Signal am Ausgang des Schalters und die rote das Signal am Eingang des Filters. Die Messung erfolgte bei offener Steckbrücke J5. Wirksam waren dann $R21/R22 = 10 \Omega$.

dungen Q_g und Q_{gs} sehr wichtig. Leider sind diese Parameter bei MOSFETs gegenläufig. Da kaum Schaltverluste auftreten, können problemlos sogar SMD-MOSFETs im SOT-23-Gehäuse verwendet werden. MOSFETs mit größeren Bauformen sind zwar meist noch niederohmiger, haben aber deutlich höhere Gate-Kapazitäten, die die Schaltzeit wiederum stark beeinflussen.

Im aktuellen Aufbau ist der Pegelwandler mit IC7 (ICL7667) und einem dann nötigen Inverter IC6 (74HC04) realisiert. Seine Eigenschaften sind kaum anders als die der diskreten Version nach Bild 5. Ein Vorteil ist, dass der Schalter dann getrennt aufgebaut ist und geringere Rückwirkungen hat.

■ Mittelwertfilter

Die Aufgabe dieses Filters besteht in der Rückgewinnung des niederfrequenten Modulationssignals. Schaltstufe und Filter bilden die Energieversorgung des Modulators. Der Pegel am Filterausgang ist von der Pulsbreite und dem Maximalwert U_M des PWM-Signals abhängig.

Ohne Modulation ($m = 0$) hat das PWM-Signal ein Puls-Pause-Verhältnis von 1 : 1. Sein Mittelwert beträgt dann $\frac{1}{2} U_M$. Diesem Wert wird bei Modulation das NF-Signal überlagert. Beim Maximalwert $m = 1$ schwankt das Filterausgangssignal dann zwischen 0 und U_M im Takt der aufgetragenen Modulation. Die Grenzbereiche werden wegen $m = 0,5$ aber nie erreicht.

Verringert man U_M , nimmt die PWM-Amplitude proportional und verzerrungsfrei ab. Das Verhältnis zwischen Spitzen- und Mittelwert bleibt konstant, d.h. ein damit modulierter AM-Sender behält bei Abnahme von U_M den zuvor wirkenden Modulationsgrad. Es ändert sich nur die Ausgangsleistung des Senders.

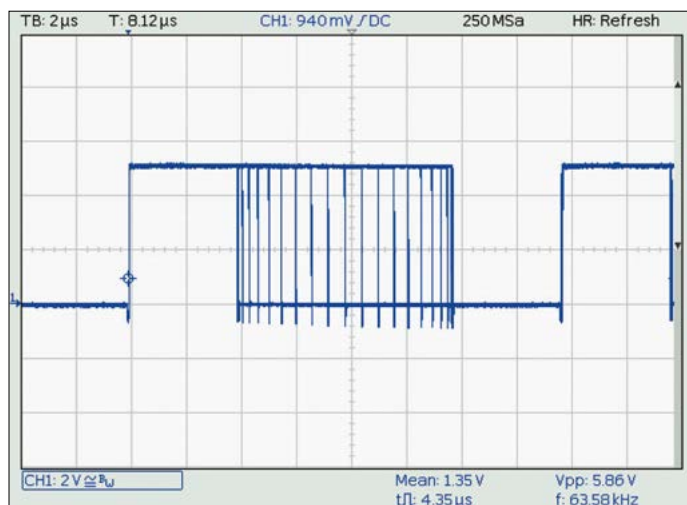


Bild 7: PWM-Signal am Filtereingang bei sinusförmigem Modulationssignal mit $m = 0,5$. Das Puls-Pause-Verhältnis wird von 25 % bis 75 % moduliert, siehe Text.

Das Filter ist ein Integrator, der den Mittelwert bildet. Schaltungstechnisch handelt es sich um ein Tiefpassfilter. Dessen obere Grenzfrequenz muss mindestens der maximal zu übertragenden NF-Frequenz entsprechen. Diese beträgt beim MW-Rundfunk 4,5 kHz. Höhere Eckwerte sind möglich, verringern aber die PWM-Signalunterdrückung des Filters. Als Charakteristik ist *Butterworth* eine zumeist gute Wahl.

Das Filter muss die PWM-Frequenz, im vorliegenden Fall 62,5 kHz, im Ausgangssignal unterdrücken. Das kleinste Frequenzverhältnis zwischen Sperr- und Durchlassfrequenz ist somit 62,5 kHz/4,5 kHz $\approx 13,9$. Dies ist etwas mehr als eine Dekade. Mit einem LC-Filter erhält man ein Filter 2. Ordnung. Pro Dekade und Ordnung ist damit ab einem gewissen Abstand zur Grenzfrequenz eine Dämpfung von 40 dB erreichbar. Mit zwei LC-Filtern in Reihe wären also bis zu 80 dB pro Dekade möglich. Im Versuchsaufbau lag der gemessene Wert bei 62 dB.

Zur Berechnung fehlt nun noch die Filterimpedanz. Sie beeinflusst das innere LC-Verhältnis. Zu praxistauglichen Werten kommt man mit einem Wert $Z = 10 \Omega$. Größere Abweichungen führen entweder zu höheren Kapazitätswerten, die mit üblichen Bauelementen nur schwierig zu realisieren sind, oder aber zu großen Induktivitätswerten mit entsprechend hohen ohmschen Verlusten.

Zur Berechnung ist z. B. der Online-Rechner in [4] gut geeignet. Als *Topology* muss entsprechend der Schaltung in Bild 3 der Eintrag *Series first* gewählt werden. Mit der Vorwahl *Standard-Komponenten* und für die Kondensatoren *E6-Werte* ergeben sich die in Bild 3 angegebenen Bauelemente.

Der Eingangswiderstand des Filters ist wegen D_{r1} stark induktiv und nicht konstant. Dies zeigt auch der angenähert lineare Verlauf des Umladestroms am Filtereingang, die grüne Linie in Bild 6. Das Filter arbeitet für die PWM-Frequenz als Absorber. Es kann daher zumindest bei 62,5 kHz keinen Rückfluss zum Schalter geben.

Der Filterausgang liegt an T3, der eine nicht angepasste Energiequelle darstellt. Das dort stehende NF-Signal läuft zum Filtereingang zurück, wird dabei durch die Verluste der Drosseln gedämpft und am Filtereingang an einem Schalterwiderstand $R_i \approx 0 \Omega$ „reflektiert“. Es durchläuft dann wieder das Filter, wird erneut gedämpft und überlagert nach zwei Laufzeiten das dort stehende Filterausgangssignal. Die Höhe der Wirkung ist nicht einfach anzugeben, da die Filterimpedanz Z und damit auch die Reflexion stark frequenzabhängig sind. Dazu sind weitere Messungen nötig.

Da die Gruppenlaufzeit des *Butterworth*-Filters nicht konstant ist, ist die Laufzeit von der Frequenz des NF-Signals abhängig. Ob dies hörbar ist, muss noch untersucht werden. Gegebenenfalls erhält man mit einer *Bessel*-Charakteristik des Mittelwertfilters ein günstigeres Verhalten. Die PWM-Signalunterdrückung im HF-Signal nähme bei einer *Bessel*-Filtercharakteristik allerdings etwas ab. Dies würde dann ein Filter 6. Ordnung erfordern und im Prinzip auch die Filterverluste erhöhen.

Der Eingangsstrom wird über einen Spannungsabfall an $R_{21}||R_{22} = 10 \Omega$ zwischen dem Ausgang des Schalters und dem Filtereingang gemessen. Der Spannungsabfall (grüne Kurve in Bild 6) berechnet sich durch Differenzbildung. Laufzeitunterschiede der Messleitungen machen

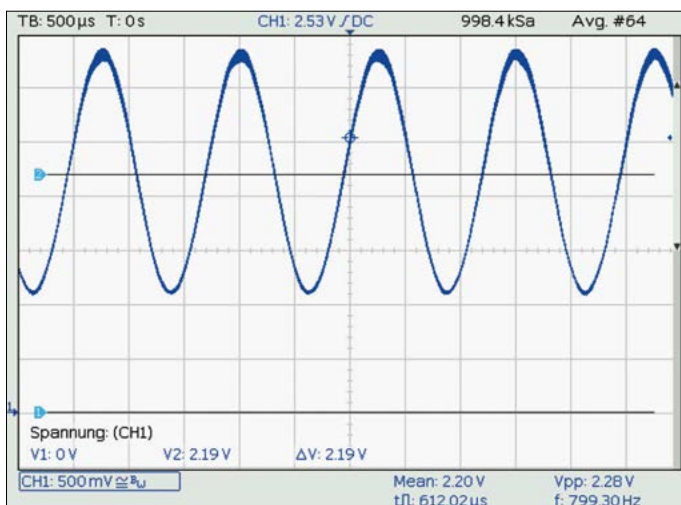


Bild 8: Ausgangssignal des Filters bei Ansteuerung gemäß Bild 7; durch Verluste in den Drosseln D_{r1} und D_{r2} sinkt die mittlere Gleichspannung von 2,5 V auf 2,19 V ab.

sich deshalb an den Flanken durch kleine Spitzen bemerkbar, die in der Schaltung aber gar nicht vorhanden sind. Der sägezahnförmige Stromverlauf entsteht durch Auf- und Entladung des Filters über die Eingangs-drossel D_{r1} . Er folgt einer *e*-Funktion, die zu Beginn nahezu linear verläuft.

Ohne Filterverluste müsste der Gleichspannungsanteil am Ausgang bei $U_M/2$ und somit 2,5 V liegen. Tatsächlich sind es laut Bild 8 aber nur 2,19 V. Der Spannungsabfall entsteht am Gleichstromwiderstand der Drosseln, der insgesamt etwa 1Ω beträgt. Daraus kann der Filterverlust mit $P_{Dr} \approx (2,5 \text{ V} - 2,19 \text{ V})^2/1 \Omega \approx 96 \text{ mW}$ abgeschätzt werden. Hinzu kommen noch magnetische Verluste der Drosselferrite, die sich durch nicht lineare Verzerrungen bemerkbar machen.

Die Bilder 7 und 8 zeigen die Wirkung der Rekonstruktion des Mittelwertfilters. Das Eingangssignal in Bild 7 wird für $m = 0,5$ zwischen 25 % und 75 % im Puls-Pause-Verhältnis mit einem 800-Hz-Sinussignal moduliert. Die negativen Überschwinger entstehen durch magnetische Einkopplung und sind nicht weiter relevant. Das Filterausgangssignal in Bild 8 besteht aus der mittleren Gleichspannung von $\Delta U = 2,19 \text{ V}$, der die Modulation von etwa $U_{SS} \approx 2,28 \text{ V}$ überlagert ist.

(wird fortgesetzt)

Literatur

- [1] Schiller, T., DC7GB: Experimenteller AM-Minireceiver für alte Mittelwellenradios. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 7, S. 550–554
- [2] Caldwell, J.: Analog Pulse Width Modulation. Texas Instruments, 2013; Application *SLAU508*
- [3] Schiller, T., DC7GB: Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 6, S. 458–460, H. 7, S. 544–546
- [4] Marki Microwave: LC Filter Design Tool. <https://markimicrowave.com/technical-resources/tools/lc-filter-design-tool>

Blumengießautomat für Zimmer, Balkon und Terrasse

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Pflanzen benötigen Wasser, um zu gedeihen. Sie sind deshalb regelmäßig zu gießen. Während im Garten ein Zuviel kaum auftreten kann, ist die Erde von Pflanzen im Zimmer oder auf dem Balkon schnell zu trocken oder zu feucht. Beides ist nicht gut und sollte deshalb vermieden werden. Der nachfolgend beschriebene Blumengießautomat vereinfacht die erforderlichen Überwachungs- und Gießtätigkeiten.

Pflanzen im Wohnraum, im Büro, auf dem Balkon oder einer Terrasse tragen zum Wohlbefinden bei – wenn nur das lästige Gießen nicht wäre. Ist die Erde in den verwendeten Behältern jedoch zu trocken oder zu nass, verwelken bzw. „ertrinken“ die Pflanzen. Bei einfachen Gießautomaten, die sich in festgelegten Abständen aktivieren, fehlt oft eine Rückmeldung zur Bodenfeuchte.

melndes Wasser ablaufen. Während das austretende Wasser auf dem Balkon oder der Terrasse durch dort vorhandene Abflüsse abgeleitet wird, steht die Pflanze in einem Blumentopf mit Untersetzer letztendlich doch wieder im Nassen. Außerdem hat jeder Untersetzer nur ein begrenztes Fassungsvermögen. Abhängig von der Umgebungstemperatur trocknet torfhaltige Erde schnell aus.



Bild 1: Den Blumengießautomaten habe ich mit Erfolg bei den Pflanzen in meinen Balkonkästen getestet. Die zweite Wasserpumpe befindet sich noch nicht im Wasserbehälter.

Foto: Sander

In [1] wurde bereits ein einfacher Blumen-gießautomat beschrieben. Doch die damit erzielten Ergebnisse waren leider eher bescheiden, was an den nach relativ kurzer Zeit auszuwechselnden Pflanzen erkennbar war. Nach Recherchen zum Thema entstand der nachstehend beschriebene Gießautomat, der auf Basis mehrerer Sensoren die Wasserzufuhr steuert.

■ Überwachungskriterien

Die in Baumärkten angebotene Pflanzen-erde enthält oft einen hohen Anteil an Torf. Dieser ist zwar ein Naturprodukt, doch er speichert im Gegensatz zu richtiger Blumenerde kaum Wasser. Bei torfhaltiger Erde trocknet die obere Schicht im Blumenkasten recht schnell aus, während sich das Wasser im unteren Bereich sammelt. Diese sogenannte *stauende Nässe* vertragen jedoch die wenigsten Pflanzen.

Abhilfe schaffen Löcher in der Unterseite der Blumenkästen oder -töpfe. Durch diese kann sich im unteren Bereich sam-

Für Pflanzen ist jedoch das sogenannte *Haftwasser* im Erdboden wichtig, das zur *Bodenfeuchte* führt. Unter dem als *Welkepunkt* bezeichneten Wert können die Pflanzenwurzeln kein Wasser aufnehmen. Eine zu hohe Bodenfeuchte wirkt sich ebenfalls nachteilig aus. Daher ist unabhängig von der verwendeten Erde die Bodenfeuchte im gesamten Pflanzenbehälter zu überwachen und auch die Umgebungstemperatur zu berücksichtigen. Außerdem sollte das Gießwasser nur langsam zugeführt werden, da es sich

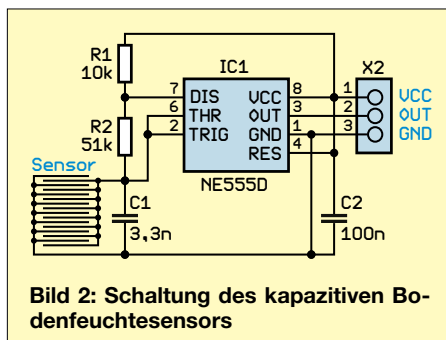


Bild 2: Schaltung des kapazitiven Bodenfeuchtesensors

dann aufgrund des Kapillareffekts besser in der Erde verteilt. Ein Wasserstrahl läuft nahezu sofort durch.

Befolgt der Gießautomat dann noch den Grundsatz erfolgreicher Gärtner, nur dann zu gießen, wenn die Sonneneinstrahlung das Wasser an der Oberfläche nicht gleich wieder verdunsten lässt, sollten auch Topfpflanzen über längere Zeiträume gedeihen.

■ Steuerungsmodul

Die Schaltung des Steuerungsmoduls ist in Bild 3 dargestellt. Als Mikrocontroller findet ein ATmega328P-AU Verwendung. Eine genaue Frequenzmessung der von den Feuchtesensoren abgegebenen Signale ist nur bei der Taktung des Mikrocontrollers mit 16 MHz sichergestellt. An die Pins PD0 und PD1 des Mikrocontrollers sind die beiden Transistoren T1 und T2 angeschlossen. Über diese werden die Relais REL1 und REL2 angesteuert. Deren Kontakte sind an den Schraubklemmen X9 und X10 herausgeführt und dienen zur Steuerung von Wasserpumpen. Die zu den Relaiswicklungen parallelgeschalteten Dioden D1 und D2 begrenzen die beim Abschalten der Relais durch Selbstinduktion entstehende Spannung auf 0,7 V, wodurch Defekte an den Transistoren vermieden werden.

An die Pins PD2 bis PD5 sind über X3 bis X6 vier Sensoren anzuschließen. Diese liefern jeweils ein Signal mit einer von der Bodenfeuchte abhängigen Frequenz, die mithilfe der im ATmega328P-AU integrierten Timer gemessen wird. Die an X3 und X4 angeschlossenen Sensoren sind dem ersten Behälter zugeordnet, die an X5 und X6 dem zweiten, wobei an der Klemme mit der kleineren Nummer jeweils der oben liegende Sensor angeschlossen werden muss und an der anderen der auf dem Boden angeordnete. Der an X2 angeschlossene Fototransistor TEPT4400 arbeitet mit R2 als lichtabhängiger Spannungsteiler. Die Spannung wird durch den A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers eingelesen und zur Erkennung des anbrechenden Morgens genutzt.

Die Pins SDA und SCL des I²C-Busses des Mikrocontrollers sind an X7 herausgeführt. An diesen Steckverbinder sind zwei Temperatursensoren anzuschließen.

Die an den Pins PB0 bis PB2 angeschlossenen LEDs signalisieren im Wechsel die Bodenfeuchte in beiden Behältern. Bei korrekter Bodenfeuchte leuchtet die grüne LED, die gelbe bei einem etwas abgesunkenen Wert und die rote, wenn der Boden zu trocken ist. Die beiden zuletzt genannten LEDs dürften nur leuchten,

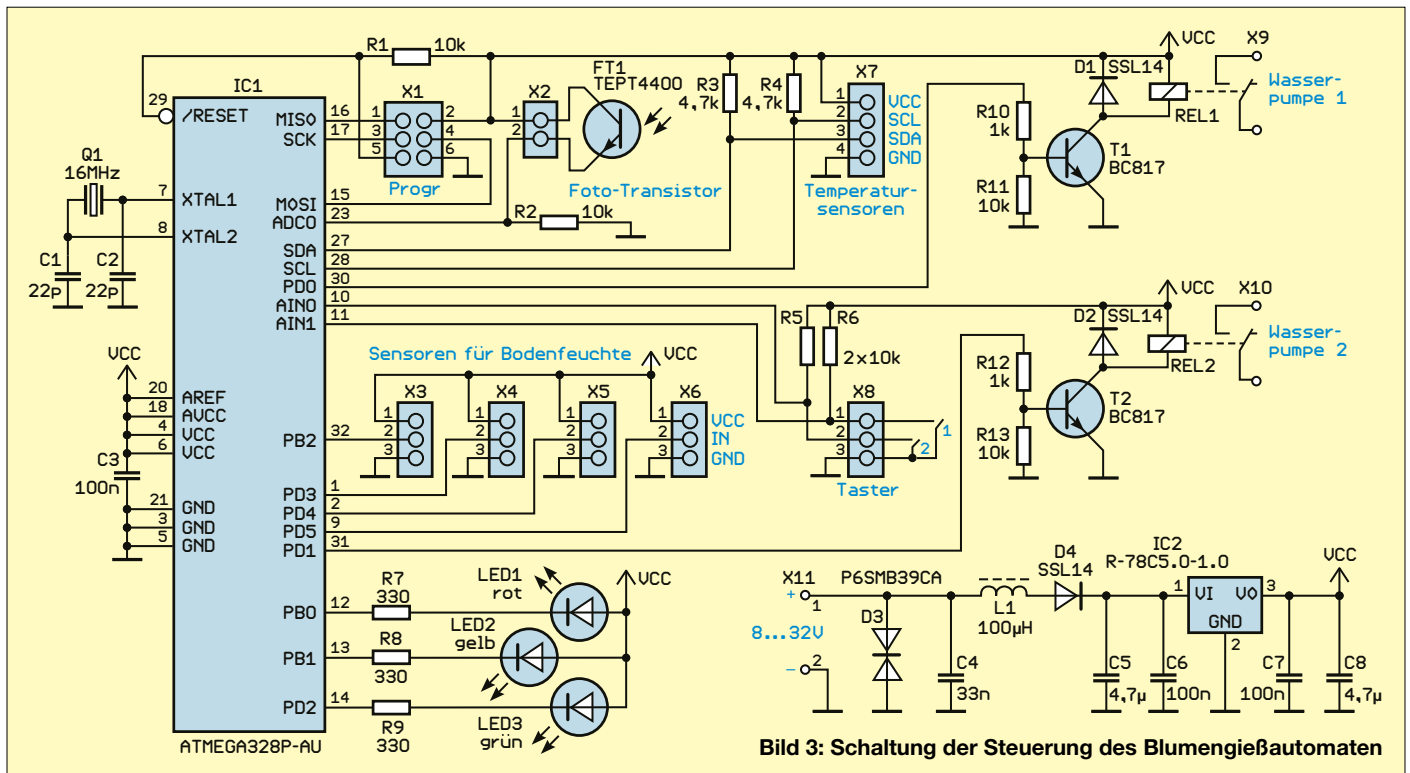


Bild 3: Schaltung der Steuerung des Blumengießautomaten

wenn sich seit Kurzem bzw. über längere Zeit kein Wasser mehr im separaten Vorratsbehälter befindet.

Die an X8 angeschlossenen Taster dienen zur Kalibrierung der Steuerung.

Als Versorgungsspannung wird ein zur Betriebsspannung der Wasserpumpen passender Wert gewählt, meist 12 V oder 24 V. Der Gleichspannungswandler IC2 stellt daraus stabile 5 V als Betriebsspannung für die Steuerung und die Sensoren bereit. Die für 33 V ausgelegte TVS-Diode D3 verhindert, dass beim Schalten der Wasserpumpen auf der Versorgungsspannung entstehende Spannungsspitzen den Spannungswandler erreichen und eventuell zerstören.

Temperatursensor

Zur Messung der Bodentemperatur dient die Schaltung in Bild 4 mit dem Sensor TMP275-Q1. Dieser arbeitet im Bereich von -10°C bis $+85^{\circ}\text{C}$ mit 0,75 K Genauigkeit. Das Modul ist über X1 am I²C-Bus anzuschließen. Da zwei Module zum Einsatz kommen, müssen beide unterschiedliche Adressen besitzen, die sich über Brücken an den Adresseingängen A0 bis A2 vorgeben lassen.

Bodenfeuchtesensor

Prinzipiell kann die Feuchtigkeit durch die Messung des Widerstands durchgeführt werden. Jedoch beeinflussen die in der Erde enthaltenen Mineralien die Leitfähigkeit. Außerdem korrodieren die in die Erde gesteckten Metallelektroden, so-

dass sich die mit ihrer Hilfe ermittelten Messwerte im Lauf der Zeit ändern. Zwar lässt sich dieses Problem durch die Verwendung von Kohlelektroden vermeiden, doch die Widerstandsmessung über Gleichstrom führt zu elektrolytischen Prozessen, die Messwert und Pflanzen beeinflussen.

Um die Messung der Bodenfeuchte durch im Wasser vorhandene Salze oder die Korrosion der Elektroden nicht zu verfälschen, nutze ich die in Bild 2 dargestellte Schaltung eines kapazitiven Bodenfeuchtesensors.

Der NE555 arbeitet als astabiler Multivibrator. Der Triggereingang TRIG ist mit dem Schwellwerteingang THR verbunden. Überschreitet die Spannung an dem sich über R1 und R2 aufladenden Kondensator C1 den Schwellwert der Triggerspannung, schaltet der integrierte Entladetransistor an DIS auf Masse und am Ausgang OUT wird Low ausgegeben. Der Kondensator C1 entlädt sich dann so weit, bis die Triggerschwellspannung unterschritten wird. Dies setzt das im NE555 integrierte Flipflop zurück, schal-

tet den Ausgang OUT auf High und sperrt den Entladetransistor. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch. Die Frequenz ergibt sich aus den Werten von R1, R2 und C1.

Dem Kondensator C1 ist die aus zwei Leiterzugkammern bestehende Sensorfläche parallelgeschaltet. Die Frequenz des Ausgangssignals ist somit proportional zur Bodenfeuchte.

Firmware

Die Firmware habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR erstellt. Es werden die Sensoren abgefragt und unter Berücksichtigung der Kalibrierwerte sowie der entsprechend der ermittelten Sensorwerte die Wasserpumpen gesteuert und Statusmeldungen ausgegeben.

Für die Kalibrierung müssen sich die Feuchtesensoren in der noch trockenen Erde befinden, während man die Baugruppe bei geöffneten Tastern an X8 mit Spannung versorgt. Nach 3 s sind die Taster für 3 s zu schließen, worauf die ermittelten Messwerte dem Zustand *trocken* zugeordnet werden. Bei ausrei-

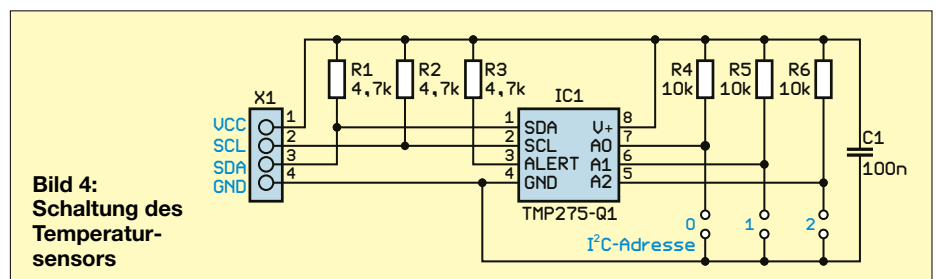


Bild 4: Schaltung des Temperatursensors

chend feuchter Erde sind die Taster abermals für 3 s zu schließen, wodurch den nun ermittelten Werten der Zustand *ausreichend feucht* zugeordnet wird.

Der Vorgang der Durchfeuchtung lässt sich beschleunigen, wenn die Erde während der Wasserzugabe durchmischt wird. Das nochmalige Schließen beider Taster für 3 s speichert die Wertepaare dauerhaft im EEPROM des Mikrocontrollers und der Gießautomat beginnt seine Arbeit. In deren Verlauf werden alle 30 s neue Messwerte aufgenommen und gegebenenfalls die Wasserpumpen gesteuert.

Nachbau

Für den Nachbau habe ich Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage sind sie bei [2] einzeln oder als Bausatz mit programmiertem Mikrocontroller erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Die Bestückungspläne sind in den Bildern 5 bis 7 dargestellt. Bis auf die Relais und LEDs, den Gleichspannungswandler sowie die Stiftleisten und Anschlussklemmen finden SMD-Bauelemente Verwendung. Letztere sind jeweils zuerst aufzulöten. Die Bestückung sollte anhand der in [3] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben möglich sein.

Danach sind die bedrahteten Bauelemente einzulöten. Die Relais und der Spannungswandler auf dem Steuerungsmodul sind relativ hohe Bauelemente. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, mit den flacheren Bauelementen wie Stiftleisten und Anschlussklemmen zu beginnen. Dann lässt sich die Platine zum Lötén umgedreht auf den Tisch legen, ohne dass die Bauelemente aus den Lötäugen rutschen. Erst danach sind die Relais und der Spannungswandler aufzulöten.

Die drei LEDs können direkt auf die Platine aufgelötét werden. Je nach verwendetem Gehäuse ist es auch möglich, diese über Drähte anzuschließen, da dies Freiheiten bei der Positionierung zulässt. Die beiden an passender Stelle in der Gehäusewand angebrachten Taster sollte man über möglichst kurze Drähte mit der entsprechenden Stiftleiste auf der Platine verbinden. Ob die Taster wasserdicht ausgeführt sein müssen oder nicht, hängt vom Einsatzort ab.

Während der Bestückung des Temperatursensors ist über Lötbrücken die Adresse einzustellen, unter der der Sensor über den I²C-Bus angesprochen werden kann. Kommen mehrere Module zum Einsatz, müssen sich die Adressen unterscheiden.

Die Lötbrücken 0, 1 und 2 korrespondieren mit den Adressbits 0, 1 und 2. Bei geschlossener Brücke ist das jeweilige Bit auf logisch 0, bei offener Brücke auf logisch 1 festgelegt.

Das möglichst kleine Gehäuse für den Temperatursensor sollte man in die Erde stecken, da sich so die Temperatur am besten ermitteln lässt.

Beim Bodenfeuchtesensor sollte die Sensorfläche zwischen zwei Glas- oder Kunststoffplatten gesteckt und ringsum verklebt werden. Dieses flache Paket wird anschließend so in ein flaches Gehäuse gesteckt, dass die elektronischen Bauelemente geschützt im Innern liegen.

Soll der Gießautomat im Außenbereich zum Einsatz kommen, sind alle drei Leiterplatten in wasserdichten Gehäusen unterzubringen und die Kabelverbindungen entsprechend auszuführen. Nach dem Funktionstest des gesamten Projekts ist es sinnvoll, die komplett bestückten Leiterplatten mit Schutzlack zu überziehen. Auch Silikon, das beim Aushärten keine Essigsäure erzeugt, lässt sich dafür verwenden. Wie man elektronische Baugruppen vor Witterungseinflüssen schützen kann, lässt sich z. B. in [4] nachlesen.

Die an X3 und X4 angeschlossenen Bodenfeuchtesensoren und der Temperatursensor mit der Adresse 0 sind dem ersten Pflanzgefäß zugeordnet. Die Bodenfeuchtesensoren an X5 und X6 und der Temperatursensor mit der Adresse 1 dem zweiten. Die Feuchtesensoren an X3 und X5 sollten sich seitlich im oberen Bereich der Erde befinden, die an X4 und X6 nahe dem Behälterboden.

Zur Lichtmessung ist der Fototransistor im Gehäuse der Steuerung so anzubringen, dass er nicht direkt von der Sonne

bestrahlt wird. Er kann auch nach unten ausgerichtet sein.

Kleiner Tipp zum Schluss: Das Wasser sollte nicht direkt aus der Wasserleitung kommen. Zum Wohl der Pflanzen ist es günstiger, abgestandenes Wasser aus einem größeren Behälter zu verwenden, den man beispielsweise mit Regenwasser füllt. Zum einen ist der Kalkgehalt niedriger, zum anderen umgeht man den im Wassernetz vorhandenen Druck, der ansonsten auf Ventile wirkt.

Zwei kleine, über die Relaiskontakte gesteuerte Tauchpumpen werden in diesen Behälter bis auf den Grund abgelassen. Passende Ausführungen findet man in jedem Baumarkt. Am Ausgang jeder Pumpe ist ein Bewässerungsschlauch anzuschließen. Dies kann eine sogenannter *Perlschlauch* sein, der viele kleine Öffnungen besitzt und das Gießwasser fein verteilt [5]. Ein System, bei dem an wenigen Stellen größere Tropfen austreten, ist aber auch verwendbar.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Blumengießautomat mit Bodenfeuchtesensor. FUNKAMATEUR 61 (2012) H. 6, S. 616–618
- [2] Sander Electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Lötén und Entlötén elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871
- [4] Sander, K.: Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinfluss. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 3, S. 198–199
- [5] Mein Garten: Perlschlauch – Bewässerung mit Tropfschlauch richtig verlegen. <https://mein-garten.info/perlschlauch>

Bild 7:
Bestückungsplan
des Temperatursensors;
Abmessungen 30,5 mm x
21,5 mm

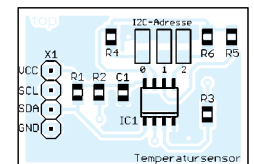


Bild 5:
Bestückungsplan des
Bodenfeuchtesensors;
Abmessungen 71 mm x 18 mm

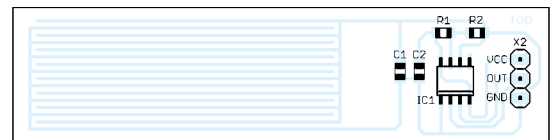
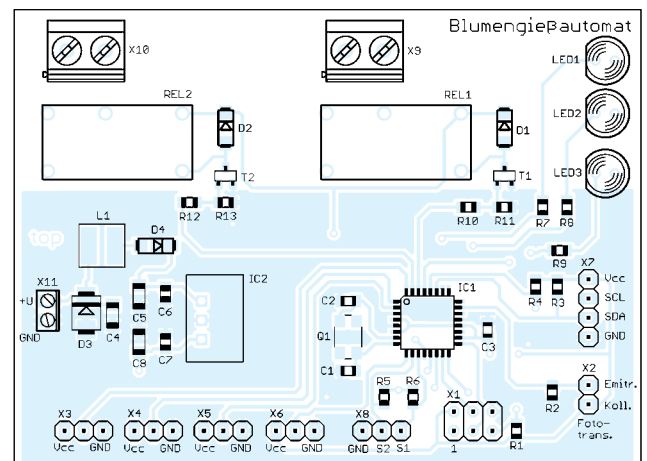


Bild 6:
Bestückungsplan
des Steuerungsmoduls;
Abmessungen
83 mm x 61 mm



Doppel-Loop für den Lowband-Empfang – nochmals verbessert

Dr.-Ing. CHRISTOPH KUNZE – DK6ED

Simulationsprogramme sind eine wichtige Hilfe, wenn es um die Entwicklung einer Antenne geht. Die für Funkamateure relevanten Anwendungen basieren im Wesentlichen auf dem NEC-Kern. Doch während die Simulationsergebnisse resonanter Antennen überwiegend plausibel sind, trifft dies auf aperiodische Systeme wie beispielsweise Breitbandantennen nicht immer zu.

Der Speisepunkt einer Antenne lässt sich in einer Simulationssoftware entweder als Konstantstrom- oder Konstantspannungsquelle darstellen. Dabei passt sich die Speisepunktimpedanz in der Simulation selbstständig an. Bei einer realen Antenne ist Letzteres jedoch nicht der Fall, denn ein Ausgangsübertrager oder ein Vorverstärker weisen zwar eine weitgehend konstante Impedanz auf, diese ent-

schlossen werden, welcher dem des gegenüberliegenden Abschlusswiderstandes entspricht.

Das Simulationsergebnis einer Loop-Antenne ist in Bild 2 dargestellt. Das blaue Strahlungsdiagramm wurde mit einem korrekten Abschluss im Speisepunkt erzielt. Schaltet man der Quelle einen Widerstand vor und erhöht somit ihre Impedanz, lässt sich das Strahlungsdiagramm so weit ver-



Bild 1:
Doppel-Loop in
nochmals verbesserter
Ausführung
(Version 3)

Fotos: DK6ED

spricht allerdings nur in seltenen Fällen der Speisepunktimpedanz der Antenne. Anders als in der Simulation muss eine Schleifenantenne daher auch an ihrem Ausgang mit einem Impedanzwert abge-

ändert, dass nur noch eine minimale Richtwirkung besteht. Dann stellt sich der violette Verlauf ein.

Es tritt jedoch noch eine weitere Schwierigkeit auf: Ordnet man zwei Schleifen

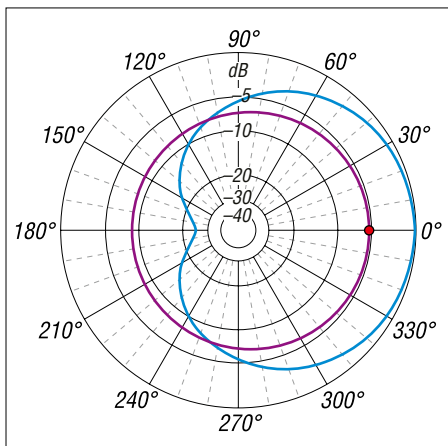


Bild 2: Simulation einer Loop-Antenne mit einem impedanzrichtigen (blau) und einem höherohmigen Impedanzabschluss (violett) im Speisepunkt

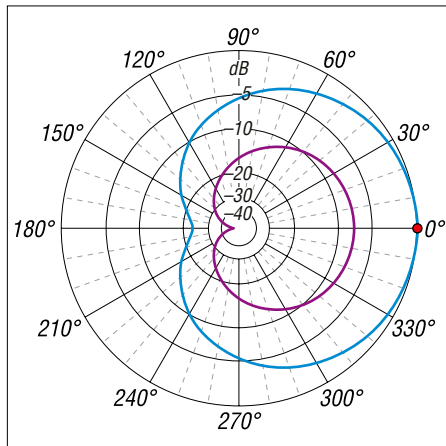


Bild 3: Horizontales Strahlungsdiagramm einer einfachen Loop (blau) und der Doppel-Loop (violett) bei gleichen Abmessungen und über normalem Erdboden

hintereinander als Doppel-Loop an, lässt sich die Richtwirkung der Antenne deutlich verbessern. Hierbei ist eine Verbindungsleitung zum gemeinsamen Speisepunkt erforderlich. Auf den ersten Blick stellt die Simulation dieses Falles, zum Beispiel mit EZNEC [1], kein Problem dar, denn es steht unter dem Menüpunkt *Trans(mission) Lines* eine große Auswahl an Leitungen zur Verfügung. Dabei werden jedoch oft einige wesentliche Hinweise im Handbuch des Programms übersehen. Besonders wichtig ist hier die Anmerkung, dass eine simulierte Leitung keine elektromagnetische Strahlung abgibt oder aufnimmt. Dies ist jedoch nur

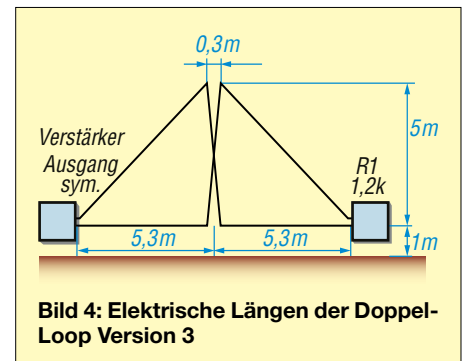


Bild 4: Elektrische Längen der Doppel-Loop Version 3

bei Speiseleitungen resonanter Antennen, sogenannten Hühnerleitern, der Fall. Nur bei diesen sind die Spannungs- und Stromamplituden in beiden Leitern so versetzt, dass sie sich nach außen aufheben. Bei Speiseleitungen von aperiodischen, symmetrischen Antennen, ist dies – zumindest zwischen Antenne und Verstärker – nicht der Fall. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass eine solche Leitung im Gegensatz zur Simulation immer mit ihrer Impedanz abgeschlossen werden muss, um die gewünschte Phasenverschiebung zu erreichen. Dabei entsteht dann eine zusätzliche Dämpfung.

Der Beweis hierfür ist einfach zu erbringen, denn man kann eine Speiseleitung auch ohne Verwendung des Menüs *Feeder* durch paralleles Anordnen zweier Drähte mit gewünschtem Abstand und Durchmesser simulieren. Das Programm liefert zur Impedanz einer solchen Konstruktion

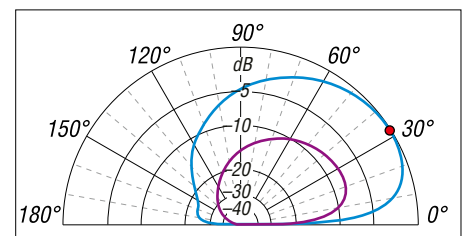
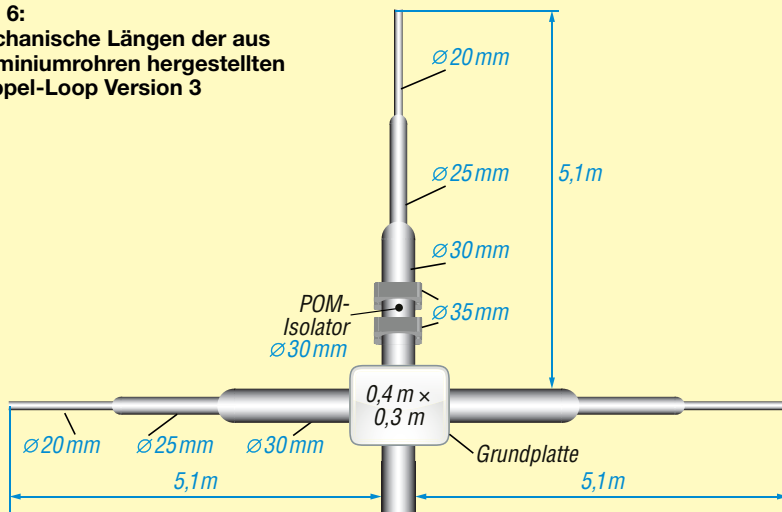


Bild 5: Vertikales Strahlungsdiagramm einer einfachen Loop (blau) und der Doppel-Loop (violett) bei gleichen Abmessungen und über normalem Erdboden

Bild 6:
Mechanische Längen der aus
Aluminiumrohren hergestellten
Doppel-Loop Version 3



sogar genaue Angaben im *Feeder*-Menü. Bei dieser Art der Darstellung einer Speiseleitung ergeben sich dann in der Simulation völlig andere Strahlungsdiagramme.

Nach dieser Erkenntnis über die Grenzen des Simulationsprogrammes musste ich meine bisherigen Konstruktionen überdenken. Ich wollte allerdings nicht zu einer Einfach-Loop mit ihrem großen Öffnungswinkel zurückkehren, denn es war mir wichtig, weiterhin Störungen von der Seite und von der Rückseite der Antenne ausblenden zu können. Dies lässt sich meiner Erfahrung nach nur durch zwei hintereinander angeordnete Loops verwirklichen. Auch der Einsatz eines zusätzlichen Speisekabels zur Erzeugung der erforderlichen Phasenverschiebung kam nicht mehr infrage.

■ Neue Konstruktion

Die neue Antenne nach Bild 4 hat nur noch eine Quelle und einen Abschlusswiderstand. Im Gegensatz zur *Doppel-Loop V2* [2] werden die Schleifen jetzt nicht mehr mittels einer Zwischenleitung miteinander gekoppelt, sondern gehen ineinander über. Die notwendige Phasen-drehung zwischen den Schleifen wird

nun dadurch erreicht, dass die mittleren Drähte über Kreuz geführt werden. Zur Verbesserung des Strahlungsdiagramms trägt außerdem bei, dass beide Loops spiegelsymmetrisch angeordnet sind. Das horizontale Strahlungsdiagramm zeigt Bild 3, das vertikale Bild 5. In beiden ist zum Vergleich auch jeweils das Diagramm einer einfachen Loop (blau) mit den gleichen geometrischen Abmessungen eingetragen. Man kann deutlich den verkleinerten Öffnungswinkel und die Verbesserung des Vor-Rück-Verhältnisses erkennen. Die Differenz zwischen dem Gewinn einer einfachen und einer doppelten Loop beträgt nur -8 dB.

Der Konstruktionsaufwand ist nicht wesentlich höher als bei einer einfachen Ausführung; die Maße ergeben sich aus Bild 6. Aus Stabilitätsgründen habe ich mich für eine Aluminiumkonstruktion entschieden. Sie ist mechanisch steifer als eine aus GFK-Material, allerdings kann das Strahlungsdiagramm durch die leitenden Rohre beeinflusst werden. Aus diesem Grund sind die einzelnen Streben voneinander isoliert und werden mittels Hydraulikschellen auf einer Aluminiumgrundplatte befestigt. Dies gilt auch für das Standrohr. Um die vertikale Strebe

der Antennenkonstruktion vom Standrohr zu isolieren, fügte ich ein 20 cm langes Isolierstück aus rundem POM-Vollmaterial (*Polyoxymethylen*) ein. Es besitzt sehr gute Isolationseigenschaften und erfüllt die mechanischen Anforderungen für eine Tragkonstruktion. An den Einspannstellen weisen die Rohre und der Isolator einen Durchmesser von 30 mm auf. Die Rohre werden durch übergestülpte 35 mm lange Abschnitte von Aluminiumrohr fixiert. Details dieses zentralen Verbindungspunktes sind Bild 7 zu entnehmen.

Der Antennenleiter besteht aus 1 mm dickem Stahldraht. Durch ihn werden auch die Enden der horizontalen Rohre zur Spitze der Konstruktion hin verankert. So entsteht eine leichte, aber dennoch mechanisch stabile Konstruktion. An der Spitze muss der Antennendraht mittels geeigneter Isolatoren von der Tragkon-

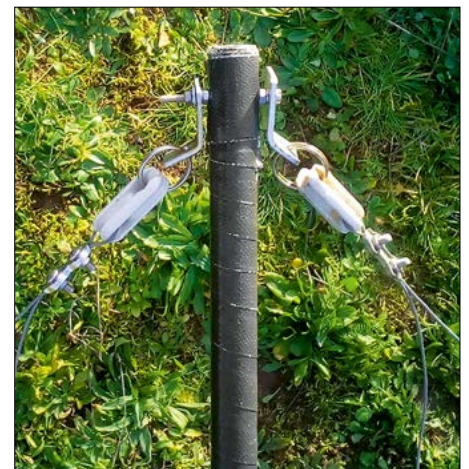


Bild 8: Antennenspitze mit Isolatoren zur galvanischen Trennung



Bild 7:
Fußpunkt mit auf der Grundplatte isoliert befestigten Tragrohren

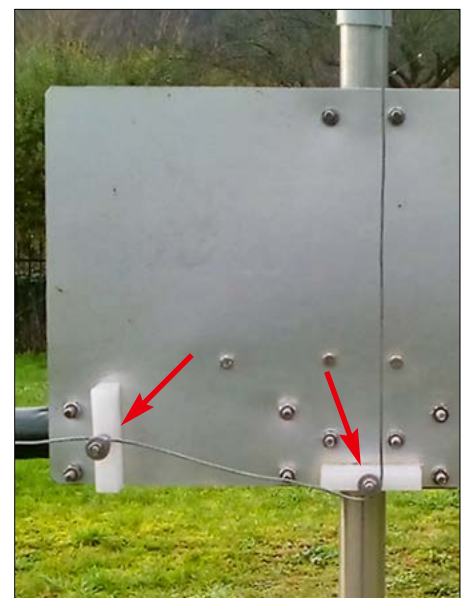


Bild 9: Die Umlenkung des Drahtes auf der Grundplatte erfolgt mittels isoliert befestigter Bolzen.

struktion getrennt werden. Dieses wichtige Detail ist in Bild 8 dargestellt.

Der Antennendraht wird von dort nach unten geführt und jeweils auf einer Seite der Aluminiumgrundplatte umgelenkt. Die dazu erforderlichen Isolatoren zeigt Bild 9. Diese Konstruktion dient auch zum Spannen des Drahts. Von dort geht es dann an den Außenseiten der horizontalen Rohre zu den Installationskästen für den Abschlusswiderstand auf der einen und den Verstärker auf der anderen Seite.

Die Antenne hat einen Gewinn von nur -47dBi auf dem 160-m-Band, was einen Vorverstärker erforderlich macht. Da ich jedoch auch hier eine einfache Lösung anstrebte, entstand die Schaltung nach Bild 10. Die Eingangsimpedanz des Verstärkers muss gemäß den oben dargelegten Erkenntnissen etwa $1200\ \Omega$ betragen. Die Antenne ist symmetrisch, der Verstärker hingegen unsymmetrisch. Aus diesem Grund ist ein Balun erforderlich. Er ist in diesem Fall als Spannungsbalun ausgeführt, denn mit einem Strombalun ließe sich die erforderliche hohe Impedanz nicht erzielen.

Außerdem musste ich die Erfahrung machen, dass sich mit einem Verstärker mit einer Eingangsimpedanz von $1200\ \Omega$ keine für die Kurzweile geeignete Großsignalfestigkeit erreichen lässt. Daher wird der Spannungsbalun gleichzeitig dazu genutzt, die Impedanz im Verhältnis 4:1 zu transformieren. Wichtig ist hier eine symmetrische Wicklungstechnik. Man beginnt zuerst mit der halben Primärwicklung und legt dann die sekundäre Wicklung auf den Kern. Erst jetzt folgt die zweite Hälfte der Primärwicklung.

Der Verstärker basiert auf einer Darlington-Schaltung wie man sie von MMICs (*Monolithic Microwave Integrated Circuit*) kennt. Zwei Verstärkerstufen sind vollkommen ausreichend, um die Abschwächung der Signale durch die Antenne auszugleichen. Bild 11 zeigt eine etwas aufwändige Schaltung mit deutlich höherer Verstärkung. Wichtig ist, dass hier Metallfilmwiderstände Verwendung finden, damit der Verstärker weniger rauscht. Bild 12 zeigt den Aufbau eines einfachen Vorverstärkers.

Bei längeren Speiseleitungen ist außerdem besonderer Wert auf die Auskoppelung zu legen, denn die Signale sollen nicht von der Speiseleitung rückwärts in den Vorverstärker gelangen können. Der Übertrager L2 ist deshalb ein Spannungsbalun und L4 ein zusätzlicher Strombalun. Der Übertrager L3 dient der Spannungsversorgung und überbrückt die Verbindung zwischen den beiden Über-

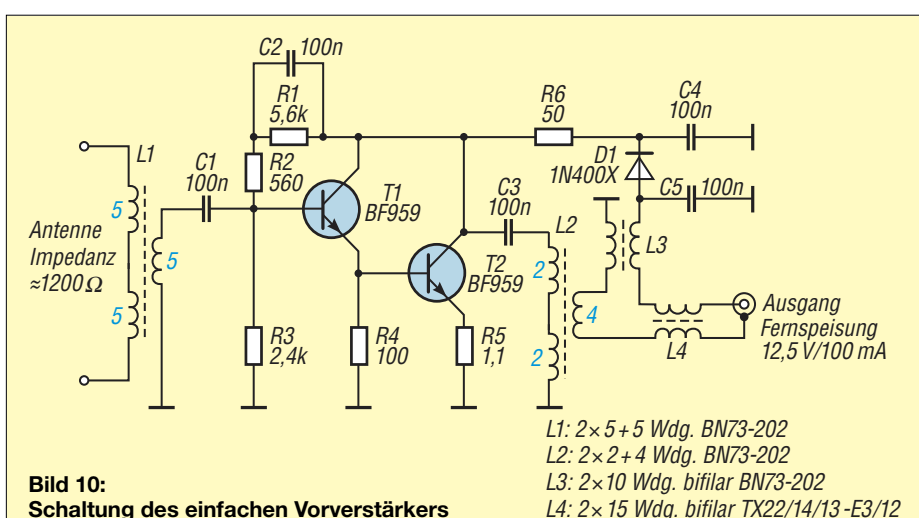


Bild 10:
Schaltung des einfachen Vorverstärkers

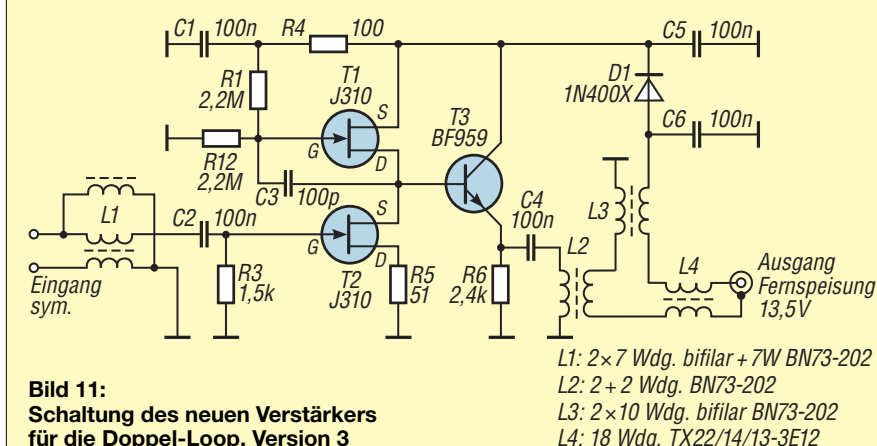


Bild 11:
Schaltung des neuen Verstärkers
für die Doppel-Loop, Version 3

tragnern L2 und L3. Das an der Station erforderliche *Bias-T* wurde hier nicht dargestellt.

Fazit

Erst durch die vergleichsweise geringen Abmessungen meiner drehbaren Konstruktion habe ich die Widersprüche zwischen Praxis und Simulation erkennen können. So bin ich zu der optimierten Ausführung, der *Doppel-Loop V3* gelangt. Ähnliche Probleme werden sicher auch bei festen montierten Systemen auftreten.

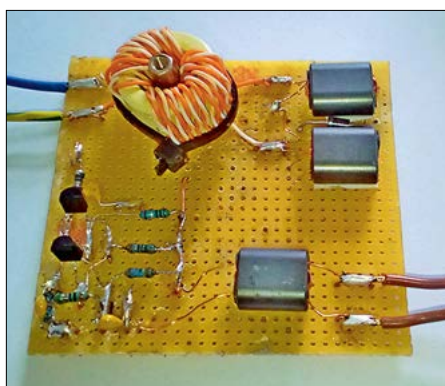


Bild 12: Laboraufbau des Verstärkers; wegen ihrer günstigeren Rauscheigenschaften werden Metallfilmwiderstände verwendet.

Wie bereits eingangs erläutert, bestehen ansonsten keine Bedenken, das Simulationsergebnis zu übernehmen, denn es wurden keine Speiseleitungen eingesetzt und die Schleifen sind an beiden Seiten abgeschlossen. In der Praxis stellen sich nun genau die simulierten Werte für den Öffnungswinkel und das Vor-/Rückverhältnis ein. Insbesondere Störungen lassen sich jetzt deutlich besser ausblenden. Es empfiehlt sich daher, auch andere Konstruktionen unter den hier beschriebenen Aspekten zu betrachten und zu untersuchen, ob vielleicht ebenfalls die entsprechenden Fehler gemacht wurden.

Die optimierte Antenne ist mir zu einem wertvollen Hilfsmittel zum DX-Empfang auf den Lowbands geworden. Gleichzeitig haben sich Aufwand und Nachbauseicherheit für diese Doppel-Loop-Konstruktion im Vergleich zu bisher genutzten Systemen deutlich verbessert.

dk6ed@t-online.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Lewallen, R. W., W7EL: EZNEC Antenna Software. www.eznec.com
- [2] Kunze, C., DK6ED: Optimierung einer Doppel-Loop für den Lowband-Empfang. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 9, S. 860–863

Einsatz eines Kammgenerators im Messlabor des Funkamateurs

Dipl.-Ing. WERNER SCHNORRENBURG – DC4KU

Ein Gerät, das ein Spektrum aus vielen, gleichmäßig verteilten Frequenzlinien erzeugt, wird auch als Kammgenerator bezeichnet. Der Name rührt von der Ähnlichkeit des Signalspektrums mit den Zinken eines Kamms her. Wie ein solcher Generator funktioniert und wozu man ihn in der messtechnischen Praxis nutzen kann, wird im Folgenden gezeigt.

Funkamateure verwenden Kammgeneratoren meist dazu, die S-Meter-Genauigkeit ihrer KW-Empfänger auf allen Bändern zu testen. In [1] wurde ein solcher Generator vorgestellt, der auch als Bausatz beim FA-Leserservice erhältlich ist. Der besagte Generator erzeugt im Frequenzbereich von 0,1 MHz bis 30 MHz einen „Kamm“ von Signalen mit einem

Frequenzbereich zu produzieren, wo doch gemäß der Fourier-Analyse alle Pegellinien nach der Funktion $\sin(x)/x$ abfallen müssten. Wie das funktioniert, erläutere ich nachstehend anhand eines Messaufbaus auf Basis des Funktionsgenerators vom Typ Siglent SDG6022X, der Sinus-, Rechteck- und Pulssignale erzeugen kann, Bild 2.

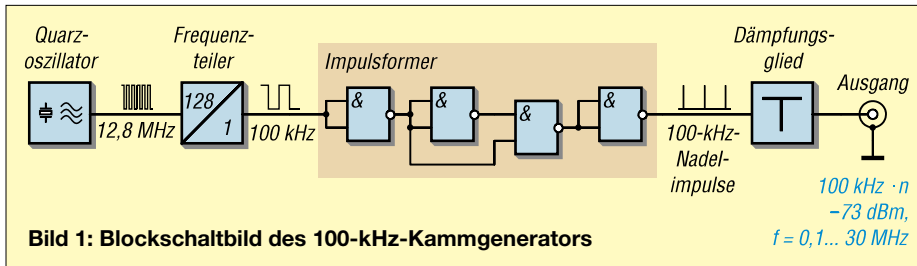


Bild 1: Blockschaltbild des 100-kHz-Kammgenerators

Abstand von jeweils 100 kHz. Jedes dieser Signale hat einen Pegel von -73 dBm (entspricht 59 bzw. 50 μ V an 50 Ω). Mit anderen Worten: Es handelt sich hier um einen kalibrierten Multiton-Generator. Schaltungstechnisch erfolgt in diesem Fall die Teilung der Frequenz eines 12,8-MHz-Quarzoszillators im Verhältnis 128:1 auf $f = 100$ kHz. Das Ausgangssignal des Teilers wiederum wird durch NAND-Gatter so geformt, dass nur schmale Spannungsspitzen am Ausgang erscheinen, Bild 1. Das resultierende Pulssignal produziert ein 100-kHz-Linienspektrum bis in den Gigahertz-Bereich, wobei die 300 Spektrallinien im Bereich bis 30 MHz alle den gleichen, zuvor genannten Pegel besitzen. Nun stellt sich die Frage, wie es überhaupt möglich ist, mit einem Puls- bzw. Rechtecksignal ein pegelgleiches Spektrum von 100-kHz-Signalen über einen größeren

Sinussignal

Der Funktionsgenerator erzeugt zunächst ein 100-kHz-Sinussignal mit einer Amplitude von $U_{SS} = 0,4$ V. Der Effektivwert des Signals beträgt somit $U_{eff} = U_{SS}/(2 \cdot \sqrt{2}) = 0,4 \text{ V}/2,828 = 0,141$ V, woraus sich an $R = 50 \Omega$ eine Leistung $P = U_{eff}^2/R = 0,02 \text{ V}^2/50 \Omega = 0,0004 \text{ W} = 0,4 \text{ mW}$ (entspricht -4 dBm) berechnet. Auf dem Bildschirm des Spektrumanalysators in Bild 3 bildet das Sinussignal eine demnach einzelne Spektrallinie bei $f = 100$ kHz mit einem Pegel von -4 dBm, dargestellt über einen Frequenzbereich (Span) von null bis 5 MHz. Da es sich

um ein sauberes Sinussignal handelt, gibt es keine Oberwellen.

Rechtecksignal

Ein symmetrisches 100-kHz-Rechtecksignal ist hingegen auf dem Bildschirm des Oszilloskops in Bild 5 zu sehen. Es besitzt ebenfalls eine Amplitude von $U_S = 0,4$ V bei einer Periodendauer von $T = 10 \mu$ s und einer Grundfrequenz von 100 kHz. Der Tastgrad beträgt $t_0/T = 5 \mu$ s/ 10μ s = 0,5. Im Gegensatz zum Sinussignal enthält das Rechtecksignal sehr viele Oberwellen, theoretisch unendlich viele. Diese sind offensichtlich alle zur Generierung des Rechteck-Zeitsignals erforderlich, Bild 6. Die 100-kHz-Grundfrequenz (1. Harmonische) erscheint im Spektrum als größtes Signal mit einem Pegel von -1,9 dBm, alle anderen Spektrallinien fallen in ihrer Amplitude nach einer $1/x$ -Funktion ab. Weiterhin entstehen im Spektrum nur Spektrallinien bei den ungeradzahlgigen Harmonischen, also bei 100 kHz, 300 kHz, 500 kHz usw. Geradzahlgige Harmonische bei 200 kHz, 400 kHz, 600 kHz usw. tauchen nicht auf. Die Pegelberechnung aller Spektrallinien (C_n) erfolgt über die Fourier-Analyse und in diesem Fall gemäß der Gleichung

$$C_n = 2 \cdot U_S \cdot \frac{t_0}{T} \cdot \frac{\sin(n \cdot \pi/2)}{n \cdot \pi/2} \quad (1)$$

mit U_S als dem Wert der Spitzenspannung des Rechtecksignals und n als der Zahl der Harmonischen.

Mit $U_S = 0,4$ V ($0 \rightarrow +0,4$ V) und einem Tastgrad $t_0/T = 0,5$ berechnet sich der Pegel der ersten Spektrallinie zu

$$C_1 = 0,4 \text{ V} \cdot \frac{\sin(\pi/2)}{\pi/2} = \frac{0,4 \text{ V}}{1,57} = 0,255 \text{ V}$$

woraus sich ein Effektivwert von $U_{eff} = 0,255 \text{ V}/\sqrt{2} = 0,18$ V ergibt (entspricht -1,9 dBm an 50 Ω).

Theorie und Praxis stimmen also überein. Bei der 2. Harmonischen mit $f = 200$ kHz

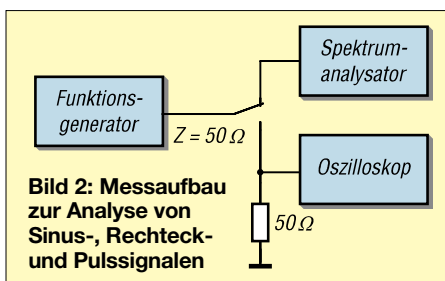


Bild 2: Messaufbau zur Analyse von Sinus-, Rechteck- und Pulssignalen

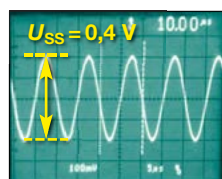


Bild 3: 100-kHz-Sinussignal am Oszilloskop ...

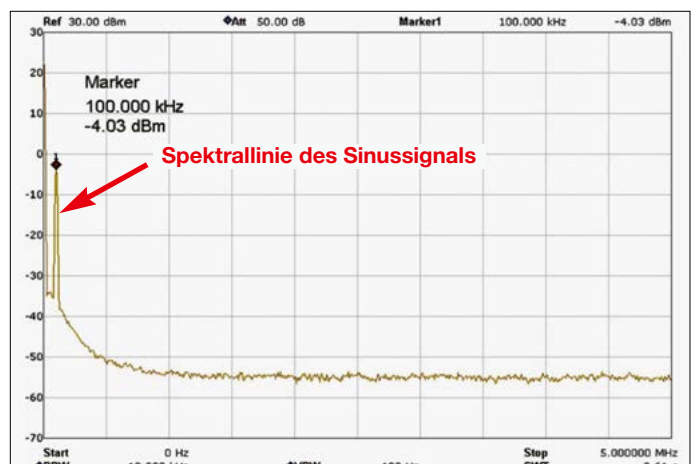


Bild 4: ... und auf dem Bildschirm des Spektrumanalysators

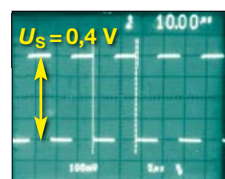
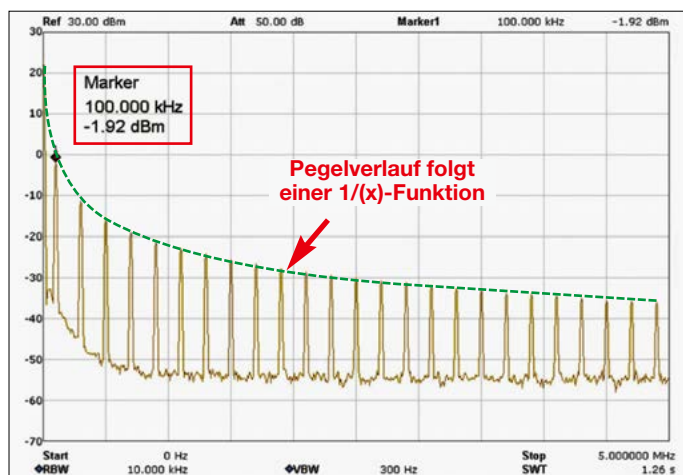


Bild 5: 100-kHz-Rechtecksignal auf dem Bildschirm des Oszilloskops ...

Bild 6: ... und in der Spektraldarstellung

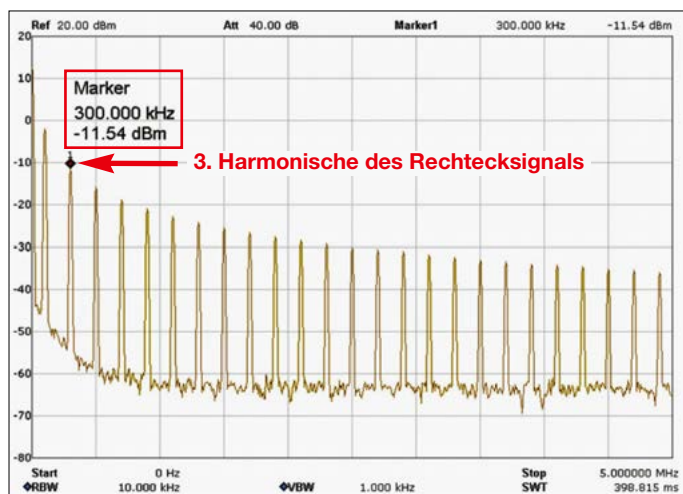


Bild 7: Der hier im Spektrogramm gemessene Pegel der 3. Harmonischen des 100-kHz-Rechtecksignals beträgt -11,5 dBm.

entsteht keine Spektrallinie. Gemäß Fourier-Analyse ist dies korrekt, denn bei dieser Frequenz wird das Ergebnis null:

$$C_2 = 2 \cdot U_S \cdot \frac{t_0}{T} \cdot \frac{\sin(2 \cdot \pi/2)}{2 \cdot \pi/2} = 0$$

Falls im Spektrum von Bild 7 trotzdem geradzahlige Spektrallinien auftreten (was in der Praxis oft passiert), dann ist das Rechtecksignal im Zeitbereich nicht exakt symmetrisch. Für die 3. Harmonische, Bild 7, berechnet sich gemäß Gleichung (1) ein Pegel von $U_{\text{eff}} = 0,06 \text{ V}$ (entspricht -11,4 dBm an 50 Ω).

Umgekehrt geht es genauso: Steht kein Oszilloskop zur Verfügung und man möchte aus dem mittels Spektralanalysator ermittelten Pegel der 100-kHz-Linie von -1,9 dBm (entspricht $U_{\text{eff}} = 0,18 \text{ V}$) die Amplitude U_S des Rechtecksignals im Zeitbereich ermitteln, muss die Formel nur umgestellt werden:

$$U_S = \frac{C_1}{\sqrt{2}} \cdot \pi = \frac{0,18 \text{ V}}{\sqrt{2}} \cdot \pi = 0,4 \text{ V}$$

Rechtecksignal mit Tastgrad 0,1

Erst bei Verringerung des Verhältnisses der Impulsdauer zur Periodendauer auf

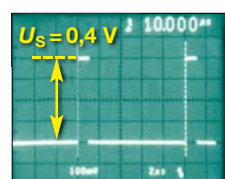
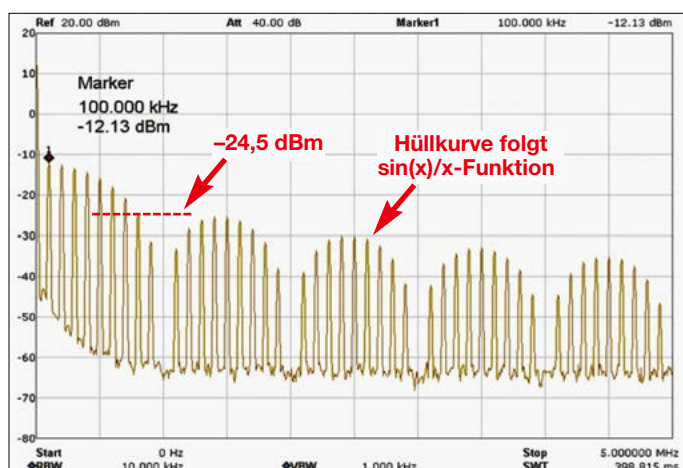


Bild 8: 100-kHz-Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 10 % auf dem Bildschirm des Oszilloskops ...

Bild 9: ... und in der Spektraldarstellung

1:10, Bild 8, wird die einhüllende Funktion $\sin(x)/x$ im Spektrum deutlich sichtbar, Bild 9. Die Nullstellen liegen bei ganzzahligen Vielfachen von 1 MHz ($1/t_0$) und die Amplitudenmaxima der Hüllkurven (Keulen) fallen mit steigender Frequenz gemäß der Funktion $1/x$ ab. Die Amplitudenwerte der einzelnen Linien werden insgesamt kleiner, da sich die Energie des 2- μs -Impulses gemäß Fourier-Analyse auf alle Harmonischen verteilt. Die Pegel der Spektrallinien berechnen sich auch hier gemäß zu

$$C_n = 2 \cdot U_S \cdot \frac{t_0}{T} \cdot \frac{\sin(n \cdot \pi \cdot t_0/T)}{n \cdot \pi \cdot t_0/T} \quad (2)$$

Bei der Grundfrequenz von 100 kHz ergibt sich demnach ein Pegel von

$$C_1 = 2 \cdot 0,4 \text{ V} \cdot 0,1 \cdot \frac{\sin(\pi \cdot 0,1)}{\pi \cdot 0,1} = 0,077 \text{ V}$$

$$U_{\text{eff}} = 0,077 \text{ V} / \sqrt{2} = 0,054 \text{ V}$$

Dieser Wert entspricht -12,3 dBm an 50 Ω . Auf diesem Weg ergibt sich z.B. bei der achten Spektrallinie (800 kHz) ein Wert $C_8 = 0,08 \text{ V}$, was einem Pegel von -24,5 dBm an 50 Ω entspricht.

Alle gemäß Fourier-Analyse berechneten Pegel stimmen erwartungsgemäß mit den Messwerten des Spektralanalysators überein.

Pulssignal

Bei einer weiteren Verringerung der Pulsbreite bis auf 4 ns, Bild 10, entsteht im Frequenzbereich von 0,1 MHz bis 30 MHz ein Spektrum, das aus 300 Linien mit 100 kHz Abstand und jeweils praktisch gleichen Pegelgrößen von -60 dBm besteht, Bilder 11 und 12. Erst oberhalb von 30 MHz fallen die Pegel dieser Spektrallinien gemäß der $\sin(x)/x$ -Funktion merklich ab und erreichen bei $f = 1/t_0 = 1/4 \text{ ns} = 250 \text{ MHz}$ ihren ersten Nullpunkt, siehe Bild 13. Interessant ist aber im vorliegenden Fall nur der Frequenzbereich unterhalb 30 MHz.

Pegelgenauigkeit

Auf den ersten Blick scheinen die Pegel aller Linien gleich groß zu sein. In Wirklichkeit entsteht aber auch hier ein kleiner Amplitudenabfall, der berechnet werden kann. Der Effektivwert des Pegels des 100-kHz-Grundsignals beträgt

$$C_1 = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot U_S \cdot \frac{t_0}{T} \cdot \frac{\sin(\pi \cdot t_0/T)}{\pi \cdot t_0/T}$$

$$= 1,414 \cdot 0,4 \text{ V} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 1$$

$$= 0,000226 \text{ V} = 226 \mu\text{V}$$

und entspricht -60 dBm an 50 Ω .

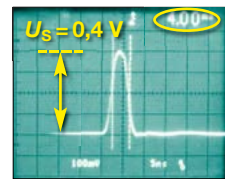
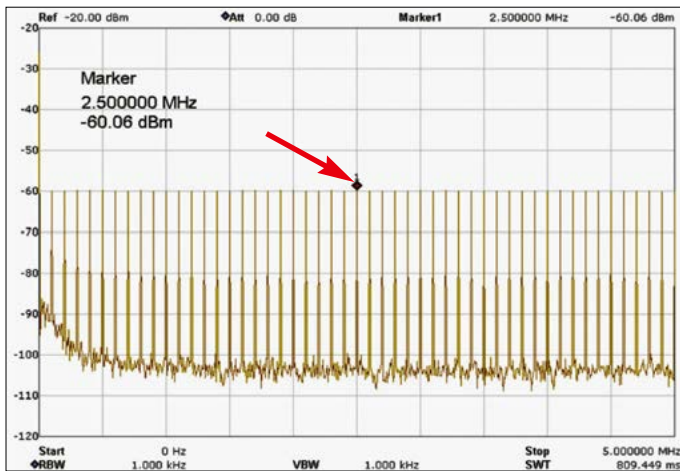


Bild 10: 4-ns-Impuls mit $U_s = 0,4 \text{ V}$...

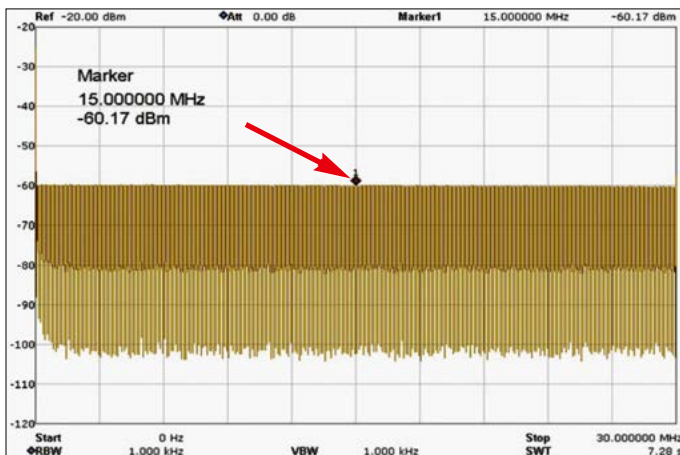
Bild 11: ... und das resultierende Spektrum im Bereich von 0 Hz bis 5 MHz

Der effektive Spannungspegel der dreihundertsten Linie bei 30 MHz ergibt sich nach dem gleichen Rechenweg zu

$$C_{300} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot U_s \cdot \frac{t_0}{T} \cdot \frac{\sin(n \cdot \pi \cdot t_0/T)}{n \cdot \pi \cdot t_0/T}$$

$$= 1,414 \cdot 0,4 \text{ V} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot \sin(0,377)/0,377$$

$$= 0,000215 \text{ V} = 215 \text{ } \mu\text{V}$$



Dieser Spannungswert entspricht einem Leistungspegel von $-60,34 \text{ dBm}$ an $50 \text{ } \Omega$ und liegt somit $0,34 \text{ dB}$ unter dem des Grundsignals. Die Kontrolle des Pegelunterschieds mithilfe der Delta-Marker des Spektrumanalysators ergibt ebenfalls eine Differenz von $0,4 \text{ dB}$, Bild 15, die sich für S9-Messungen aber noch verkraften lässt.

Anwendungsbeispiele

Das vom Kammgenerator erzeugte Signalspektrum lässt sich in der Messtechnik vor-

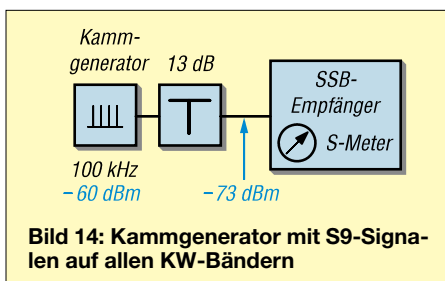


Bild 14: Kammgenerator mit S9-Signalen auf allen KW-Bändern

teilhaft einsetzen, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Kalibrierung eines S-Meters

Zur Erzeugung von S9-Signalen im Frequenzbereich von $0,1 \text{ MHz}$ bis 30 MHz muss jetzt nur noch ein 13-dB -Dämpfungsglied zwischen Generator und Empfänger geschaltet werden, Bild 14, sodass

Bild 12: Signalspektrum des Kammgenerators im Bereich 0 MHz bis 30 MHz ...

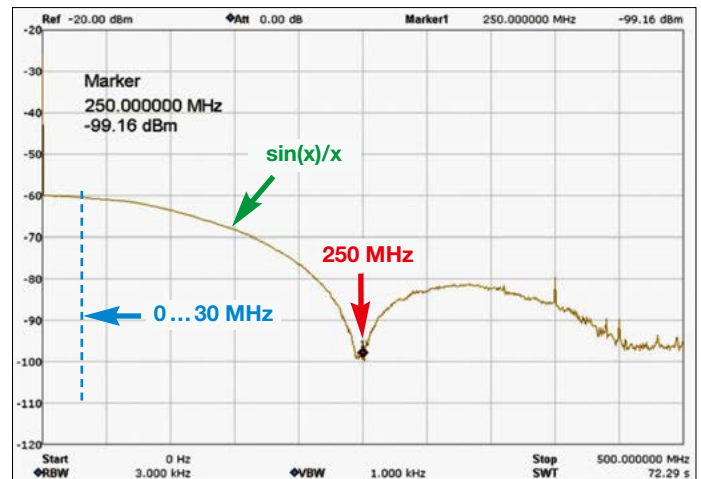
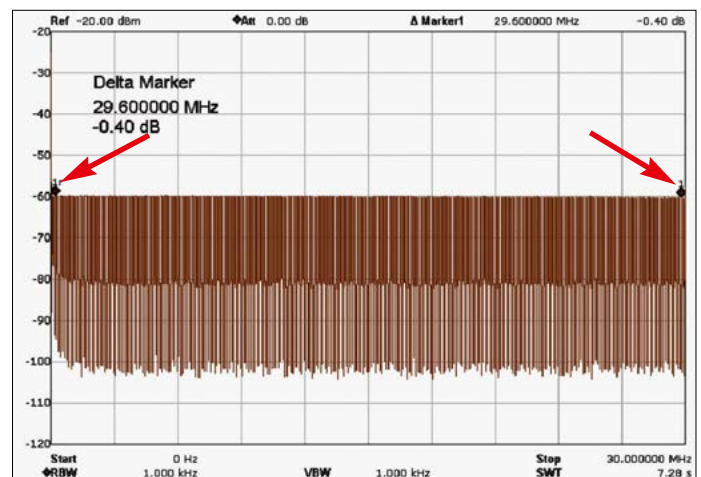


Bild 13: ... und gemessener Pegelverlauf im Bereich bis 500 MHz

Bild 15: Der gemessene Pegelunterschied der Spektrallinien im Bereich von $0,1 \text{ kHz}$ bis 30 MHz beträgt lediglich $0,4 \text{ dB}$.



für jede der 100-kHz -Spektrallinien ein Signalpegel $P = -60 \text{ dBm} - 13 \text{ dB} = -73 \text{ dBm}$ entsteht. Dieser entspricht einem S-Meter-Wert von S9. Bild 16 zeigt das S9-Spektrum auf dem Display eines Icom IC-7300 im 40-m -Band.

Einsatz für Übertragungsmessungen

Wird die Darstellbreite (Span) des Spektrumanalysators auf 50 MHz oder darüber hinaus erhöht, sieht man keine einzelnen Spektralanteile auf dem Bildschirm mehr, sondern eine durchgezogene, horizontale Linie wie die violette in Bild 18. Der Grund liegt in der begrenzten Auflösung des Bildschirms, wodurch die Spitzen der Spektrallinien als eine durchgehende, gerade Linie erscheinen, ähnlich der Kurve eines Tracking-Generators von 0 Hz bis 50 MHz , siehe Bild 18. Hierbei gilt: Je geringer die Auflösungsbandbreite (RBW), umso höher die Dynamik. Mit einem Wert $\text{RBW} = 1 \text{ kHz}$ beträgt die Messdynamik etwa 45 dB , was für einfache Messungen ausreichend sein sollte. Verfügt der verwendete Spektrumanalysator über keinen Tracking-Generator, könnte dieses Verfahren eine Lösung für Übertragungsmessungen sein.

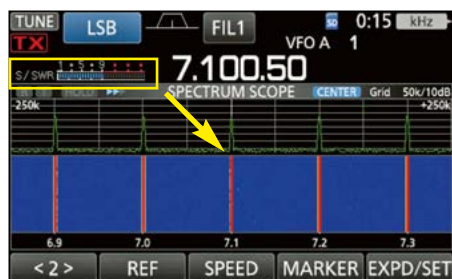


Bild 16: Darstellung der S9-Signale zur S-Meter-Kontrolle im 40-m-Band auf dem Display des Icom IC-7300

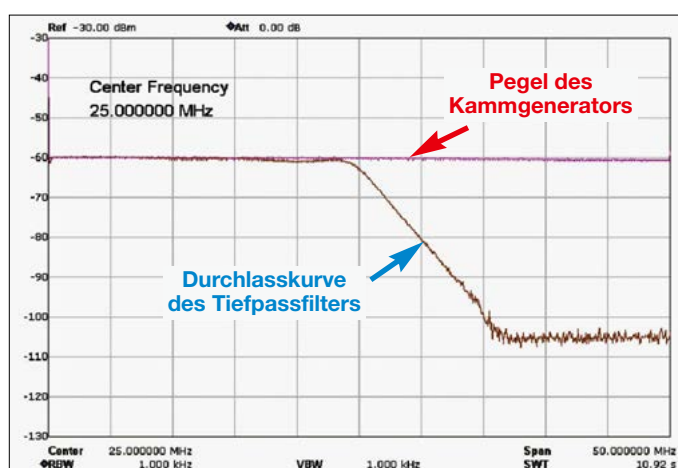
Hinweis: Bei der Wahl der Impulshöhe ist Vorsicht geboten. Mit $U_S = 0,4 \text{ V}$ wird der Spektrumanalysator ohne vorgeschaltetes Dämpfungsglied gerade noch nicht übersteuert. Erhöht man die Spannung jedoch auf beispielsweise 1 V , würde der Analysator übersteuert, allerdings ohne dass eine diesbezügliche Meldung auf dem Bildschirm erscheint! Die Messergebnisse wären dann fehlerhaft.

Empfindlichkeit und Rauschmaß

Auch diese Messungen sind mit einem kalibrierten Kammgenerator möglich. Zur Messung der Empfindlichkeit wird am NF-Ausgang des SSB-Empfängers ($B = 2,4 \text{ kHz}$) ein NF-Millivoltmeter angeschlossen und das Grundrauschen des Empfängers mittels Lautstärkesteller auf z. B. 100 mV eingestellt, Bild 17. Anschließend verbindet man den Ausgang des Kammgenerators über ein schaltbares

Bild 18: Ergebnis der Übertragungsmessung an einem 25-MHz-Tiefpassfilter mithilfe des beschriebenen Kammgenerators; zur erforderlichen Einstellung des Spektrumanalysators siehe Text.

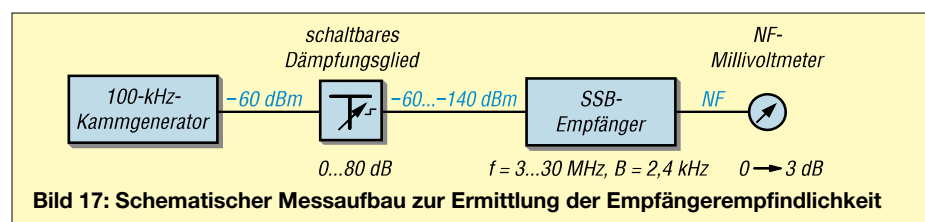
Screenshots:
DC4KU



Dämpfungsglied mit dem Antenneneingang des Empfängers. Letzterer ist auf z. B. $14,2 \text{ MHz}$ einzustellen (ein Vielfaches von 100 kHz), sodass im Lautsprecher ein Überlagerungston von etwa 500 Hz zu hören ist. Dann ist das Dämpfungsglied so einzustellen, dass der NF-Pegel am Millivoltmeter 141 mV erreicht, also um den Faktor $1,41$ über dem Wert ohne Eingangssignal liegt. Dies entspricht einem Anstieg um 3 dB ($20 \cdot \lg(141 \text{ mV}/100 \text{ mV}) = 3 \text{ dB}$). Wird in diesem Beispiel eine zusätzliche Dämpfung von 67 dB benötigt, beträgt die Empfindlichkeit des Empfängers $MDS = -60 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz} + (-67 \text{ dB}) = -127 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz}$.

Ausgehend vom Wert der Empfindlichkeit MDS kann das Rauschmaß (*Noise Figure*, NF) des Empfängers berechnet werden. Bezieht man die ermittelte Empfindlichkeit auf die theoretische Rauschbandbreite von 1 Hz , erhöht sich der Wert bei $B = 2,4 \text{ kHz}$ um den Faktor 2400 bzw. logarithmisch um 34 dB ($10 \cdot \lg(2400 \text{ Hz}/1 \text{ Hz}) = 34 \text{ dB}$) auf $MDS = -127 \text{ dBm}/2,4 \text{ kHz} - 34 \text{ dB} = -161 \text{ dBm}/\text{Hz}$. Der theoretische Grenzwert der Empfindlichkeit beträgt $-174 \text{ dBm}/\text{Hz}$ [2]. Die Differenz beider Werte ergibt das Rauschmaß des Empfängers, im vorliegenden Fall beträgt es $NF = -161 \text{ dBm}/\text{Hz} - (-174 \text{ dBm}/\text{Hz}) = 13 \text{ dB}$.

dc4ku@dar.de



Literatur und Bezugsquelle

- [1] Redaktion FA: Einfacher S9-Normpegel-Generator. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 6, S. 558–559; FA-Leserservice: [BX-099](#)
- [2] Schnorrenberg, W., DC4KU: Messung von Empfindlichkeit und Rauschmaß bei Empfängern. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 10, S. 784–785

Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.

Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großer 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
 Telefon +49 (0)4342 90786-0

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

BATRONIX

Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm (3)

Dipl.-Ing. RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Im letzten Teil des Beitrags geht es zunächst um die in der Endstufe verwendete Messeinrichtung zur Leistungs- und SWV-Anzeige. Diese ist prinzipiell auch in anderen Selbstbauprojekten ähnlicher Art einsetzbar. Die Beschreibung des Gehäuseeinbaus und der Inbetriebnahme der Endstufe runden den Beitrag ab.

Direkt unter der Leiterplatte des Treiberverstärkers befindet sich ein Kühlkörper aus Aluminium. Da der BFQ34 ein SOT-122A-Gehäuse mit Schraubstutzen und UNC-8-32-Gewinde besitzt, ist die Montage nicht ganz einfach. Ich habe dazu einen CPU-Kühlkörper auf die Länge der Leiterplatte gekürzt, anschließend die notwendigen Bohrungen angezeichnet und für den Transistor ein 4,5-mm-Loch gebohrt. Die vier Eckpunkte erhielten jeweils ein 2,4-mm-Loch, in das anschließend ein M3-Gewinde geschnitten wurde.



Bild 15: Für den Transistor BFQ34 der Treiberstufe kam ein modifizierter CPU-Kühlkörper zum Einsatz.

Von der Rückseite aus habe ich dann in 1-mm-Schritten jeweils die Kühlrippen „weggebohrt“ und mit dem Dremel anschließend die Kanten geglättet. Eine schnelldrehende Fräse wäre hier von Vorteil gewesen. In Bild 15 ist das Ergebnis dieser Arbeiten zu sehen.

Die betreffende Fläche des Transistors wurde dünn mit Wärmeleitpaste bestreichen und das Bauelement dann von der Rückseite her verschraubt. Die Montage wäre einfacher, wenn man einen Kühlkörper mit einer Freifläche für die Verschraubung des Transistors einsetzen könnte.

■ Richtkoppler

Da ich die aktuellen Werte von Sendeleistung und SWV gern im Blick habe, baute ich die entsprechende Messtechnik gleich in die Endstufe ein.

Zur Auskopplung der Messspannungen dient ein Richtkoppler in Streifenleitertechnik. Dessen Aufbau geht auf eine Veröffentlichung von Henri Lüddecke, DK8AR, in [6] zurück. In Bild 16 ist der dazugehörige Schaltplan und in Bild 17 die bestückte Leiterplatte zu sehen. Die entsprechenden Layoutdaten stehen auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen bereit. Der Richtkoppler ist in einem Schubert-Weißblechgehäuse mit den Abmessungen 37 mm × 55 mm × 30 mm untergebracht.

Die Schaltung weist keine Besonderheiten auf. Mithilfe der beiden Schottky-Dioden D1 und D2 werden die Messgleichspannungen für Vor- und Rücklauf gewonnen. Jeweils nachgeschaltete RC-Siebglieder dienen zur Unterdrückung unerwünschter HF-Reste. Die beiden 1,5-pF-Kondensatoren C4 und C8 kompensieren den Einfluss des Richtkopplers auf das SWV des Signalwegs. Mit den beiden Einstellwiderständen P1 und P2 lässt sich der Betrag der Gleichspannung am jeweiligen Messausgang einstellen.

Die beiden Trimmerkondensatoren C6 und C7 dienen zur Erhöhung der Richtschärfe. Zur Einstellung benötigt man einen für diesen Frequenz- und Leistungsbereich geeigneten 50-Ω-Lastwiderstand für den Ausgang des Richtkopplers und zwei Spannungsmesser. Vom Sender des Transceivers wird ein HF-Trägersignal auf den Richtkopplereingang gegeben und dann auf maximalen Spannungsunterschied zwischen U_V und U_R abgeglichen. Die erreichbare Richtschärfe liegt bei

etwa 15 dB. Dies ist etwas weniger als im KW-Bereich üblich, aber für den vorgesehenen Zweck ausreichend.

Die beiden Gleichspannungsausgänge werden über den Vierfach-UHF/VHF-Umschalter S1 geführt (siehe erster Teil des Beitrags). Da zwischen dem 2-m- und dem 70-cm-Band der Wert der Messspannung bei gleicher Sendeleistung um den Faktor 2,2 abweicht (UHF-Signale ergeben höhere Spannungen), wird hier jeweils ein 12-kΩ-Widerstand für das 70-cm-Band zum Ausgleich in Reihe geschaltet. Das PEP- und SWV-Meter haben jeweils einen Eingangswiderstand von etwa 10 kΩ.

■ Leistungsmesser (PEP) und SWV-Anzeige

Wenn möglich, sollte ein solches Messgerät in einer Endstufe im Interesse der Betriebssicherheit immer vorhanden sein. Beim Selbstbau kann man sich zwischen analoger Anzeige mittels Kreuzzeigerinstrument oder digitaler Anzeige entscheiden.

Bis vor einigen Jahren gab es bei www.radio-kits.co.uk einen Bausatz für ein digitales PEP- und SWV-Meter zu kaufen, basierend auf einer Entwicklung von Steve Drury, G6ALU. Da der Bausatz inzwischen ausverkauft ist, habe ich anhand der Bausatzunterlagen eine eigene Leiterplatte mit SMD-Bauelementen entwickelt und die Schaltung bei dieser Gelegenheit noch etwas verändert. Die Software hat mein Funkfreund Johan Maas, PA3GSB, angepasst. Am Nachbau Interessierte finden das Layout der neuen Leiterplatte und die Datei mit dem Hex-Code für den eingesetzten Mikrocontrol-



Bild 17: Aufbau des Richtkopplers in Streifenleitertechnik

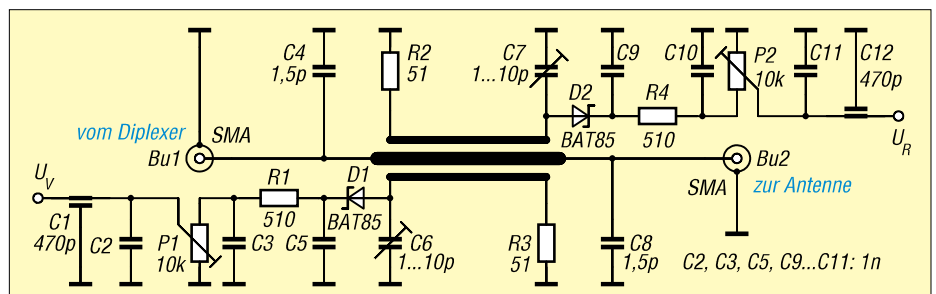


Bild 16: Schaltplan des Richtkopplers für das 2-m- und das 70-cm-Band

ler PIC16F819 im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de. Hier stehen zwei Dateien zur Verfügung, die Original- und die modifizierte Version.

Der Mikrocontroller ist sowohl für die Aufbereitung der Messwerte als auch die Abfrage der Bedientaster und die Steuerung der Anzeige zuständig. Das Messgerät erfüllt folgende Funktionen:

- Anzeige der Sendeleistung (PEP), des SWV und der Betriebsspannung,
 - Darstellung im Zahlen- und Bargraph-Format,
 - Alarmierung bei Überschreitung der maximal zulässigen Leistung,
 - automatisches Einschalten des Messgeräts bei Sendeleistungen über 1 W,
 - Alarmierung bei zu hohem SWV,
 - optionale Abschaltung nach einer vorgegebenen Zeitspanne (10 s bis 240 s).
- Das Originalmessgerät hatte wegen des verwendeten Richtkopplers nur einen Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 30 MHz. Durch den Einsatz des neuen Richtkopplers ist nun der Betrieb im 2-m- und im 70-cm-Band möglich. Die Bedienung erfolgt über drei Taster an der Frontplatte der Endstufe.

Schaltungsbeschreibung

In Bild 18 ist der Schaltplan des Leistungs- und SWV-Messgeräts zu sehen. Ein Zweifach-Operationsverstärker vom Typ LM358 hebt die Eingangsspannungspegel so weit an, dass sie vom A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers optimal ausgewertet werden können. Durch die Beschaltung mit jeweils zwei Schottky-Dioden im Rückkopplungsweig wird die durch die Kennlinie der im Richtkoppler eingesetzten Dioden verursachte Nichtlinearität annähernd ausgeglichen. Dies verbessert die Messgenauigkeit.

Q3 überwacht den Eingang U_V . Liegt ausreichend Spannung vom Richtkoppler an, wird Q1 leitend und das Messgerät schaltet sich ein. Letzteres kann aber auch mithilfe der Menütaste *Menu* (SW1) erfolgen, deren Betätigung bewirkt, dass Q4 und Q1 durchsteuern. Daraufhin startet der Mikrocontroller und hält diesen Zustand aufrecht.

Mittels P31 und P26 lässt sich der Anzeigebereich justieren. Die Schleifer dieser beiden Einstellwiderstände sind jeweils mit den A/D-Umsetzereingängen AN1 bzw. AN0 verbunden. Der Spannungs-

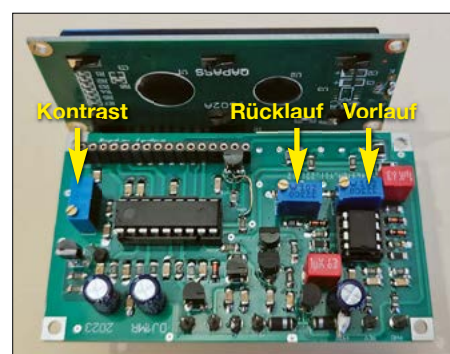


Bild 19: Bestückte Platine des PEP/SWV-Meters, hier noch als Testaufbau

regler U2 (78L05) stellt +5 V zur Verfügung. Der Schaltkreis U1 (TL431), der von U2 gespeist wird, erzeugt die stabile Referenzspannung für den A/D-Umsetzer in Höhe von 3,9 V.

Über R19 und den Mikrocontroller-Ausgangspin RB2 wird die Schaltung nach dem Einschalten zunächst verriegelt und dann gegebenenfalls nach der eingestellten Anzeigzeit wieder abgeschaltet. Am Kollektor von Q2 kann ein Tonsignalgeber zum Zweck der Alarmierung bei zu hohem SWV oder bei Leistungsüberschreitung angeschlossen werden.

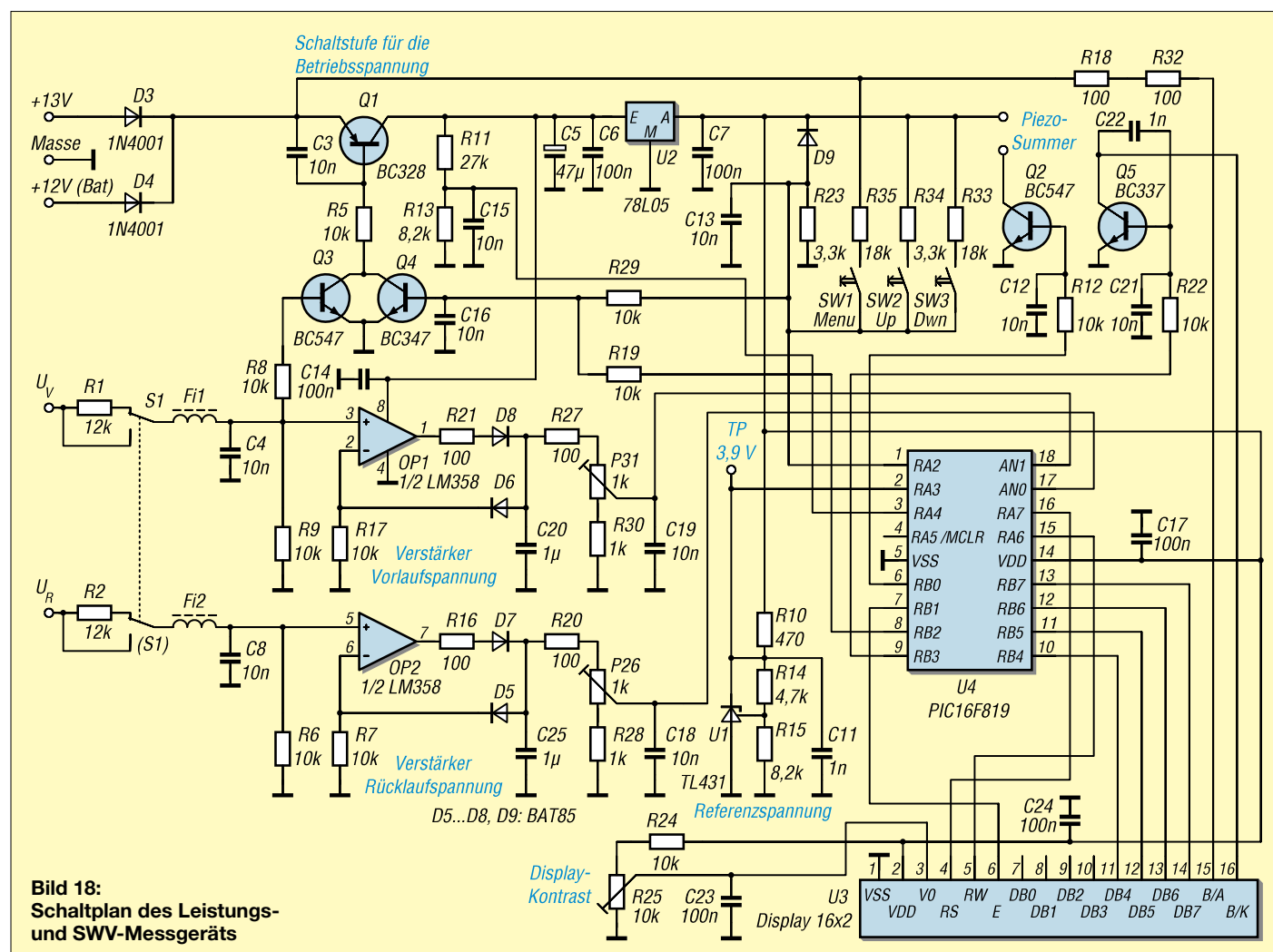


Bild 18: Schaltplan des Leistungs- und SWV-Messgeräts

Zur Messwertanzeige dient ein LC-Display mit 2 × 16 Zeilen. Mittels R25 lässt sich der Kontrast einstellen. Q5 wird vom Mikrocontroller angesteuert und schaltet die Displaybeleuchtung.



Bild 20:
SDR-Transceiver
für den QO-100-
Funkbetrieb und
2-m-/70-cm-
Endstufe im Shack

Vor dem Einbau aller Komponenten sind diese jeweils einzeln in Betrieb zu nehmen und wie beschrieben abzugleichen. Besondere Vorsicht ist bei den Bias-Spannungen der Power-Module geboten. Werte über 10 V sind unbedingt zu vermeiden. Gleiches gilt für Kurzschlüsse und offene Ausgänge. Daher sind alle selbst gecrimpten RG316-Kabel vor dem Einsatz auf Kurzschluss bzw. Unterbrechung zu überprüfen.

Es ist zweckmäßig, die ersten Tests an einem geeigneten 50-Ω-Lastwiderstand durchzuführen und die Stromaufnahme

In Bild 19 sind die bestückte Platine des Leistungs- und SWV-Messgeräts und die Rückseite des steckbar ausgeführten Displays zu sehen. Der überwiegende Teil der passiven Bauelemente hat die SMD-Baugröße 1206, die sich auch von weniger geübten Bastlern noch problemlos löten lässt. Für den Mikrocontroller und den Operationsverstärker habe ich IC-Fassungen vorgesehen. Dadurch kann man Ersteren bei Softwareänderungen leicht austauschen.

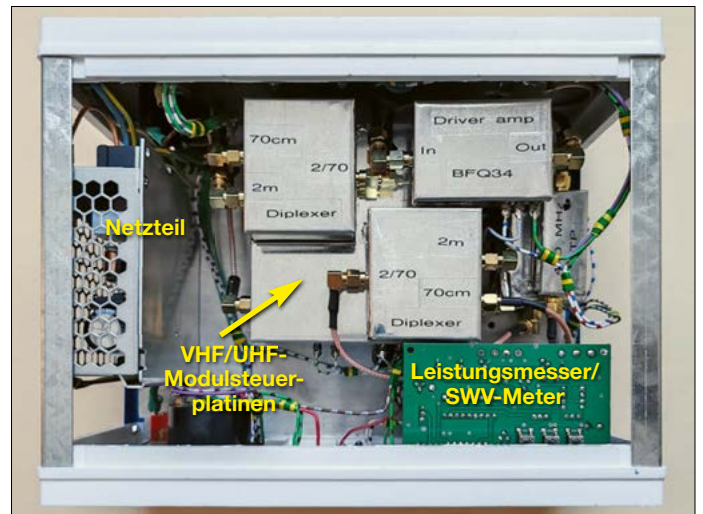
Die Basis- bzw. Steuerplatine verfügt über zwei Displaybuchsen, sodass man unter verschiedenen Montagebedingungen die jeweils beste Möglichkeit wählen kann, um das Display anzuschließen. Auch eine abgesetzte Montage mit Verbindung über ein Flachbandkabel ist möglich. Je nach Wunsch kann man ein Display mit blauem Hintergrund und weißer Schrift wie in Bild 20 oder eines mit grünem Hintergrund und schwarzer Schrift einsetzen. Ich habe noch einige Steuerplatinen übrig und würde diese zum Selbstkostenpreis zuzüglich Porto abgeben, Anfragen bitte per E-Mail. Weitere Einzelheiten zur Inbetriebnahme und Bedienung sind der Ergänzung zu diesem Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zu entnehmen. Dort gibt es auch noch einige zusätzliche Fotos.

Montage und Anschluss

Der in [1] beschriebene QO-100-Transceiver und die hier vorgestellte 2-m-/70-cm-Endstufe sind in Gehäusen gleichen Typs

untergebracht und in meinem Shack übereinander angeordnet, Bild 21. Dies ermöglicht kurze Verbindungen zwischen beiden Geräten. Vom Transceiver führen ein kurzes Cinch-Kabel für die PTT-Lei-

Bild 21:
Blick in das
geöffnete Gehäuse
der 2-m-/70-cm-
Endstufe



tung und ein hochwertiges 50-Ω-Koaxialkabel, beidseitig abgeschlossen mit BNC-Steckern, zur Endstufe. Der SDR-Transceiver wird von einem externen Netzteil gespeist, während die Endstufe über ein eingebautes Schaltnetzteil verfügt.

Verkabelung der Komponenten

Bild 21 gewährt einen Blick in das geöffnete Gehäuse der Endstufe. Gut zu erkennen sind die HF-Verbindungen mit RG316-Kabeln, die überwiegend mit SMA-Winkelsteckern abgeschlossen sind. Im unteren, etwas verdeckten Weißblechgehäuse sind die Mitsubishi-Power-Module und die VHF-/UHF-Modulsteuerplatinen untergebracht, darüber die Diplexer und die Treiberstufe.

Im rechten Teil des Gehäuses befinden sich der Richtkoppler, das separate 460-MHz-Tiefpassfilter für das 70-cm-Band und die Hauptplatine des Leistungsmessers/SWV-Meters. Im linken Teil des Gehäuses ist das Schaltnetzteil zu erkennen. Die Verdrahtung der Komponenten erfolgte mittels flexibler Schalltlitze und der Anschluss der Leitungen an die Module über Durchführungskondensatoren. Fixiert sind die Module auf einer 2 mm dicken Aluminium-Montageplatte am Gehäuseboden.

der Endstufe bei unterschiedlicher Ausgangsleistung zu beobachten. Werte über 6 A sollten nicht auftreten. Sehr hilfreich kann dabei die Alarmierungsfunktion des Wattmeters sein.

An der Rückseite der Endstufe befinden sich die Anschlüsse für die 2-m-/70-cm-Antenne in Form einer SO239-Buchse, die BNC-Eingangsbuchse, die Cinchbuchse des PTT-Steuereingangs sowie zwei Buchsen zur Abgabe einer 12-V-Versorgungsspannung für externe Geräte. Niederspannung und 230-V-Netzspannung sind separat abgesichert.

Software und Betrieb

Die Endstufe wird, wie bereits erwähnt, durch einen *Pluto Plus* angesteuert, dem eine Treiberstufe nachgeschaltet ist. Die resultierende Steuerleistung beträgt maximal 100 mW bei noch guten IMD3-Werten. Bild 22 zeigt diese für das 2-m- und 70-cm-Band.

Wichtig für die spektrale Reinheit des SSB-Signals ist die Nutzung des *Offset-Tuning*-Features der Software *SDR Console* von Simon Brown. Die in Bild 22 gezeigten IMD3-Werte sind nur erreichbar, wenn man dieses Leistungsmerkmal nutzt. Anderenfalls entsteht ein sogenannter *Gleichspannungs-Offset-Träger* in Zero-Beat, der

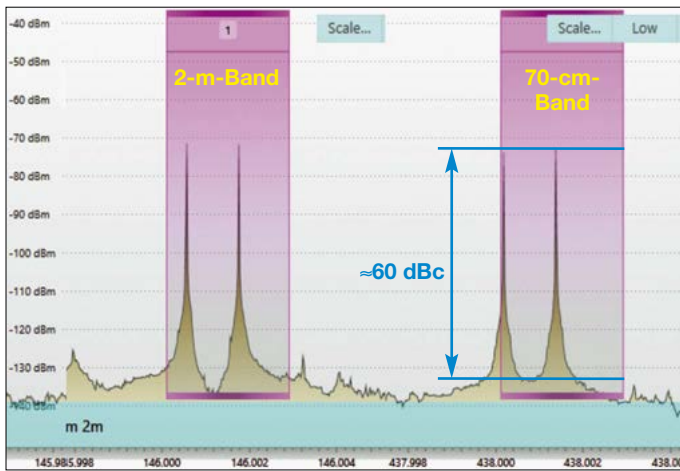


Bild 22:
Ergebnis der
IMD3-Messung
des Transceiver-
Ausgangssignals
für das 2-m- und
das 70-cm-Band

lediglich um 40 dB unterdrückt ist. Dies geschieht dann, wenn die Frequenz 0 Hz im IQ-Mischer direkt auf die HF-Signalfrequenz gemischt wird. Sie erscheint im SSB-Betrieb als mäßig unterdrückter Träger. *SDR Console* beherrscht den Abgleich des Gleichspannungs-Offsets leider noch nicht vollständig, da nur etwa 40 dB Unterdrückung erreicht werden.

Um dieses Manko zu kaschieren, hat man einen Basisband-Offset eingeführt. Wird dieser von null abweichend gewählt, wie in Bild 24, dann erscheint der Gleichspannungs-Offset-Träger um genau diesen Betrag versetzt, im Beispiel um 50 kHz. Man sieht ihn dann beim eigenen Empfangssignal nicht mehr. Da beim vorliegenden Projekt aber nur relativ geringe Leistungen zwischen 10 W und 25 W erzeugt werden, kommt man mit einer Unterdrückung von 40 dBc gut hin, ohne benachbarte Stationen zu stören.

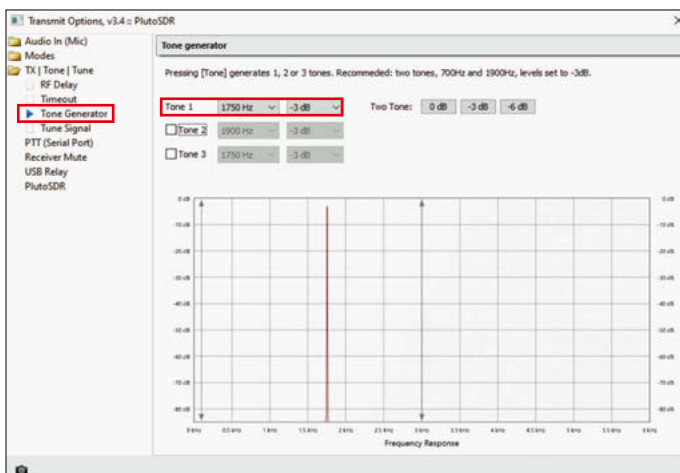


Bild 23:
1750 Hz Ruftoneinstellung für
Relaisbetrieb
mittels Software
SDR Console

Relaisfunkbetrieb

Um die meisten Relaisfunkstellen öffnen zu können, benötigt man einen Rufton mit 1750 Hz. Alle modernen VHF/UHF-Geräte besitzen diese Funktion. Mittels der Software *SDR Console* kann man diesen Ton zum Öffnen eines Repeaters ebenfalls aussenden, indem man die 1750 Hz

für den Rufton unter *Transmit Options* → *Tx/Tone/Tune* → *Tone Generator* für *Tone 1* einträgt und die Töne 2 und 3 deaktiviert. Auch der Pegel lässt sich unter *Tone 1* in 1-dB-Dämpfungsschritten zwischen 0 dB und -40 dB sehr präzise einstellen, siehe Bild 23.

Seit einiger Zeit werden Relaisfunkstellen zunehmend auf das Subton-Squelch-Verfahren (engl. *Continuous Tone Coded Squelch System*, CTCSS) umgerüstet. Der Grund liegt darin, dass vermehrt starke Störungen im Bereich der Relaisfrequenzen erzeugt werden. Die trägergetasteten Funkstellen wurden dadurch ständig auf Senden gehalten. Das CTCSS-Verfahren vermeidet durch den gleichzeitig zur Sprache ausgesendeten Ton, dass Träger ohne Subtonmodulation die Relaisfunkstelle auftasten können [7].

Dieses Feature ist ebenfalls in die Software *SDR Console* integriert, wie Bild 25

zeigt. Man muss dann nur die Frequenz der betreffenden Relaisfunkstelle kennen. Der Bereich für den Subton reicht von 67 Hz bis 254 Hz. DTMF für einzelne *Talk Groups* vernetzter Relaisfunkstellen ist leider mit *SDR Console* nicht möglich.

Tipps zur 2-m-/70-cm-Antenne sind in der Ergänzung zum Beitrag auf www.funkamateur.de zu finden.

Schlusswort

Mein besonderer Dank gilt Johan Maas, PA3GSB, für seine Unterstützung bei der Modifikation der Software für das Leistungs- und SWV-Messgerät sowie Steve Drury, G6ALU, für seine diesbezüglichen Bausatzunterlagen.

Allen interessierten Lesern wünsche ich viel Erfolg beim Nachbau der Endstufe oder einzelner Komponenten für den Einsatz in eigenen Selbstbauprojekten.

rue.moeller@t-online.de

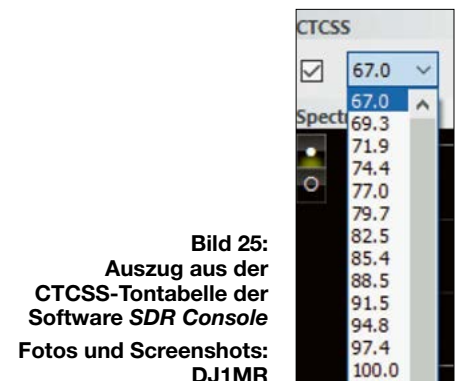


Bild 25:
Auszug aus der
CTCSS-Tontabelle der
Software *SDR Console*
Fotos und Screenshots:
DJ1MR

Literatur und Bezugsquellen

- [6] Lüddecke, H., DK8AR: Messgerätevorstellungen und Messungen an verschiedenen SWR- und Powermetern für den Amateurfunkbereich. www.viehl-radio.de/homeda/vlf/swr/power.pdf
- [7] Elmiger, R., HB9GAA: CTCSS-Encoder im Eigenbau. *FUNKAMATEUR* 55 (2006) H. 6, S. 684-685

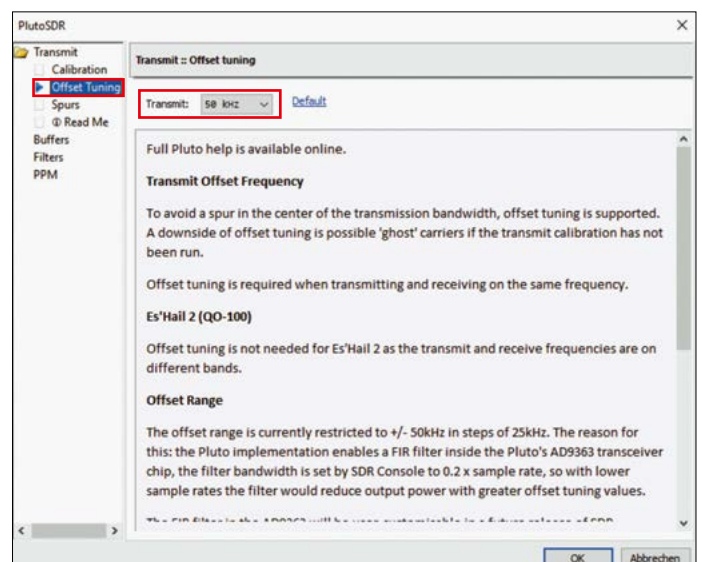


Bild 24:
Nutzung des
Transceivers mit
dem Leistungsmerkmal
Offset Tuning,
siehe Text

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Rückblick auf die Ham Radio 2025



Die internationale Amateurfunkmesse in Friedrichshafen ist für den AATiS neben dem Bundeskongress die wichtigste Veranstaltung im Jahr. Zusätzlich zum Stand,

auf dem die Medien und Bausätze präsentiert wurden, gab es den Aktionsstand für das betreute Löten, die Mitorganisation der Ham-Rallye und nicht zuletzt die Lehrerfortbildung.

Erwartungsgemäß war der *Elise 2.0 Photonic Communicator AS805* sehr gefragt. Insbesondere, als nach dem Einführungsvortrag des AATiS-Vorsitzenden Prof. Dr. Harald Gerlach, DJ2SAX, zur Demonstration eine Lichtfunkstrecke aufgebaut wurde. Trotz der nur 30 m quer über die Hauptbühne entstand ein echtes Pile-up und es gab sehr zufriedene Gesichter bei den Ausprobierenden.

Bei der Lehrerfortbildung, für die sich 71 Teilnehmer eingetragen hatten, war neben Themen wie *Cryptool*, einem kostenfreien Softwarepaket zur Kryptologie (Dr. Doris Behrendt, Universität der Bundeswehr, München), ISS-Kontakt des Gymnasiums Meschede (Josef Sommer, DL8DBN) und Organisation von Workshops (Bernd Kalch, DB1BKA) die Nachwuchsförderung ein Schwerpunktbereich.

Prof. Dr. Harald Gerlach, DJ2SAX, referierte zum Thema *Amateurfunk als Begabtenförderung*. Dominique Haas, Jugend-forscht-Botschafter für Baden-Württemberg, stellte den Wettbewerb vor, beleuchtete die Teilnahmebedingungen und zeigte fachliche und finanzielle Fördermöglichkeiten auf.



Luisa Ehrler stellt im Gespräch mit interessierten Besuchern ihr Projekt DOMCOM vor.

Foto: DL1YBL

Aber die Bühne gehörte auch den jungen Leuten: Jugend-forscht-Sonderpreisträgerin im Landeswettbewerb Baden-Württemberg, Luisa Ehrler (16 Jahre), vom Ganerben-Gymnasium in Künzelsau, stellte ihr Projekt



DOMCOM vor; ein hausinternes smartes Intercom-System, welches per Funk einfache Nachrichten wie „Essen ist fertig“ oder „Jetzt ist Feierabend“ von einer Sendeeinheit im Wohnhaus auf eine Empfangseinheit in einem externen Gebäude übermitteln und zusätzlich durch Glocken signalisieren kann.

Der DARC e.V. gab ihr die Möglichkeit, ihr Projekt an einem eigenen Stand zu präsentieren. Luisa, die trotz des funkbezogenen Projekts nach eigenen Angaben noch nie etwas von Amateurfunk gehört hatte, war nach kurzer Zeit so von den technischen Möglichkeiten und dem ihr entgegengebrachten Ham-Spirit begeistert, dass sie schon am zweiten Messtagsanfang, für die Amateurfunkprüfung zu lernen.

Mit 11 600 Besuchern ergab sich eine leichte Steigerung der Teilnehmerzahlen gegenüber dem Vorjahr (11300). Zugleich war wiederum ein Rückgang der kommerziellen Anbieter und Aussteller zu verzeichnen. Der AATiS freut sich, auch die nächste Ham Radio vom 26. bis 28. 6. 2026 mit neuen Ideen und Themen bereichern zu können. Auf Wiedersehen in Friedrichshafen!

■ Verleihung des Schulstationen-Starterpakets

Auf der Aktionsbühne der Ham Radio wurde am Freitag auch ein Schulstationen-Starterpaket übergeben, durch das der AATiS e.V. mit Unterstützung vom DARC-Verlag und dem FUNKAMATEUR Neueinrichtungen und Reaktivierungen von Schulfunkstationen fördert. Es enthält Lernmaterial, Bausätze und Gerätschaften im Wert von rund 1000 €. Zum ersten Mal ging ein solches Starterpaket an eine französische Schule, das College Charles Walch in Thann/Elsass.

Diese Schule unterhält mit Unterstützung lokaler Funkamateure die Schulstation F4KOD und ist bereits durch mehrere Ballonstarts und Partnerprojekte mit dem Robert-Havemann-Gymnasium in Berlin aufgefallen. Das Paket

wurde von Patrice Boutot, F4LEA, Technologielehrer am College Charles Walch, entgegengenommen. Für den *Red-Ink-Award* wurde für die Schulstation F4KOD die Nummer 1750 und an F4LEA die Nummer 1751 vergeben.

Bewerbungen um ein solches Schulstationen-Starterpaket werden vom AATiS ganzjährig entgegengenommen, die Verleihung erfolgt bei überregionalen Amateurfunkveranstaltungen (z.B. auf der Ham Radio, beim Funktag



V. l. n. r.: Harald Gerlach, DL2SAX, Patrice Boutot, F4LEA, Karsten Hansky, DL3HRT Foto: DJ9PH

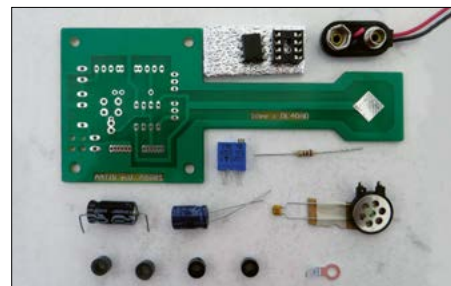
Kassel). Informationen zum Paket und Voraussetzungen für die Bewerbung sind nachzulesen unter: www.aatis.de/content/startpaket-für-amateurfunk-schulstationen

■ Bausatzpaten für AS001 und AS306 gesucht

Alle Bausätze des AATiS werden ehrenamtlich entwickelt, in den Praxisheften dokumentiert sowie in den meisten Fällen auch von den Entwicklern zusammengestellt und gepackt. Manche Bausätze sind so erfolgreich, dass dies vom Entwickler alleine nicht zu bewältigen ist. Daher suchen wir Bausatzpaten für die Morsetaste AS001 und die Taschenlampe AS306.

Aufgabe der Bausatzpaten ist die Zusammenstellung der Bausätze in einzelnen Beuteln. Das benötigte Material inklusive Beutel, Label, aller mechanischen und elektrischen Bauteile wird vom AATiS zugeliefert. Die fertig gepackten Bausätze sind dann unserem Versender zu übergeben. Die Bausätze AS001 und AS306 zählen zu den am häufigsten nachgefragten.

Interessenten nehmen bitte Kontakt mit Helmut, DL2MAJ, (dl2maj@aatis.de) auf.



Bauteile für AS001

Foto: DL2MAJ

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ Neue Allgemeinzuteilung Freenet

Am 25. 6. hat die Bundesnetzagentur (BNetzA) in ihrem Amtsblatt 12/2025 mit der Verfügung 45/2025 eine geänderte „Allgemeinzuteilung von Frequenzen im Frequenzbereich 149,01875 MHz–149,11875 MHz für die Sprachkommunikation mit Handsprechfunkgeräten“ veröffentlicht. Gemeint ist die Jedermann-Funkanwendung *Freenet* im 2-m-VHF-Frequenzbereich. Die bisher für den *Freenet*-Kurzstreckenfunk gültige Amtsblattverfügung 60/2019, veröffentlicht im Amtsblatt der Bundesnetzagentur Nr. 9/2019 vom 15. 5. 2019, wird mit Ablauf des 30. 9. 2025 aufgehoben.



Freenet-Handfunkgeräte wie das Alinco DJ-VX11 erinnern an Transceiver für den Betriebsfunk.

Werkfotos

An den zentralen technischen Parametern für den *Freenet*-Jedermannfunk ändert die neue Allgemeinzuteilung nichts. Zur Nutzung freigegeben sind die folgenden Kanäle, wobei diejenigen mit 12,5 kHz Kanalbandbreite sowohl für analogen als auch für digitalen Sprechfunk genutzt werden dürfen und die mit 6,25 kHz Bandbreite allein für digitalen.

Kanalbandbreite	Mittenfrequenz
12,5 kHz	145,0250 MHz; 145,0375 MHz; 149,0500 MHz; 149,0875 MHz; 149,1000 MHz; 149,1125 MHz;
6,25 kHz	149,021875 MHz; 149,028125 MHz; 149,034375 MHz; 149,040625 MHz; 149,046875 MHz; 149,053125 MHz; 149,084375 MHz; 149,090625 MHz; 149,096875 MHz; 149,103125 MHz; 149,109375 MHz; 149,115625 MHz

Die maximal zulässige äquivalente Strahlungsleistung (ERP) beträgt wie bisher 1 W. Ebenfalls wichtig: *Freenet*-Jedermannfunk ist wie gehabt allein in Deutschland zugelassen, sodass die Kanäle und der belegte Frequenzabschnitt in Nachbarländern anderen Nutzern zur Verfügung stehen. Die Allgemeinzuteilung legt daher wie bisher fest, dass „in 10 km Grenzabstand zu Belgien und Polen nur 0,5 W

Strahlungsleistung (ERP) gestattet ist. Im Rahmen der Nachbarstaatenregelung dürfen keine ‚schädlichen Störungen‘ bei Frequenznutzungen in Nachbarstaaten verursacht werden. Wenn durch die Frequenznutzung Störungen bei Frequenznutzungen in Nachbarstaaten auftreten, hat der Frequenznutzer auf Aufforderung der Bundesnetzagentur unverzüglich den Sendebetrieb auf den beanstandeten Frequenzen einzustellen. Hierfür wird kein Ausgleich gewährt.“

Dazu eine Anmerkung: Die Begrenzung der *Freenet*-Strahlungsleistung auf 0,5 W in Grenznähe sollte man beachten. Es sind Fälle bekannt, bei denen kundige Polizeibeamte während einer Verkehrskontrolle bei einem *Freenet*-Handfunkgerät eine zu hohe Sendeleistung feststellten und es im Nachgang zu einem teuren Verfahren kam.

■ Nutzungsbestimmungen konkretisiert

Die Nutzungsbestimmungen hat die BNetzA erweitert und geht nun ins Detail: „Für die Sprachkommunikation zugelassen sind Handsprechfunkgeräte, welche über eine netzunabhängige Stromversorgung verfügen und so konstruiert sind, dass sie von einer Person transportiert und in einer Hand bedient werden können.“ Nicht für *Freenet* zugelassen sind somit etwa Mobilgeräte.

Bezüglich Antennen erfolgt ebenfalls eine Klarstellung: „Zugelassen sind fest verbaute Antennen oder Wechselantennen am Antennenanschluss des Handsprechfunkgerätes, die der mobilen und ‚einhändigen‘ Nutzung nicht entgegenstehen. Das Anbringen sonstiger externer, beispielsweise über Koaxialkabel angeschlossener oder an anderen Gegenständen befestigter, Antennen ist nicht gestattet.“ Man darf also durchaus eine effizientere als die mitgelieferte Gummiwendelantenne verwenden, sofern das Funkgerät einen solchen Wechsel ohne Umbau ermöglicht. Keinesfalls zugelassen sind nicht unmittelbar mit dem Funkgerät verbundene Strahler. Per Koaxialkabel angeschlossene Mobil-, Zimmer-, Balkon- oder Dachantennen fallen damit aus. Die Aktivierung und der Rufaufbau mittels VOX-Funktion (*Voice-Operated Exchange*) sind wie bisher zulässig, ebenso die Nutzung einer CTCSS-Funktion (*Continuous Tone-Coded Squelch System*).

■ Nur direkte Funkverbindungen

„Die Handsprechfunkgeräte sind nur im Peer-To-Peer-Modus zu betreiben“, formuliert die BNetzA in ihrer überarbeiteten Allgemeinzuteilung. „Eine Reichweitenverlängerung ist nicht zulässig. Die Handsprechfunkgeräte dürfen daher weder als Teil eines Infrastrukturnetzes (z. B. Internetanbindung) noch als Repeater oder Relais verwendet werden. Ein Gateway-Betrieb und die damit verbundene Signalkonvertierung in ein anderes Netz/Internet für den automatischen Funkbetrieb mit Handsprechfunkgeräten im o. g. Frequenzbereich für den Kurzstreckenfunk ist nicht gestattet.“

Das Tectalk Duo von Albrecht ermöglicht Jedermann-Sprechfunk in FM sowohl auf 70-cm-PMR446 als auch auf 2-m-Freenet-Kanälen.



Damit stellt die BNetzA klar, dass beim *Freenet* nur direkter Funkbetrieb zwischen zugelassenen Handfunkgeräten stattfindet. Die in einigen Regionen zu beobachtenden Übertragungen ins Internet oder Reichweitensteigerungen per Repeater sind wie bisher nicht für den 2-m-Kurzstreckenfunk vorgesehen und werden nun konkret ausgeschlossen.

Wie bisher sind Daueraussendungen ebenfalls nicht zulässig: „Mit Bezug auf die TX-Abschaltung lt. ETSI EN 303 405 nach 180 Sekunden ist nach dieser Zeit von einer Daueraussendung auszugehen. Funkaussendungen sind auch unterhalb der Schwelle zu einer Daueraussendung auf die unbedingt notwendige Zeit zu beschränken. Ebenfalls nicht erlaubt sind Aussendungen ohne Nachrichtinhalt sowie Aussendungen, die nicht unmittelbar der Aufnahme einer Funkverbindung oder der Teilnahme am Funkverkehr dienen.“ Demnach wäre auch die Übertragung eines Rundspruchs nicht zulässig, wenn dieser länger als 3 min dauert.

Die neue Allgemeinzuteilung für den *Freenet*-Jedermannfunk gilt ab dem 1. 10. dieses Jahres und ist bis zum 30. 9. 2035 befristet. Änderungen seitens der BNetzA sind jederzeit möglich und werden im Amtsblatt veröffentlicht.

CB-Kalender

- samstags** CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz)
NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz)
OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz)
Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), <http://chat.bergdx.de>
- sonntags** CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz)
Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz)
Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz)
AM-Nostalgieurder Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz)
SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), <https://dh7aao.0101.at>
AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
- so. – do.** Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
- 23. 8.** Treffen Wellenreiter Weserbergland, www.wellenreiter-weserbergland.de

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0558-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0600-0625	Radio Rumänien International – 9700
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0600-2100	Radio Gloria – 6140 (Testsendungen via Radio Onda; LUX)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-1458	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (Sa, So; engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Kölsch in die Welt – 6070 (unregelmäßig So; D-r; alt 9670)
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig; D-h)
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1030-1100	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (D-n; 2. So/Monat)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-1230)
1130-1225	Stimme von Türkiye – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 9670 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880
1458-2200	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
1500-1600	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1700	SM Radio Dessau – 6070 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1658-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1700-1800	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1730-1825	Stimme von Türkiye – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1800-1900	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat und folgenden Fr; D-r)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 11 775, 13 810 (Musikprogramm)
1800-2000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425 , 12 015
1900-2000	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 1900-; D-o via HCJB)
2100-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl., franz.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg,
-r Rohrbach, -w Winsen/Aller,
-ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck
wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ BC-DXer am Bodensee

Samstag, 28.6., 18 Uhr. Die Ham Radio, Europas größtes Hobbytreffen für Funkamateure und andere an drahtloser Kommunikation Interessierte, schließt für diesen Tag. Ich fahre von der Messe zunächst zur nahen Unterkunft und von dort weiter per Fahrrad zum Sporthafen der Messestadt Friedrichshafen. Dort will ich direkt am Ufer des Bodensees die zwei Tage zuvor für 19 Uhr angekündigten deutschsprachigen Testsendungen auf Kurzwelle aus Taiwan verfolgen. Zum Glück habe ich einen kleinen Weltempfänger in



Ansprechpartner zum Thema Rundfunkfernempfang auf der Ham Radio 2025 (v.l. n. r.): Uwe Bräutigam, Christof Proft und Jürgen Martens am Stand der Radio-Hörervereinigung ADDX e.V.

Fotos: DL1AX

Friedrichshafen dabei. Denn die Unterkünfte sind zwar heute üblicherweise mit einem modernen TV-Gerät mit Zugang zu allerlei Streaming-Diensten ausgestattet, aber eben nicht mit einem Radiogerät. Morgens will ich *Deutschlandfunk* hören und nicht eine TV-Infoshow anschalten.



Gleich neben der ADDX präsentierten Günter Lorenz (li.) und Oliver Schmidt (re.) das von ihnen herausgegebene Frequenzjahrbuch WRTH. Am Stand des UKW/TV-Arbeitskreises konnten sich die Besucher außerdem über Rundfunkfernempfang auf VHF und UHF informieren.

Nun höre ich also nach einem fordernden Messetag am frühen Abend die vier deutschsprachigen Testsendungen aus Taiwan, ausgestrahlt über die Kurzwellen-Sendestation Tamsui. Dafür suche ich mir einen ruhigen Platz abseits der belebten Uferpromenade. Jeder Test dauert zehn Minuten und ist auf der jeweiligen Frequenz mit dem kleinen Kurzwellenradio und seiner kurzen Teleskopantenne einwandfrei aufzunehmen. Die Tech-

niker im fernen Taiwan leisten offenbar gute Arbeit. Dieses Beispiel zeigt einmal mehr, was per Kurzwelle möglich ist und wie viel Unabhängigkeit unsere *Deutsche Welle* aufgegeben hat. Übrigens haben die USA mit *Radio Farda* für den Iran und *Radio Martí* für Kuba zwei ihrer Auslandssender im Juni auf Kurzwelle wieder angeschaltet.

Später an diesem frühen Samstagabend treffe ich an der Promenade noch Rainer Eberling, DB8QC, Chefredakteur von *Radio DARC*, und Volker Strecke, DL8JDX. Volker war Elektroniker und Funker auf den deutschen Antarktisstationen *Georg Forster* sowie *Georg-von-Neumayer* und fährt heute als Fachdozent auf Kreuzfahrtschiffen in die Polargebiete. Während der Ham Radio hat er zwei sehr interessante neue Bücher über seine Arbeit vorgestellt.



Bonito hielt am Messestand in Friedrichshafen neben Weltempfängern ein reichhaltiges Sortiment von Empfangsantennen bereit.

Tamsui zu ermitteln. Daraufhin trafen bei der Station mehrere hundert E-Mails mit Empfangsbeobachtungen ein und als beste Frequenzen stellten sich 11995 kHz sowie 15 145 kHz heraus. Im Juli sendet RTI also immer freitags, samstags und sonntags von 1700 UTC bis 1730 UTC auf 15 145 kHz und von 1730 UTC bis 1800 UTC auf 11 995 kHz in deutscher Sprache über die Kurzwellenanlage Tamsui nach Europa. Für Empfangsberichte an deutsch@rti.org.tw kommt eine Sonder-QLS-Karte. Postanschrift: Radio Taiwan International, German Service, P.O. Box 123-199, Taipei 11199, Taiwan. Im August sendet RTI an diesen Tagen zu den gleichen Zeiten auf den Frequenzen ein französisches Sonderprogramm. Empfangsberichte an fren@rti.org.tw bestätigt man per eigener Sonder-QLS-Karte.

Direktsendungen aus Tamsui kommen seit einigen Jahren an Wochenenden im Sommer. Wie die deutsche RTI-Redaktion in ihrer Hörerpostsendung mitteilte, trafen dafür allein 2024 mehr als 1000 Empfangsberichte aus 33 Ländern ein. Gesendet wird mit nominell 300 W über eine auf 325° nach Europa fest ausgerichtete Antenne. „Nominell“, da der alte Sender laut eines Stationstechnikers nicht mehr die volle Leistung erreicht. Dies wirkt sich aber nicht auf die sehr gute Empfangsqualität aus. Die Programme bringen neben Zitaten aus Hörerbriefen und Musik allerlei Interessantes über Land und Leute in Taiwan. Zusätzlich laufen tägliche Informationsprogramme von 1900 UTC bis 1930 UTC auf 5900 kHz über die Sendestation Kostinbrod in Bulgarien.

Abschließend zu den US-Sendern: *Radio Farda* sendet für Iran wieder abends auf 12 035 kHz und nachts auf 9620 kHz. *Radio Martí* strahlt für Kuba wochentags von 1400 UTC bis 2200 UTC auf 11 860 kHz und 13 605 kHz aus.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.

Einige Stunden zuvor hatte ich auf der Ham Radio bereits Christoph Ratzer, OE2CRM (remotedx.com), zufällig getroffen. Der österreichische Wellenjäger berichtete über weitere spektakuläre Empfangserfolge auf Mittelwelle, deren Details ich an dieser Stelle noch nicht bekanntgebe. Interessant war zudem Christophs Hinweis auf sein neues Empfangsantennensystem Aziloo DF-72. Es verspricht mit zwei Drahtschleifen eine vergleichbare Leistung wie Beverage-Antennen und benötigt für den Aufbau weitaus weniger Platz. Mittels Software lässt sich die Empfangsrichtung elektronisch „drehen“. Letzteres ist auch per Internet steuerbar, wodurch dieses Empfangsantennensystem für *Remote*-Betrieb interessant ist.

Solcher informeller Erfahrungsaustausch sowie Treffen mit Hobbyfreunden sind auch für Freunde des Fernempfangs ein wesentlicher Grund, nach Friedrichshafen zur Ham Radio zu fahren. Treffpunkte waren in diesem Jahr die Stände der Hörervereinigung ADDX e.V. (www.addx.de) sowie des UKW/TV-Arbeitskreises e.V. (www.ukw.tv). Dort konnte man sich außerdem bei den Herausgebern über die aktuelle Ausgabe des Frequenzjahrbuches WRTH (wrth.info) sowie über ergänzende digitale Angebote informieren. Gegenüber hatte *Dokufunk* (dokufunk.org) seinen Stand.

■ RTI aus Tamsui

Die eingangs erwähnten Testsendungen aus Taiwan dienten dazu, mithilfe von Empfangsberichten aus dem Zielgebiet die besten Frequenzen für die Sondersendungen im Juli von *Radio Taiwan International* (RTI) aus



Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => kostenlos:

ADDX-Info-Paket anfordern:

www.addx.de/info.php

Ausbreitung August 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Astronomen erstellen seit etwa 270 Jahren Aufzeichnungen über den Verlauf von Sonnenfleckenzahlen. Dank ihnen entdeckte 1843 der deutsche Astronom Heinrich Schwabe den Elftageszyklus der Sonnenaktivität. Dadurch war es auch möglich, den Zyklus zwischen 1755 und 1766 als Zyklus 1 zu bezeichnen.

Viel genauer als die Sonnenfleckenzahl zeigt die bei einer Wellenlänge von 10,7 cm gemessene spektrale Flussdichte der solaren Radiostrahlung, der solare Radiofluxindex, den Einfluss der Sonne auf die Ionosphäre. Er wird seit 1947 gemessen. Allerdings dauerte es bis zum Beginn der Satelliten-Ära, dass Messungen auch anderer Parameter, wie Geschwindigkeit des Sonnenwindes, Dichte sowie Ener-

gie von Solarteilchen im Sonnenwind und der Polarität des interplanetaren Magnetfeldes erfolgen konnten.

Die technologische Entwicklung schreitet so schnell voran, dass es schwierig ist, die Ursachen der Veränderungen der Ausbreitungsbedingungen im gegenwärtigen Elftageszyklus mit denen vergangener Zyklen zu vergleichen. Wir haben keine andere Wahl, als uns auf die zu erwartende Sonnenaktivität zu verlassen. Wir sind aber nicht in der Lage, diese mit ausreichender Genauigkeit vorherzusagen.

Die Sonnenfleckenvorhersagen für August 2025 lauten: NOAA/SWPC $R = 137,6$. Die Kollegen von SIDC (WDC-SILSO) berechneten $R = 122$ mit der klassischen Methode und $R = 129$ mit der kombinierten Methode. BOM SWS (Australien) prognostiziert $R = 112,2$. Unsere Diagramme beruhen auf $R = 110$.

Die Kurzwellen-Ausbreitungsbedingungen im Juni waren ebenso schlecht wie im Mai. Sie waren nicht nur schlecht wegen der unüblich großen Zahl von geomagnetisch gestörten Tagen, sondern auch wegen der ungünstigen Orientierung des longitudinalen interplanetarischen Feldes. Die einzige Ausnahme war der Zeitraum zwischen dem 30. Juni und dem

2. Juli, in dem die Ausbreitungsbedingungen angehoben waren.

Im August geht der Sommer in der Ionosphäre langsam zu Ende. In der zweiten Monathälfte erwarten wir herbstähnliche Tage mit deutlich besseren Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle. Leider werden wir uns in mittleren Breiten der nördlichen Hemisphäre dann von der Anwesenheit der sporadischen E-Schicht verabschieden müssen.

Von Beobachtungen und Messungen im Juni 2025 gibt es folgende Zahlen: SIDC $R_1 = 116,3$, DRAO SF = 116,3 und wiederum ein hoher geomagnetischer Aktivitätsindex von Wingst mit $A = 21,6$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für Dezember vergangenen Jahres beträgt $R_{12} = 151,2$.

Legende zu den Diagrammen

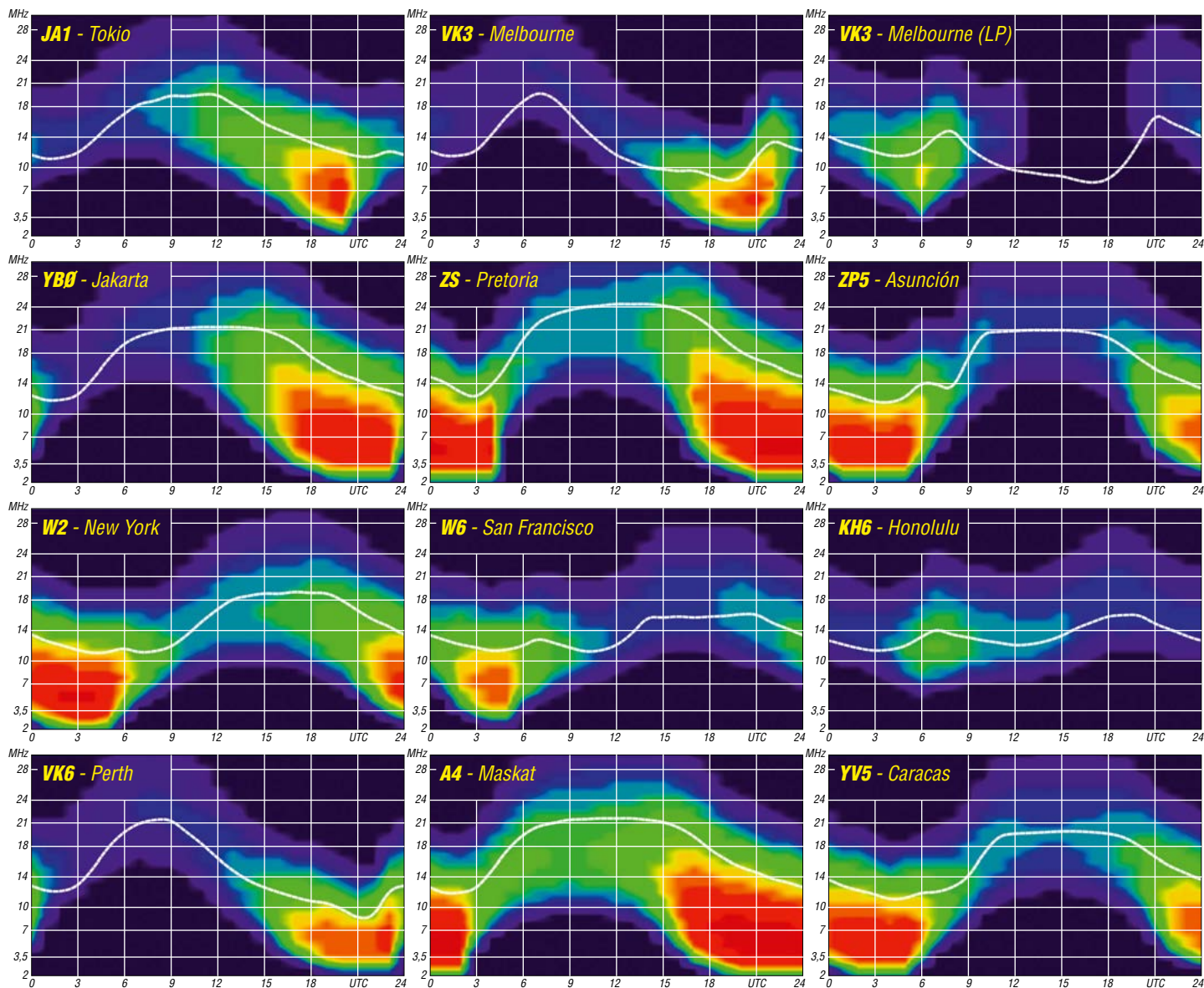
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ Heidebergturm bei Gröden

Seit einem Jahr ist der Heidebergturm bei Gröden gesperrt. Der aus Lärchenholz gebaute und 34 m hohe Aussichtsturm liegt etwa 150 m östlich des Heidebergs, der direkt an der Landesgrenze Sachsens zu Brandenburg Standort einer Säule der *Königlich-Sächsischen Triangulation* ist. Die Höhe des Heidebergs mit 206 m ist überschaubar, aber nicht unbedingt optimal für Bergfunk. Deshalb wurde immer der Turm auf Brandenburger Seite mit der Plattform auf 29 m Höhe genutzt. Die Heidehöhe ist mit knapp 202 m der höchste topografische Punkt Brandenburgs. Nach dem Erklimmen der 162 Stufen war die Aussichtsplattform ein idealer Funkstandort. Die Berge im Süden Sachsens und sogar das Völkerschlachtdenkmal in Leipzig konnten, klare Sicht vorausgesetzt, von hier aus gesehen werden.

Der 2009 eröffnete Turm ist inzwischen sanierungsbedürftig. Ursprünglich sollte diese Sanierung nur wenige Wochen dauern, ist



Treppe zur Säule Strauch, TP/SX-011

Foto: Kerstin, DE5KUS

aber zum Leidwesen vieler Bergfunker immer noch nicht erfolgt. Bereits vor dem Bau 2009 waren wir, DL2HSC und DE5KUS, vor Ort, um den Standort der Triangulationssäule zu erkunden. Von Strauch aus führen verschiedene Wege Richtung Norden dahin, nach knapp 2 km ist der Standort erreicht. Meistens wird jetzt aber für die Aktivierungen für den SBW, TrigPunkt TP/SX-011 und GMA DA/SX-212 ein Weg von Gröden aus zum Turm genutzt.

Auch jetzt ist der Turm noch eingestüst und der Zutritt verboten. Dieter, DO8DGM, hat einen Aufruf zum Spendensammeln für die Sanierung fotografiert. Da die Finanzierung nicht geklärt ist, wurde ein *Crowdfunding*-Projekt durch die Gemeinde gestartet. Der Zeitraum für die Finanzierung geht bis zum 4. August. Spenden sollten aber bis spätestens fünf Tage vor Schluss überwiesen werden. Da dieser Termin fast mit dem Erscheinen des QTC zusammenfällt, ist für Spendenwillige Eile geboten. Die genauen Informationen zum Projekt sind unter www.99funken.de/heidebergturm abrufbar.

■ GMA

Mario, DL4MFM, teilte mit, dass ab sofort bei GMA auch SOTA-Gipfel ohne Namen von Aktivierern und Jägern ins Log eingetragen werden können. Dafür werden 0 Punkte vergeben. Der Vorteil ist aber, dass damit alle Aktivitäten erfasst und zu SOTA übertragen werden.

Termin nicht vergessen: Am 2. und 3. 8. findet das nächste Berg-zu-Berg-Wochenende statt.

■ SOTA-Ergebnisse

Am 1.7. aktivierte Jan, OK2PDT, den Schwarzen Mann (DM/RP-003, 697 m). Damit erreichte er zum zwanzigsten Mal den Titel einer *Bergziege* (Mountain Goat). Gratulation an Jan! Seine SOTA-Daten (Stand: 8.7.) sind beeindruckend: 20058 Punkte, 3798 Aktivierungen und 1920 verschiedene Gipfel (50,55 %).

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

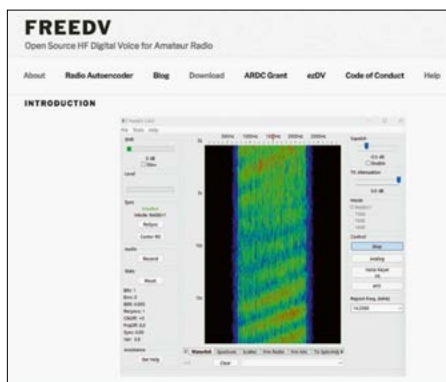
■ Monitoring von FreeDV-Signalen

Hinter *FreeDV* verbirgt sich ein Projekt, das sich bereits seit mehreren Jahren mit der digitalen Sprachübertragung im Amateurfunkdienst befasst. Im Gegensatz zu den Lösungen kommerzieller Funkgerätehersteller handelt es sich dabei um ein Open-Source-Projekt, das mit einem frei verfügbaren Audio-Codec realisiert wird (siehe auch S. 618 ff. in der vorliegenden Ausgabe).

Während die kommerziellen Hersteller jeweils nur für ihre eigenen Geräte, vorrangig im VHF- und UHF-Bereich, Digitalösungen wie D-STAR, Yaesu Fusion oder DMR anbieten, setzt FreeDV seinen Schwerpunkt auf die digitale Sprachübertragung im Kurzwellenbereich.

In der am 4. Juni 2025 veröffentlichten Version 2.0.0 von FreeDV steht jetzt der Modus *RADE_V1* (*Radio AutoenCODeR*) in einer stabilen Version zur Verfügung. Dieser spezielle Modus kann Sprachsignale auf einem nur 1500 Hz breiten SSB-Kanal in hoher digitaler Qualität übertragen. Die Softwarelösung nutzt dabei sowohl Methoden des maschinellen Lernens, als auch die Möglichkei-

ten von DSP, um sich bestmöglich an die Übertragungsbedingungen auf Kurzwelle anzupassen. Das Programm und ein ausführliches Manual stehen unter [1] zum Download bereit.



Open-Source-Programm FreeDV

Screenshot: FA

Für die Betriebssysteme Windows und macOS können jeweils Installer genutzt werden. Die für die Installation unter Linux notwendigen Schritte sind unter [2] beschrieben.

Momentan sind nur wenige Stationen in diesem Modus auf Kurzwelle aktiv. Um die Wahrscheinlichkeit für einen zweiseitigen Funkkontakt zu erhöhen, bietet sich die Nutzung des im Programm enthaltenen FreeDV-Reporters an. Die integrierte Chatfunktion ist darüber hinaus auch für die gezielte Vereinbarung von Funkverbindungen hilfreich. Im Tool wer-

den die gerade in FreeDV aktiven Stationen aufgelistet. Sendet eine Station, wird die entsprechende Zeile rot eingefärbt. Bei einer Station, die erfolgreich empfängt, ist die Zeile blau dargestellt.

Es werden die Rufzeichen, der verwendete Modus, die Frequenz, das SNR und der Zeitpunkt der letzten Sende- oder Empfangsaktivität dargestellt. Im Menü *Tools/Options/Reporting* lässt sich die Weitergabe der lokal gesammelten Daten an die Server von FreeDV-Reporter und PSK-Reporter aktivieren. Auf diese Weise können sich auch andere Funkamateure einfach per Internetbrowser, unter [3] und [4], über die laufenden Aktivitäten auf den Bändern einen aktuellen Überblick verschaffen.

Anders als bei den Modi CW oder FT8 existieren außer den gerade in FreeDV aktiven Stationen keine speziellen Empfänger, die mehr oder weniger kontinuierlich Daten für die verschiedenen Reporting-Tools liefern. SWL-Stationen könnten diese bestehende Lücke durchaus füllen. Die aktuelle Version von FreeDV lässt sich auch auf einem Raspberry Pi 5 einrichten. Ergänzt um einen geeigneten Empfänger, kann man so eine kleine Monitoringstation aufbauen, die den Sendestationen zusätzliche Informationen zur Reichweite und Qualität ihrer FreeDV-Aussendungen liefern kann.

Literatur

[1] <https://freedv.org>

[2] <https://github.com/barjac/freedv-rade-build>

[3] <https://qso.freedv.org>

[4] <https://pskreporter.info>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 2. 6. bis 7. 7. 2025

■ Condx

Unser Erdmagnetfeld erholte sich zunächst nur langsam vom koronalen Masseauswurf (CME) am 31. 5. und von den darauf folgenden Störungen. Um den 5. 6. war wieder Ruhe eingeleitet und der solare Fluxindex bewegte sich bei nur noch 115 Einheiten. Nahezu rund um die Uhr war das 20-m-Band verfügbar und für die Nacht empfahl sich 40 m. Aber auch auf 80 m ließen sich hier und da DX-Verbindungen herstellen, so die Berichte von IARU-Field-day-Teilnehmern.

In der mittleren Dekade des Juni wurde die Sonne mit fast einem Dutzend M-Flares und der mehr als zehnfachen Menge C-Flares wieder sehr aktiv. Um den 13. sorgte Aurora bei k-Werten um 7 für starke Störungen. Die Benutzbarkeit der höheren Bänder für DX beschränkte sich häufig auf maximal 17 m, gelegentlich öffnete auch das 15-m-Band. In Richtung Monatsende nahm die Sonnenaktivität ein wenig ab. Der solare Fluxindex, zuvor bei 137, fiel wieder auf 125 Einheiten. Um den 27. kam es noch einmal zu schweren Störungen des Geomagnetfeldes.

Nahezu täglich tauchte die sporadische E-Schicht auf und ermöglichte sowohl Short-Skip als auch interessante Kontakte auf 50 MHz.



■ DXpeditionen – Rückblick

EA5/DL8JJ brachte es in einer nur wenigen Stunden währenden Aktivität von Penyetä del Moro, IOTA EU-151, auf 630 Verbindungen. Hohe Wellen zwangen ihn, das Unternehmen vorzeitig zu beenden. Die IOTA-DXpedition YW6M (SA-090) wurde abgesagt. TX5U schloss mit etwa 8000 Telegrafieverbindungen das Log.

■ Kurz-Infos

Die Aktivitäten von EZ/DL7ZM Mitte Juni auf 6 m und 10 m haben eine große Chance, von der ARRL anerkannt zu werden. – ZS8W wurde von der ARRL anerkannt. – TY5AD ist eine neue permanente Station des Russian-DX-Team.



QSL via OQRS auf Club Log. – XU7AKU hat den Betrieb beendet. QSL via JA1DXA. – 3A/IK4FXX ist definitiv ein Pirat. – DP0GVN und DP0POL/mm gehen ab sofort via DL4BBH. – SV2TOW könnte mit etwas Glück eine neue offizielle Station in Mt. Athos werden. Mönch Pausolipios, ein pensionierter Polizist, hat den Mt.-Athos-Council um eine Genehmigung zum Funkbetrieb ersucht. Der Council übt so sein „Hausrecht“ im Bereich der Klöster aus. Sollte sein Antrag genehmigt werden, wird er wohl mit dem Zusatz /a (alternativer Standort) zu hören sein. Dem Vernehmen nach will er die eingelagerte Technik von SV2ASP nutzen.



■ ILLW

Zum 28. Mal findet das *International Light-house and Lightship Weekend* mit über 200 teilnehmenden Stationen statt. Das Aktivitätswochenende liegt in diesem Jahr auf dem 16./17. August. Eine Liste der Teilnehmer findet sich hier: <https://illw.net/index.php/entrants-list-2025>

■ LoTW

Das *Logbook of The World* der ARRL befand sich Ende Juni einige Tage in Wartung. Mit Wiederaufnahme des Betriebes Anfang Juli richtete die ARRL einen Spendenauftrag an die DX-Community. Der Betrieb des LoTW sei nicht unbedingt gesichert, hieß es dort. So-

wohl Spenden als auch die Mitgliedschaft in der ARRL würden da Abhilfe schaffen, so der ARRL-Präsident in seinem Aufruf. Optisch hat sich beim LoTW nichts verändert. Jedoch soll die Serverarchitektur umfänglich modernisiert worden sein.

■ Vorschau

Europa: Noch bis zum 9. 8. besteht die Möglichkeit, **TF/F5TGR** mit IOTA **EU-021** von 40 m bis 10 m (ohne 17 m) in CW, SSB und FT8 zu arbeiten. Er bestätigt über LoTW und

via OQRS auf Club Log. – Vom 17. bis 25. 8. ist **SV5/N3JWJ** von IOTA **EU-001** in FT8 QRV. QSL via LoTW oder OQRS auf Club Log.

JX/LB2OG soll sich für einige Wochen auf Jan Mayen mit IOTA **EU-022** aufhalten und wird gelegentlich Betrieb in SSB und FT8 auf 40 m und 20 m, vielleicht auch auf höheren Bändern machen.

SP7VC ist bis 18. 8. unterwegs und kann als **LA/SP7VC** oder **OH/SP7VC** vielleicht auch von der einen oder anderen IOTA-Insel auf 20 m in SSB gearbeitet werden. Sein Hauptaugenmerk liegt jedoch auf seltenen Grids im Bereich 50 MHz und darüber.



Afrika: DK6SP hat sich für den 28. 7. bis 1. 8. als **3B9SP** von IOTA **AF-017** angekündigt. Er arbeitet von 40 m bis 6 m in CW, SSB und FT8 und die QSL erhält man mittels OQRS auf Club Log. – IV3JVJ, IK3ZAZ und IZ3NYS sind von Mayotte unter **TO3K** mit IOTA **AF-027** QRV. Vom 2. bis 10. 8. ist Funkbetrieb von 80 m bis 6 m in CW, SSB, FT4 und FT8 geplant. QSL via IV3JVJ und über das LoTW.

Amerika: NN3RP ist noch bis 4. 8. unter YN2RP zu arbeiten. – Im Zeitraum 8. bis 11. 8. sind KK4LWR unter **VP2V/KK4LWR** sowie KD8RTT unter **VP2V/KD8RTT** von Tortola mit IOTA **NA-023** aktiv. Der Fokus liegt auf 50 MHz, aber es soll auch auf Kurzwelle gefunkt werden. QSL via LoTW oder direkt an das Heimatrufzeichen.

Vom 16. bis 23. 8. ist **TG4/KT8X** im Urlaubsstil von 40 m bis 6 m QRV. Er funkt in Telegrafie oder digital. Bestätigt wird über das LoTW. Die Erstaktivierung der Ilotes Pajaros mit IOTA SA-100 NEW (!) stellt in vielfacher Hinsicht eine besondere Herausforderung dar. VE3LYC, XQ7IR und PA3EXX wollen sich dieser vom 18. bis 23. 8. stellen und das Inselchen von 40 m bis 10 m in CW und SSB in die Luft bringen. Bestätigungen für **3G1P** sollen über OQRS auf Club Log laufen.

OX/DL6YYM ist vom 15. bis 18. 8. von IOTA **NA-134** und vom 19. bis 29. 8. von IOTA **NA-**

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
ZS1C	1825 2030	TY5AD	18075 1900
80 m		15 m	
T18/N7ZG	3505 0300	D2UY	21010 1530
40 m		12 m	
YB2IQ	7013 2300	J79BH	24894 2000
30 m		10 m	
JD1MBH	10105 2000	E2A	28026 0800
20 m			
T30TTT	14002 2000		



018 aktiv. Er arbeitet in Telegrafie und bestätigt via Büro, direkt und über eQSL.

Asien: JH7CSU hat sich vom 2. bis 8. von Ogasawara unter **JD1BRC** hauptsächlich in Telegrafie angekündigt. Sein Standort liegt auf Chichijima mit IOTA **AS-031** und Bestätigungen erhält man über sein Heimatrufzeichen.

Ozeanien: OM2DX ist noch bis zum 30.7. unter **A32DX** gelegentlich von 60 m bis 6 m aktiv. Zuvor wollte er von Fidschi unter **3D2DX** funken. QSL via Heimatrufzeichen.

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ HADES-ICM ist nun SO-125

Nun hat auch HADES-ICM seine OSCAR-Nummer von der AMSAT-NA erhalten und wird ab sofort unter SO-125 (Spain-OSCAR-125) geführt.

■ CubeSX-HSE verglüht

Laut eigener Berechnung mit dem Programm SatEvo verglühte CubeSX-HSE am 7. Juni 2025 in der Erdatmosphäre.

■ Das Schreckgespenst GALILEO ist zurück

(Ergänzungen zum Beitrag UKW-QTC – Neues vom 23-cm-Band, FA 5/25, S. 414. Besten Dank an die Autoren für diesen Beitrag)
Auf dem IARU-Region 1 Interim Meeting 2025 wurden im VHF/UHF/SHF-Komitee die Vorbereitungen auf die kommende Weltfunkkonferenz (WRC-27) diskutiert, insbesondere mit dem erneuten Fokus auf das 23-cm-Band, welches sich erneut Angriffen aus dem kommerziellen Umfeld ausgesetzt sieht.

Man dachte ja, mit der Entscheidung der WRC-23 sei das letzte Wort gesprochen, was die Situation im 23-cm-Band angeht. Die Konferenz hatte in Dubai ein Papier verabschiedet, das ausdrücklich Empfehlungscharakter hat. Für den Fall, dass Störungen des Galileo-Empfangs gemeldet werden, die dem im 23-cm-Band sekundären Amateurfunkdienst zuzuordnen sind, wird den betroffenen Ländern eine Auswahl mit verschiedenen Maßnahmen vorgeschlagen, die ausgeführt werden können, aber nicht müssen. Alle Teilnehmer akzeptierten diese Lösung, auch der Galileo-Vertreter zeigte

ZL2KE ist vom 3. bis 18.8. unter **E51KEE** auf Rarotonga/South Cook mit IOTA **OC-013**. Er hat sich vorgenommen, von 40 m bis 10 m in CW und SSB aktiv zu sein. QSL via LoTW, OQRS auf Club Log oder über IK2DUW.

Vom 18. bis 22.8. aktivieren JH6GFY unter **T88GF** und JK6DXD unter **T88XD** Palau. Es wird auf Kurzwelle gefunkt und die Bestätigungen für IOTA **OC-009** laufen über das LoTW bzw. die Heimatrufzeichen.

QSL-Splitter

Über das LoTW wurden folgende Bestätigungen gemeldet: 4U1A, MJ/OP2D, PX0FF, RX0F, V55LA und ZC4GW.

Über das Büro wurden bestätigt: 5X7O, 9H/DK6SP, HS0ZJF, IQ3ME/p (IOTA EU-131), R7AL/1 (IOTA EU-153), VP2V/DF8AN und YB9/DL3KZA.

sich mit diesem Ergebnis zufrieden. Dies endete in der ITU recommendation (Empfehlung) M2164. Im Grunde verbietet M2164 Amateurfunkausstrahlungen zwischen 1258 MHz und 1296 MHz und beschränkt Bandbreiten und EIRP-Abstrahlleistungen zwischen 1240 MHz bis 1258 MHz und 1296 MHz bis 1300 MHz. Damit würde das Satelliten-Uplink-Segment 1260 MHz bis 1270 MHz wegfallen.

Trotzdem wird nun unter der Führung Frankreichs auf europäischer Ebene versucht, diese Empfehlung für die CEPT-Länder verpflichtend zu machen. Die CEPT ist das europäische Organ für diese Umsetzung und hat einen ECC-Beschluss (Electronic Communications Committee) ausgearbeitet, um die relevanten Frequenzen für Galileo festzulegen, darunter den Bereich 1258 MHz bis 1300 MHz. Dieser Beschluss nennt auch Einschränkungen für den Betrieb von Amateur- und Amateursatellitendiensten in diesem Bereich, um das ohnehin nur geringfügige theoretische Potenzial für Störungen der Galileo-Empfänger zu minimieren. Unterhalb von 1258 MHz sind keine Änderungen vorgesehen.

Das schweizerische BAKOM (Bundesamt für Kommunikation) wird als „guter Schüler“ die CEPT-Regelung umsetzen. Damit würde die ITU Recommendation M2164 verpflichtend umgesetzt. Die USKA wird sich wohl damit abfinden und die Bandpläne so anpassen, dass alle globalen Aktivitäten wie EME, Satellitennet und eventuell Conteste mit der WRC-23 Recommendation bestmöglich kompatibel sind. Ob dies mit dem 10 MHz breiten Satelliten-Uplinkbereich möglich sein wird, gilt als unwahrscheinlich. Beim BAKOM wurde eine Eingabe für eine Übergangsfrist für Repeaterbetrieb deponiert.

Voraussichtlich wird der 23-cm-Satelliten-Uplink-Bereich bei der nächsten WRC-27 verloren gehen. Dies würde dann auch die Frequenzplanung für das futureGEO-Projekt der AMSAT-DL betreffen.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL



Nach dem Motto „Nach dem CW-Wochenende & DTM ist vor dem CW-Wochenende & DTM“, fand eine Nachlese der Veranstaltungen mit dem AGCW-Vorstand sowie

den DTM-Referenten und dem Team statt. Gesehen wurde über Verbesserungsmöglichkeiten bei der Durchführung der DTM, wie z.B. Technik und Nutzung der Räumlichkeiten, sowie weitere Angebote im Rahmenprogramm des CW-Wochenendes (wie z.B. eine Fuchsjagd bzw. ein Foxoring um den Jagdhof Klein-Heilig-Kreuz in Kleinluder).

Nach der Ham Radio wird die AGCW auch auf der Veranstaltung **75 Jahre DARC e.V.** am 30.8. in der Stadthalle Baunatal mit einem Stand vertreten sein. Alle interessierten Besucher sind herzlich eingeladen, an unserem Stand vorbeizuschauen. Weitere Informationen zur Veranstaltung unter: www.darc.de

Um den Internationalen Tag des Immateriellen Kulturerbes am 17.10. ist auch in diesem Jahr vom DARC und der AGCW geplant, eine Aktivitätswoche zum Immateriellen Kulturerbe Morsetelegrafie zu veranstalten. Weitere Infos und eine Ausschreibung folgen.

Ingo Lübberstedt, DJ2XY

■ Neues aus dem HSC



Unser Funkfreund Tony, IOGOJ, HSC #1736, hat leider die Taste für immer aus der Hand gelegt. Als neues Mitglied können wir Fabrizio, IK5WOB, HSC #2024 begrüßen.

Der AGCW/HSC-Stand auf der Ham Radio 2025 wurde wieder von CW-Freunden aus aller Welt besucht. Neben vielen europäischen Funkfreunden finden sich auch Einträge aus VK, W und 5Z4 im Besucherbuch. Die Remotestation DK0HSC/p konnte fast über die gesamte Dauer der Messe betrieben werden, wobei die Besucher die CW-QSOs an einem großen Monitor als Text verfolgen konnten. DJ6ZM, Toffy, hatte wieder eine spannende Sammlung von Tasten mitgebracht und Ingo, DL6LBI, führte seine neuesten Selbstbautasten vor.

Link des Monats: Eine Nachlese zur Ham Radio 2025 findet sich auf Youtube unter: www.youtube.com/watch?v=Eptzc4k859I

KW-CW-Conteste (Auswahl) im August:

EU HF Championship: 2.8., 1200 UTC ... 2359 UTC

WAE DX Contest CW: 9./10.8., 0000 UTC ... 2359 UTC

YO DX Contest: 23./24.8., 1200 UTC ... 1159 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

UKW-QTC

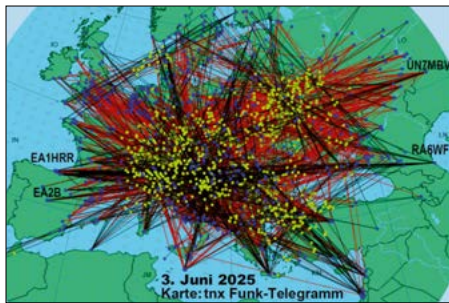
Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Sporadic E auf 144 MHz – über mehr als 4000 km

Nach einem eher verhaltenen Beginn am 28. 5. nahm die diesjährige Sporadic-E-Saison im Juni auch auf 144 MHz ordentlich Fahrt auf. Nach intensiven Öffnungen vor allem am 1. 6. und am 2. 6. markierte der 3. 6. den ersten Höhepunkt: Es entwickelte sich eine Doppelsprung-Konstellation, die QSOs deutlich über der 4000-km-Grenze ermöglichte. Bereits am Morgen des Tages war 2 m von Israel und dem Libanon immer wieder mal Richtung OE, HA, OK, SP und OM offen.

Die an UKW-DX interessierten Funkamateure weiter im Westen und Norden lagen deshalb schon auf der Lauer. Das zahlte sich aus, denn – mit kurzen Unterbrechungen – blieb das 2-m-Band den ganzen Tag lang offen, bis lokal Mitternacht. Die letzten Funkverbindungen aus Deutschland liefen gegen 2200 UTC. Während der zehn Stunden davor hatten sich Reflexionsgebiete entwickelt, die bis auf Portugal fast überall Sporadic-E-Ausbreitung ermöglichten.



Auswertung der Funkverbindungen vom 3. 6.
Quelle: Funk-Telegramm

Das wirklich Besondere an diesem Tag war jedoch nicht die kumulierte Dauer der Öffnung, es waren die dabei in der Spitze überbrückten Distanzen. 3000 km gab es reichlich: Aus UA4 und UA6 wurde bis nach F gearbeitet, aus der Zentraltürkei bis nach Wales. Während RA6WF (LN32) um 1359 UTC EA1HRR in IN83 leider nur hörte und kein QSO zustande kam, hatte UN7MBV im Feld LO51 um 1550 UTC mehr Glück: Verbindungen mit EA2B und EA2AGZ in IN91 kamen ins Log, was einer Entfernung von etwa 4060 km entspricht. In allen drei Fällen dürfte es sich um Zweisprung-Ausbreitung gehandelt haben, mit Reflexionsgebieten über der Westukraine und Norditalien. Bei letzterem wurden in der Spitze MUF-Werte von über 230 MHz gemessen. Viele französische Stationen freuten sich gleichermaßen über das unerwartete

DXCC-Gebiet Kasachstan, wenngleich die Entfernung „nur“ rund 3700 km betrug. Dem Vernehmen nach gelangen einzelnen DL-Stationen auch Kontakte mit UN7MBV, als das Band dort nach Osten offen war.

In den nächsten Stunden ploppten immer wieder weitere E_s-Wolken kurz auf, die z. B. QSOs von Finnland in die Südukraine ermöglichten. Stationen aus UA4 und UA6 kamen im größten Teil Deutschlands bis Mitternacht durch. Sowas hatte es in dieser Massivität nun wirklich noch nie gegeben. E_s-Öffnungen spät abends ja, aber nie so dauerhaft. Ob der seit dem 1. 6. anhaltende starke Magnetsturm mit einer Ursache der ungewöhnlichen Öffnung war?



Funkverbindungen von CT9ACF über 2800 km am 11. 6.
Grafik: EI7GL

Radio-Aurora und gleichzeitig Sporadic-E wären ja nichts wirklich Neues. Und ein CME, eine Wolke mit Sonnenplasma, schadet einer E_s sicher nicht, eher kommt es dadurch zu noch mehr Ionisation in der E-Schicht.

Während der folgenden Tage stellten sich in Europa weitere Öffnungen ein, an denen DL-Stationen mal mehr, mal weniger beteiligt waren. Richtig spannend wurde es dann wieder am 11. 6. mit CT9ACF auf der portugiesischen Atlantikinsel Madeira. Auch an diesem Tag entwickelten sich immer wieder irgendwo über Europa E_s-Wolken mit hoher Reflexionsfähigkeit. Schon früh ging es morgens los, von 4X/OD5 Richtung Balkan. Die nächste intensive E_s-Zone stellte sich über dem Großraum Moskau ein, was aus DL-Sicht natürlich zu weit war. Schließlich traten später am Tage noch Reflexionsgebiete über Südfrankreich, Nordwestspanien und nördlich von Algerien auf. Die ersten beiden brachten dann auch für DL-Stationen wieder ordentlich DX.

Punktuell kam am späten Nachmittag CT9ACF (ex CT9/OM3RG) aus IM12JU auf der portugiesischen Atlantikinsel Madeira in Mitteleuropa durch. Zuvor hatte OM Steve mehrere Stationen in Griechenland erreicht, über im Schnitt 3600 km.

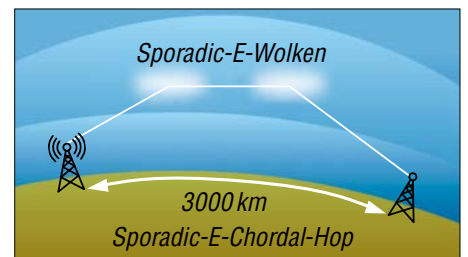
Die längste Distanz für einen Sporadic-E-Sprung beträgt etwa 2300 km bis 2400 km. Alles, was darüber hinausgeht, ist mindestens ungewöhnlich. Wie kann man hier nun die 2900 km nach DL oder gar die 3500 km nach SV erklären? Bei ähnlichen Öffnungen, etwa nach EA8, wird eine Verlängerung des Funkkanals durch troposphärische Überreichweiten angenommen. Schließlich ist das Seegebiet vor Portugal und Südspanien im Sommer bekannt dafür, dass dort fast permanent Inversionen vorliegen, die die letzten etwa 1000

km zu den Kanaren oder nach Madeira überbrücken. Doch wie erklärt man die in der Spitze 3700 km nach SV?

Hier mag es Tropo-Verlängerungen an beiden Enden der Funkstrecke gegeben haben: Zum QSO-Zeitpunkt herrschten DX-Conds aus SV bis nach Sizilien und möglicherweise sogar darüber hinaus. Doch grundsätzlich kann man auch Chordal-Hop nicht ausschließen. Hier werden Signale innerhalb der E-Schicht weitergeleitet, bevor sie wieder zur Erde zurückgeleitet werden. Resultat ist eine Streckenverlängerung über die theoretischen 2400 km hinaus.

Wie auch immer – exakt wird man es nicht erfahren, man kann aufgrund von Indizien nur begründet vermuten. Ausschließen kann man lediglich eine erneute Doppelsprung-Ausbreitung, weil es an den notwendigen Orten schlicht keine passende Reflexionszone gab. Fest steht jedoch, dass solch extrem weite DX-Verbindungen häufiger auftreten bzw. registriert werden, seit der FT8-Mode genutzt wird.

Man mag mit Fug und Recht einiges an FT8 kritisieren, insbesondere die Zweckentfremdung eines DX-Modus letztendlich für Lokal-QSOs zwischen 50 km und 200 km. Die resultierende quasi-permanente Bandbeobachtung führt jedoch dazu, dass seltene Ausbreitungssituationen nicht mehr unbemerkt bleiben.



Bei Chordal-Hops kommt es zu Reflexionen innerhalb einer großflächigen E_s-Wolke oder von zwei räumlich getrennten Wolken. Danach geht das Signal dann wieder Richtung Erde, und man erreicht deutlich größere Distanzen. Grafik: FA

Natürlich muss dann dort, wo sich das Band öffnet, auch jemand aktiv sein. In den letzten Jahrzehnten gab es mit Sicherheit schon des Öfteren E_s-Conds Richtung Madeira. Es war nur niemand da. Wäre CT9ACF nicht seit nunmehr einigen Jahren von der Nordwestküste mit freier Abstrahlung nach Europa aktiv – am 11. 6. hätte niemand gemerkt, dass CT3 offen ist. Denn für die meisten anderen Stationen dort, die an der Südküste liegen, ist der Weg nach Europa durch Berge blockiert.

■ Meteoritenschauer Perseiden 2025

Für dieses Jahr wird bei den Perseiden abermals ein nur allenfalls durchschnittlicher Auftritt erwartet. Das Maximum mit optischen Fallraten von um die 100/h tritt am 13. 8. gegen 0100 UTC ein. Wer das Glück eines wolkenfreien Himmels hat, kann dann ein beeindruckendes Schauspiel erwarten, das allerdings durch den hochstehenden und drei Tage nach Vollmond noch fast voll illuminierten Mond erheblich beeinträchtigt wird. Das aus den letzten Jahren bekannte markante Zusatzmaximum des Schauers dürfte am frühen Morgen des 14. 8. eintreten.

144 MHz Meteorscatter-Sprint-Contest 2025

Der Meteorscatter-Sprint-Contest, den das VHF-DX-Portal MMonVHF auf 144 MHz durchführt, findet dieses Jahr vom 11. 8., 2200 UTC bis 13. 8., 2159 UTC statt. Während der 48 Stunden sollen ausschließlich über Meteor-scatter-Ausbreitung so viele Verbindungen wie möglich gemacht werden. Hier zählt jeder Entfernungskilometer einen Punkt. Das Gesamtergebnis ergibt sich dann aus der Summe aller einzelnen QSO-Punkte. Die komplette Ausschreibung ist auf www.mmmvvhf.de/ctestinfo.php eingestellt. Unterschieden wird hier nach Sendeleistung: Man kann entweder in der Kategorie QRO (>1,5 kW ERP) oder in der Kategorie QRP (<1,5 kW ERP) teilnehmen.

Französisches UKW-Treffen in Peyrat-le-Château



Nino, DL3IAS, war im vergangenen März auf einer mehrtägigen Reise zum französischen UKW/Mikrowellen-Amateurfunktreffen in Peyrat-le-Château östlich der Stadt

Limoges. Er hat zu der Reise und dem Treffen eine längere interessante Dokumentation verfasst, die über den QR-Code als PDF-Datei aus dem Online-Speicher von web.de herunterladbar ist.

6 m/4 m im Juni

Auch 2025 war David, DL7ZM, zur Stelle und beglückte die 6-m-Fans mit einer Rarität. Mitte des Monats sendete er an mehreren Tagen als EZ/DL7ZM aus LM88 in SSB und CW. A92HK verteilte in SSB das Mittelfeld LL56. Am 19.6. tauchte mit UA3QLC aus KO91 ein neuer CW-Fan aus Russland auf, während S01WS (IL46) mit kräftigem Signal in SSB nicht nur in DL, sondern auch bis ins Baltikum, nach Skandinavien und Polen zu arbeiten war.

AGCW-Contest Juni 2025

Der Juni-Contest der AGCW hätte bestimmt eine größere Beteiligung verdient gehabt, aber



Bert beim Aufbau seiner Station auf der Burgruine Flossenbürg
Foto: DF7DJ

Ergebnis AGCW-Contest Juni 2025

Klasse A (144 MHz QRP)

Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	DH7FFE	JO40FC	15	2642
2.	DJ9MH	JO50FA	11	2568
3.	DF5GO/P	JO62RJ	12	2540
2.	DL9FCM/P	JN49IS	10	1867
3.	DF6DU	JO41IJ	8	1707

8 Logs

Klasse B (144 MHz max. 25 W)

Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	DK2GZ	JN49GB	32	8158
2.	DL2YDS	JO32QG	28	7376
3.	DF7DJ	JN69ER	21	5137
4.	DM1PIO/P	JO72BL	16	4191
5.	DF6LH	JO30KN	16	3569

10 Logs

Klasse C (144 MHz QRO)

Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	OK1KCB	JN79GB	37	15512
2.	DL2ARD/p	JO60AR	47	13903
3.	HB9CLN	JN37WB	31	13835
4.	DL2OM	JO30SN	48	13098
5.	DK6JU	JO33WQ	31	11922

24 Logs

dadurch, dass im Süden Sporadic-E angesagt war, hatten wohl viele potenzielle Teilnehmer die Antennen eher nach EA/CT/9A gedreht und waren an lokalem Tropo nicht interessiert. Nach dreimonatiger Vorbereitung hatte sich Bert, DF7DJ, für den Contest die Burgruine Flossenbürg an der tschechischen Grenze als Standort ausgesucht und eine Woche Urlaub in der Gegend gebucht. Es gibt dort oben gute Befestigungsmöglichkeiten für die Antennen und auf dem Plateau steht auch eine Bank. Der Aufstieg geht über etwa 1,5 km in kräftig ansteigendem Gelände. Danach folgen 154 handgehauene Stufen.

Die Station bestand aus einem Yaesu FT-991A und einer 9-Element-Tonna-Antenne mit drei Zeltstaben als Mast. Alles zusammen bringt rund 12 kg Masse auf die Waage. Die Burgruine liegt in 751 m Höhe und bietet freie Rundumsicht und ist als Portabelstandort wirklich empfehlenswert. Bert schreibt: „Mehr Aktivität wäre toll gewesen, aber die gesamte Aktion hat mir trotzdem sehr viel Spaß gemacht.“

Mikrowellencontest im Juni

Bei DL4M (JO31QX) kam im Mikrowellencontest im Juni erstmals der neue 1,9-m-Parabolspiegel zum Einsatz. Dabei ist das Fokus-



DC2CB und DM2RH fokussieren den neuen 1,9-m-Parabolspiegel.

sieren des Vivaldi-Horns in dem Rohrgehäuse deutlich einfacher als bei dem alten, mit 1,4 m Durchmesser auch deutlich kleineren Spiegel. Der Lohn war auf den Bändern 23 cm und 13 cm ein Platz unter den Top 5 in der Mehrmannsektion. Die ganze Station (Transverter in einer Box unterhalb des Spiegels) für die Bänder 23 cm bis 13 cm ist über eine Umschaltbox im Shack bedienbar.



Über ein frei programmierbares kleines Keyboard lassen sich Funktionen am K2 für das Senden und Empfangen, Sendart SSB oder CW, diverse Filter, VFO „grob“ oder „fein“, automatische CQ-Rufe von zwei OPs in SSB und in CW aufrufen. Das komplette Setup wurde von Martin, DL1MTG, entwickelt und gebaut.
Fotos: DB1YV

Ergebnisse VHF/UHF-Contest 7./8.6.2025

1296 MHz Einmann

Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DG2SER	C06	JN58OH	50	17528
2.	DK1KC/p	C06	JN58QH	51	17326
3.	DD5DX	W17	JO61CA	74	15296
4.	DL3LAR	H73	JO52GE	61	15170
5.	DG5BRE	Y21	JO62VM	56	14549

128 Logs

1296 MHz Mehrmann

Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DM5D	Y43	JO61OC	147	42028
2.	DK0NA	B23	JO50TI	142	40458
3.	DF0YY	D26	JO62GD	104	29239
4.	DM7A	S07	JO60OM	94	20777
5.	DL4M	N13	JO31QX	78	14276

14 Logs

2320 MHz Einmann

Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DK1KC/p	C06	JN58QH	23	7406
2.	DG2SER	C06	JN58OH	21	7329
3.	DL3LAR	H73	JO52GE	27	6902
4.	DL6SH	P01	JN48SW	18	5701
5.	DG5BRE	Y21	JO62VM	17	3970

42 Logs

2320 MHz Mehrmann

Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DK0NA	B23	JO50TI	62	19466
2.	DM5D	Y43	JO61OC	51	13740
3.	DM7A	S07	JO60OM	37	8622
4.	DL4M	N13	JO31QX	18	3779
5.	DF0MU	Z95	JO32PC	15	3148

8 Logs

WinTest-Update 4.57

Das neueste Update für die beliebte Contest-Software WinTest beinhaltet einige interessante Features, die auch für UKW-Contestfreunde relevant sind. Bei Spots, die in VHF-Contesten abgesetzt werden, werden jetzt die Grids automatisch mitgesendet. Die Ausbreitungsart kann

dabei mit den Pfeiltasten *Up/Dwn* gewählt werden. Verdächtige (ggf. falsche) Grids werden jetzt als *Exchange-Errors* in den *Log-check-Tools* ausgegeben. Die jeweilige Distanz pro Band wird bei den UKW-Contesten nun in der Textdatei der Ergebnisse ausgegeben. Die Prüfdatei für die Locatoren lässt sich jetzt im Dialog der Mittelfeldkarte oder in der Option *Bearbeiten der Datenfiles* aktualisieren.

Tnx Info Larry Haas, F6FVY

■ Ausblick August

Am 2. und 3.8. finden zeitlich parallel der DARC-Sommer-Fieldday und der Sommer-BBT statt. Die jeweiligen Ausschreibungen sind auf www.darc.de/der-club/referate/conteste/ukw/tnukwcontest003 bzw. www.bergtag.de/ausschr.html zu finden. Man muss nicht selbst am Wettbewerb teilnehmen, sondern kann an die Contester auch vom Shack zu Hause aus Punkte verteilen. Jede Funkverbindung zählt, also jeder Kilometer Entfernung.

Mitte August dürfte wohl zum letzten Mal Sporadic-E auch auf 144 MHz möglich sein. Der hohe Ioneneintrag durch die verglühenden Meteore des Perseidenschauers kann noch einmal zu dieser Ausbreitung führen.

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ QRP-Cluster geschlossen

Beim Aufruf des QRP-Clusters www.qrpcluster.com warnen aktuelle Browser, dass die Website nicht die sei, die erwartet wird. Daher fragte Peter Ackermann, DL3NAA, bei Paul Timkovic, OM0ET, nach, da er vor etwas mehr als einem Jahr den QRP-Cluster installierte. Die vollständige Antwort ist unter www.qrpforum.de/forum/index.php?thread/14855-qrpcluster/&postID=138990#post138990 nachzulesen.

Hier die Zusammenfassung: Das Projekt hat auch nach einem Jahr nicht Pauls Erwartungen erfüllt, was zum Teil daran lag, dass die Zusammenarbeit mit dem Entwickler lange dauerte und er keine Schnittstelle zur Programmierung (API) und Weiterentwicklung der Website nutzen konnte. Außerdem waren der Datenverkehr und die Nutzerzahlen von *QRP-Cluster* lange Zeit sehr gering.

Deshalb hat sich OM0ET dazu entschlossen, die fällige Jahresgebühr für die Cluster-Domain und das Hosting nicht mehr zu entrichten. Der Vertrag lief automatisch am 1. Juli 2025 aus. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Domain von jemandem übernommen, der dort Inhalte platzierte, die nichts mehr mit dem QRP-Cluster zu tun haben.

Obwohl dieses Projekt endete, hält Paul die Idee des *Self-Spotting-Clusters* für gut und schließt nicht aus, andere Entwickler bei der Realisierung eines solchen oder ähnlichen Projekts zu unterstützen.

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)
Neumarkstr. 8, 45770 Marl
E-Mail: dl1ybl@darc.de

Digital Voice

■ Aufbau der DV-Messerepeater für die Ham Radio

Am Donnerstag vor der Messe bauten wir turnusgemäß wie in jedem Jahr unsere Repeater auf dem Messehochhaus auf. Das Unternehmen Icom als Sponsor des D-STAR-Repeaters für 2 m, 70 cm und 23 cm unterstützte mich beim Aufstellen der Geräte und bei der Montage der Antennen. Auch Hermann Jelinek, OE8HJK, aus Kärnten brachte mir dazu extra Equipment mit und wir unterhielten uns über die vielen gemeinsamen Projekte und auch Herausforderungen bei den Repeaterstandorten.

Jochen Berns, DL1YBL

■ KI-Expertensystem und Amateurfunk

Am Samstag, um 16.30 Uhr, hielt ich auf der Ham Radio meinen Vortrag über moderne Reasoning-KI-Systeme. Er begann mit der Historie der generativen Systeme wie Chat-GPT und den vollkommen anders arbeitenden Transformer-Systemen mit Reasoning-Funktionen. Eigentlich hatte ich nicht viele Zuhörer erwartet, da es parallel dazu in der Halle A1 Freibier vom DARC e.V. gab. Trotzdem



Jochen Berns, DL1YBL, und die Icom-Mitarbeiter Frank Strauch, Yoyi Murakawa sowie Kota Kimura (v.l.n.r.) beim Aufstellen des Messe-Repeaters



OE8HJK und DL1YBL im Gespräch



DL1YBL während seines KI-Vortrags auf der diesjährigen Ham Radio
Fotos: DL1YBL

waren etwa 70 Zuhörer anwesend, die großes Interesse und viele Fragen hatten.

Ich stellte auch noch einmal die verbesserte Version des *Voice-Translators* mit der Transkribierungssoftware vor. Dieses System ist für D-STAR gedacht und übersetzt Sprachausendungen automatisch in etwa 140 Sprachen, je nach Ziel des CQ-Rufes. Zwei japanische Funkamateure waren vor Ort und bestätigten die Verständlichkeit.

In diesem Jahr hatte ich endlich mein selbst programmiertes und optimiertes RAG-Expertensystem fertig, mit dem man chatten und per Spracheingabe Fragen zu D-STAR und DMR stellen kann. Dazu hatte ich das System mit Grundlagen und Auszügen aus Icom-Handbüchern zu D-STAR angeleitet. Es beherrscht auch eine optimierte Version des Brandmeister-DMR-Handbuchs. Im Brandmeister-Netzwerk gibt dafür einen eigenen Reflektor unter der Talkgroup 262492. Die Ausgabe darüber dauert leider immer einige Sekunden – das versuche ich noch zu optimieren. Das Sprach- und Chatsystem gibt seine Antwort schneller, auch in 140 Sprachen, ist aber noch nicht für die Gemeinschaft erreichbar. Es wurde bereits getestet und es gab den Wunsch nach weiteren Sprachen außer Deutsch für die Reflektorversion.

Für mich war es eine lockere, erfolgreiche und gute Veranstaltung.

Jochen Berns, DL1YBL

■ TETRAPack: Neueste Entwicklungen und BM-Integration

TETRAPack ist eine Implementierung des Brandmeister-Netzwerks, die darauf ausgerichtet ist, verschiedene TETRA-TMO-Systeme (*Trunked Mode Operation*) in einem Paket zu vereinen. Die Entwicklung begann unmittelbar nach der Ham Radio 2022. Im Jahr 2023 wurde *TETRAPack* dann erstmals in Friedrichshafen vorgestellt. Das Ziel ist, verschiedene Hardware zu unterstützen, weitverbreitete Talkgroups bereitzustellen und die meisten Dienste des TETRA-TMO für Funkamateure benutzerfreundlich zu ermöglichen.

Kernsystemarchitektur und Integration

Das **TETRAPack**-Kernsystem ist eng in das Brandmeister-Netzwerk integriert und ermöglicht den nahtlosen Austausch von Gruppenrufen, Einzelrufen und SMS. Es unterstützt auch die meisten Brandmeister-Dienste wie APRS und SMS-Dienste. Die Architektur des Kernsystems zeigt, wie **TETRAPack-Core** mit **Brandmeister-Core**, **Registry DB/App**, **MQTT Broker**, **Asterisk PBX**, **SVXLink** und anderen Systemen, z. B. APRS-IS und DAP-NET, interagiert.

Neuigkeiten und Highlights auf der Ham Radio 2025

Dieses Jahr wurden mehrere wichtige Neuerungen und Verbesserungen vorgestellt.

Neueste Änderungen im Brandmeister-Core:

Der Brandmeister-Core wurde mit Verbesserungen der Stabilität und des Loggings, Fast Forward (*Fixed Link Identification Passthrough* zur Vermeidung von Cross-Network-Looping und Hinzufügung von *Quick ACK* zur Verbesserung der Latenz), neuer Verschlüsselung, verbesserter Jitter-Buffer-Planung und Rufzeichenvalidierung von Repeatern aktualisiert. Zudem gibt es eine Überprüfung auf gültiges UTF-8 und eine strenge Validierung für AX.25/APRS.

Talker-Alias: Nur noch vollständige, gültige Talker-Aliasse werden akzeptiert und übertragen.

Private Hotspot: Diese neue Funktion wurde entwickelt, um Netzwerkschleifen zu vermeiden, falls versehentlich mehrere Hotspots auf derselben Frequenz (Farbcode) konfiguriert wurden und um die Hotspot-Sicherheit zu verbessern. Sie erlaubt nur dem Eigentümer, Übertragungen an das Netzwerk zu senden. Diese Option wird in Kürze standardmäßig für neue Hotspots aktiviert. Dann können nur die eigenen Hotspots genutzt werden. Ist die Funktion deaktiviert, kann jeder auf die Hotspots zugreifen.

Tellus-Agent als Docker-Image/für ARM-basierte Mikrotik-Router: Der Tellus-Agent ist jetzt als Docker-Image und für ARM-basierte Mikrotik-Router verfügbar. Dies ist nützlich, wenn mehrere Hytera-Repeater über eine einzige IP-Adresse oder Hytera-Repeater hinter einem *unmanaged NAT* verwendet werden. Der Tellus-Agent ist als Quellcode, kompilierbar und ausführbar auf Linux, FreeBSD, macOS, als DEB-Pakete für AMD64 und ARM64 sowie vorbereitet für OpenWRT verfügbar.

Quick ACK

Im Bereich der Netzwerktechnik bezieht sich *Quick ACK* auf eine Option im *Transmission Control Protocol* (TCP). Normalerweise verzögert TCP das Senden von Bestätigungen (ACKs) von empfangenen Daten, um die Anzahl der Pakete im Netzwerk zu minimieren. Wenn *TCP_QUICKACK* aktiviert ist, wird eine Bestätigung sofort gesendet, sobald ein Datenpaket empfangen wird. Dies kann in bestimmten Szenarien, insbesondere bei interaktiven Anwendungen wie Telnet oder Online-Spielen, die Latenz reduzieren, da der Sender nicht auf eine verzögerte Bestätigung warten muss.

Last Heard for TETRA: Für TETRA wurde eine neue *Last-Heard*-Anzeige implementiert. Die Benutzeroberfläche ermöglicht das Suchen und Filtern von Einträgen nach Link-Namen, Anrufer, Quelle, Ziel und Dauer.

Master Trustee ist eine neue Funktion für Master-Administratoren, die nach Vorfällen mit unautorisierten Aktivitäten auf einigen Masterservern entwickelt wurde. Sie wird vollständig mit der Veröffentlichung von Debian 13 freigegeben. Das Konzept basiert auf digitalen Signaturen, die es vertrauenswürdigen Administratoren ermöglichen, die Core-Software zu starten/initiieren, ohne private Schlüssel auf den Server zu übertragen.

Unterstützte Hardware: **TETRAPack** hat die Unterstützung für weitere TETRA-Geräte erweitert:

- *Motorola CompactTETRA* seit Februar 2023
- *Motorola Dimetro* seit Februar 2024

– *Hytera RoIP* seit März 2024, jedoch ohne Telefonanrufe und Paketdaten; Hytera RoIP (PTC760 und PTC680) wird nativ im **TETRAPack-Core** implementiert und nutzt das Brandmeister-Gerätepasswort. Es verwendet ein proprietäres Hytera-PTTC-Proxy-Protokoll und native HMF-TETRA-SWMI-Signalisierung (ACAPI).

– *Rohill TETRA Node* seit Januar 2025, jedoch ohne Paketdaten. Die Integration mit *Rohill TETRA Node* erfolgt durch Emulation des TNX über das Internode-Protokoll, da TIGv2 als zu restriktiv angesehen wurde. **TETRAPackPeak** ist eine Client-Software, die Rohill-TETRA Node-Zonen verbindet und bis zu 61 Knoten in einer Zone emuliert.

– *Brew*, ein offenes Protokoll für TETRA-Zellen und Client-Verbindungen, wird seit Januar 2025 unterstützt (nicht stabil). Es basiert auf Web-Sockets für besseres NAT-Traversal und verwendet HTTP-Digest-Access-Authentication.

Einzelrufe zwischen DMR und TETRA:

Für Einzelrufe von TETRA zu DMR ist ein doppeltes PTT erforderlich, um einen Ruf aufzubauen und dann zu senden. Empfohlene Einstellungen hierfür sind:

– *PTT Call Back Timer:* deaktiviert (reagiert auf die anfängliche Verzögerung bei Anrufen DMR ↔ TETRA).

– *Hook Method for Outgoing Simplex Individual Call:* direkt (reagiert nur auf übertragene Rufmöglichkeiten, die Bridge ist tolerant gegenüber dieser Einstellung).

– *Preferred Hook Method for Incoming Simplex Individual Cal:* direkt (erlaubt dem TETRA-Funkgerät, einen Ruf automatisch anzunehmen – die DMR-Seite weiß nicht, wann der Ruf angenommen wurde).

– Debian-13-Unterstützung: Die Core-Systeme (Brandmeister-Core, TETRAPack-Core) sind bereits für *Debian 13 Trixie* vorbereitet und getestet. Die Unterstützung für *Debian 12 Bookworm* wird sofort nach der Veröffentlichung eingestellt.

– Mobile IP-Daten und WAP-Updates: Es gibt aktualisierte Funktionen für mobile IP-Daten und WAP, einschließlich statischer

IP-Zuweisung (172.16.0.0/22), einem WAP-Gateway basierend auf Kannel (kannel.org) mit ISSI über HTTP-Header und Integration in HAMNET (44.148.206.0/24) und ARDC (44.32.147.0/24).

Diese Entwicklungen zeigen das Engagement des Brandmeister-Teams und von TETRAPack, die Nutzung von TETRA-Systemen für uns Funkamateure kontinuierlich zu verbessern und zu erweitern.

Es gab noch einen zweiten Vortrag einer neuen Gruppe, die einen TETRA-TMO-Hotspot bauen will. Dazu wird ein SXceiver-Board genutzt, über das ich in den nächsten DV-QTCs berichten werde. Das Board ist gerade bei mir eingetroffen und lässt sich beispielsweise auf einen Raspberry Pi 4 stecken. Es verfügt über separate RX- und TX-Anschlüsse.

Jochen Berns, DL1YBL

■ Änderung der Allgemeinzuteilung für Freenet

Nun hat die Bundesnetzagentur trotz des Protestes der Freenet-Gemeinde eine Änderung der bisherigen Zuteilung über das Amtsblatt bekanntgegeben. Bereits im DV-QTC des FA 3/25 schrieb ich, dass eine Petition eingereicht wurde, die wohl keinen Erfolg hatte.

Mit der Verfügung Nr. 45/2025 (*Allgemeinzuteilung von Frequenzen im Frequenzbereich 149,01875 MHz, 149,11875 MHz für die Sprachkommunikation mit Handsprechfunkgeräten*) gilt für Nutzer des beliebten, auch als Freenet bekannten Funkdienstes unter anderem Folgendes:

Es ist nur der Betrieb von Handsprechfunkgeräten gestattet, die über eine netzunabhängige Stromversorgung verfügen und so konstruiert sind, dass sie von einer Person transportiert und in einer Hand bedient werden können. Damit ist der Betrieb ortsfester Funkstellen bzw. der als Mobilgeräte erhältlichen Funkanlagen nicht (mehr) gestattet. Zudem dürfen an die Handfunkgeräte nur die werkseitig montierten Antennen bzw. solche angeschlossen werden, die der mobilen und einhändigen Nutzung nicht entgegenstehen. Der Anschluss externer Mobil- und Feststationsantennen ist nicht gestattet.

Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass Handfunkgeräte nur im Peer-to-Peer-Modus, also zur direkten Kommunikation zwischen Handfunkgeräten verwendet werden dürfen. Der Betrieb von Gateways, Repeatern oder eine Anbindung an das Internet, u. a. zur Reichweitenerhöhung, ist nicht gestattet.

Des Weiteren ist zu beachten, dass die Nutzung von Freenet im europäischen Ausland nicht gestattet ist und dass in Deutschland innerhalb eines Abstandes von 10 km zur polnischen und belgischen Staatsgrenze die ERP (äquivalente Strahlungsleistung) nicht mehr als 0,5 W betragen darf (siehe auch S. 657).

Die Verfügung Nr. 45/2025 ist im vollständigen Wortlaut im Amtsblatt 12/2025 nachzulesen, das unter: www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/Presse/Amtsblatt/start.html abrufbar ist.

Tnx Info DC8FG nach Angaben BNetzA,
Jochen Berns, DL1YBL



■ Aktivitäten im Auecamp

Vom 20. 6. bis 22. 6. fand auf dem Gelände des Auecamp-Campingplatzes in Wildeshausen das erste OV-übergreifende Sommerfest der Funkamateure statt. Beteiligt waren die Ortsverbände I-20 Vechta, I-18 Delmenhorst und I-50 Goldenstedt des DARC e. V. Neben mitgebrachten Strahlern konnten die fest installierten Antennen auf dem Auecamp sowie die stationäre Funkanlage im Funkcontainer genutzt werden. Mithilfe der QO-100-Anlage des Ortsverbandes Delmenhorst war zudem Satellitenbetrieb möglich. In einem Einsteiger-Workshop sammelten Kinder und Jugendliche erste Erfahrungen mit dem Handfunkgerät und übermittelten ihre Namen in Morsezeichen.



Thomas Hillen, DF2TH, bei seinem Vortrag zum Thema Krisenkommunikation

Foto: DL-Nordwest

Ein Fokus lag in diesem Jahr auf dem Thema Krisenkommunikation. In einem Vortrag erläuterte Thomas Hillen, DF2TH, Referent für Not- und Katastrophenschutz Distrikt Nordsee, wie Funkamateure im Katastrophenfall wertvolle Hilfe leisten können – etwa bei Stromausfällen oder Ausfällen des Mobilfunknetzes. Zudem tauschte man Erfahrungen über Antennen, Funkgeräte, Bastelprojekte, Digitalfunk, 3D-Drucker und Computersoftware aus. Der soziale Austausch kam ebenfalls nicht zu kurz: Beim gemeinsamen Frühstück, bei Kaffee und Kuchen sowie bei einem Spanferkel-Buffer wurde diskutiert, gelacht und in Erinnerungen geschwelgt. Zudem vereinbarten die beteiligten OVs einen gemeinsamen Amateurfunkkurs zur Vorbereitung auf die Lizenzprüfung. Dieser bereitet nicht nur auf die Prüfung vor, sondern vermittelt auch praktische Elektronikkenntnisse sowie Wissen über digitale Kommunikation.

Hans-Gerd Bruns, DL9HG

■ Technikflohmarkt in Baunatal

Anlässlich seines 75-jährigen Jubiläums organisiert der DARC e. V. am 30. 8. auf dem Baunataler Marktplatz einen Technikflohmarkt. Weitere Informationen dazu findet man auf <https://events.darc.de/floh75darc>. Gleichzei-

tig finden Vorträge und weitere Veranstaltungen zum Jubiläum in der Stadthalle Baunatal und deren Umgebung statt. **DARC e. V.**

■ 57. DNAT

Vom 28. bis 31. 8. finden in Bad Bentheim wieder die Deutsch-Niederländischen Amateurfunktage statt. Informationen zum Programm finden Interessierte auf www.dnat.de. Camper können auf dem DNAT-Campingplatz ohne Anmeldung übernachten. Der Flohmarkt wird am Samstag im Schlosspark veranstaltet.

DNAT e. V.

■ AREB 2025

Die 22. Amateurfunk-, Rundfunk- und Elektronikbörse Dresden (AREB) ist für Samstag, den 11. 10., im Foyer sowie im Speisesaal des Hauses der Presse Dresden geplant. Sammler und Händler zeigen und verkaufen dort alles rund um Rundfunk- und Funktechnik, Elektronik, Ersatzteile, Literatur, Zubehör sowie Computer. Anmeldungen sind noch bis 1. 8. unter www.ddv-lokal.de/areb möglich. Weitere Informationen stehen unter <https://flohmarkt-sachsen.de/areb> online.

Info Jörg Korczynsky

■ Kein Dortmunder Amateurfunkmarkt

„Liebe Funkfreunde, nach eingehender Überprüfung und sorgfältiger Abwägung müssen wir leider mitteilen, dass der Amateurfunkmarkt 2025 in Dortmund im Jahr 2025 nicht stattfinden wird.“ Dies teilten die Organisatoren des beliebten Technikmarktes und Amateurfunktreffens Anfang Juli per E-Mail sowie auf der Website <http://amateurfunkmarkt.de> mit.

Man habe die Entscheidung aufgrund wirtschaftlicher Erwägungen getroffen, da die Durchführung der Veranstaltung unter den aktuellen Bedingungen nicht tragfähig sei. Man sei jedoch bereits auf der Suche nach einer geeigneten Nachfolge-Veranstaltung für 2026 und werde rechtzeitig informieren. **Info DAT e. V.**

■ Deutsche Post stellt IRC ein

Zum 1. 7. hat die Deutsche Post den Verkauf von Internationalen Antwortscheinen (International Reply Coupon, IRC) eingestellt. Der Wert eines IRC entsprach dem Porto eines Standardauslandsbriefes. Aus dem Ausland empfangene Antwortscheine sind weiterhin entsprechend ihrer Gültigkeit bei der Deutschen Post einlösbar. Das Unternehmen begründet diesen Schritt mit der sehr geringen Nachfrage. Bekam man IRCs früher in jeder größeren Postfiliale, waren die Antwortscheine in den vergangenen Jahren nur noch im Online-Shop der Post erhältlich. Für Funkpartner, die für den Direktversand einer QSL-Karte einen IRC fordern, muss nun ein anderer Weg der „Bezahlung“ gewählt werden. Oder man deckt im Urlaubsland bei der dortigen Post den Eigenbedarf. **Red. FA**

■ Funken für Katzen und Hunde

Der 8. 8. ist der *Internationale Tag der Katze*, der 26. 8. der *Internationale Tag des Hundes*.

Eine internationale Gruppe von Funkamateuren hat nun den August zum Aktivitätsmonat ausgerufen. Die Initiatoren sind zum Teil Tierschützer und -retter, aber auch einfache Funkamateure mit vierbeinigen Familienmitgliedern. Geplant ist Funkbetrieb in Telegrafie oder SSB auf Kurzwelle, auf VHF/UHF oder über DMR und Echolink. Das internationale Team vergibt Diplome, darunter Auszeichnungen für besonders aktive Funkpartner. Die Website dogdayradio.org informiert über Rufzeichen sowie Einsatzpläne. Weiteres steht unter <https://hamlog.online/icd> und <https://hamlog.online/idd> online.

Für Aktivitäten in und aus Deutschland sind die vier Klubstationsrufzeichen DA0CAT, DL0CAT, DA0DOG und DL0DOG aktiv. Die Initiatoren suchen weitere Funkamateure, die diese Rufzeichen auf KW oder UKW aktivieren. Sie sollten im August mehrfach stunden- oder tageweise, möglichst auch einmal nachts aktiv sein und die QSOs elektronisch loggen. Zwei der genannten sind DARC-Klubrufzeichen mit Sonder-DOK und QSL-Vermittlung. Die beiden anderen stehen allen Funkamateuren zur Verfügung, ob Klubmitglied oder nicht. Interessierte melden sich bitte per E-Mail über df4wx@darc.de bei mir, da ich die Aktivitäten für Deutschland koordiniere. **Michael Straub, DF4WX**

■ Wolfgang „Wolf“ Hadel, DK2OM, verstorben

Wolfgang Hadel, DK2OM, ist am 17. 6. 2025 im Alter von 79 Jahren verstorben. Mit ihm verlor die Amateurfunk-Gemeinschaft einen engagierten und profilierten Wächter über das Amateurfunk-Frequenzspektrum. Seine jahrzehntelange ehrenamtliche Tätigkeit, insbesondere als Leiter der DARC-Bandwacht und später als Koordinator des IARU Monitoring Service Region 1, war geprägt von unermüdlichem Einsatz gegen Störungen, illegale Ausstrahlungen und kommerzielle Eindringlinge auf den Amateurfunkbändern. Auch im FUNK-AMATEUR hat Wolf regelmäßig über die Tätigkeit der Bandwacht berichtet. **Red. FA**

Afu-Welt

■ VarAC v12 veröffentlicht

VarAC ist eine digitale Sendart auch für Amateurfunk, mit der sich auf Kurzwelle, VHF, UHF sowie per Satellit Daten übertragen lassen. Anders als etwa bei FT8 ist der Austausch von Nachrichten möglich. Mittels VarAC gesendete sogenannte *V-mails* lassen sich zudem als E-Mails ins Internet übertragen, weiterleiten und empfangen. VarAC arbeitet dann als bidirektionales E-Mail-Gateway. Die Software steht für Windows, macOS und Linux/Raspberry Pi auf www.varac-hamradio.com zum Download bereit. Dort finden Interessierte weitere Informationen etwa über Aktivitätszentren auf den Bändern. Ein Einführungsbeitrag zu VarAC ist für eine künftige Ausgabe des FA geplant. **Red. FA**



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Amateurfunktage Altlenzbach 2025

Das beliebte Treffen bei der *Schultz-Hütt'n* (Lichtensteingasse 1, 3033 Altlenzbach, Anfahrt über Sandhofstraße) in Altlenzbach findet auch in diesem Jahr wieder statt. Eine Anreise ist bereits am Donnerstag, dem 21.8., möglich, richtig Betrieb wird es am Freitag, dem 22.8., und Samstag, dem 23.8., geben.

Für Speis und Trank steht die *Schultzhütt'n* zur Verfügung, die für die Camper auch den Strom am Platz sponsert. Ausführliche Informationen zum Programm gibt es unter: www.oevsv.at/oevsv/veranstaltungen/Veranstaltungen-Termine -Amateurfunktage-Altlenzbach-2025

■ Hochsteintreffen 2025

Das Team um Ortsstellenleiter Josef, OE7JTK, organisiert das Treffen auf der Hochsteinhütte (2023 m) des OeAV, dem größten Repeaterstandort in Osttirol, schon viele Jahre. Man



Altlenzbacher Fieldday-Gelände Foto: OE1WBS

trifft sich am Sonntag, dem 31.8., ab 10 Uhr auf der Hochsteinhütte. Eine Einweisung über den Hochstein-Repeater (R4: 145,700 MHz, 1750 Hz Tonruf) ist möglich. Das Treffen findet bei jeder Witterung statt.

Anfahrt: Von Lienz oder Sillian kommend auf der B100/E66 Drautalbundesstraße bis Bannberg dann die Auffahrt über die Mautstraße (7 km) von Bannberg bis zum Parkplatz Bannbergeralm. Die Maut in der Höhe von 9,50 € ist beim Automaten am Beginn der Mautstraße (nur Münzen oder Scheine, keine Kartenzahlung) zu entrichten. Gehzeit zu Hütte etwa 10 min vom Parkplatz. Zugang für Wanderer: Am Westrand der Stadt Lienz führt die Doppelseilbahn auf die Sternaln (1505 m). Gehzeit von dort rund 1 h bis 1,5 h.

■ Fieldday des ADL604 Hartberg mit ARDF-Teilbewerb

Am Samstag, dem 2.8., findet von 9 Uhr bis 16 Uhr am Maluhof in Wagerberg 76 bei 8271 Bad Waltersdorf der Fieldday des ADL604 Hartberg statt. Es gibt genügend Platz für Antennen; Tische für den Flohmarkt sind bei Bedarf reichlich vorhanden. Für das leibliche Wohl ist gesorgt.

Im Rahmen des Fieldday findet ab 10 Uhr ein 2-m-Teilbewerb statt, der von Alexander, OE6GRD, ausgerichtet wird. Veranstalter ist die Ortsstelle Hartberg ADL604. Man trifft sich am Maluhof, Wagerberg 76, 8271 Bad Waltersdorf (GPS: 47.16488, 16.029). Eine Anmeldung per E-Mail unter peilen@oevsv.at ist unbedingt erforderlich.

■ 12. Fieldday Route 69

Vom 8. bis 9.8. findet der bereits 12. Fieldday mit Funkflohmarkt (Tische sind vorhanden) beim Biker Camp *Route 69* in Eichberg 69, 8463 Leutschach statt. Für Camper stehen Toiletten und Duschräume zur Verfügung, eine Stromversorgung ist vorhanden. Für Speisen und Getränke steht das Team von Route 69 bereit. Platz für Antennen usw. ist genügend vorhanden. Koordinaten: N46°40,15 E15°26,12 Website: www.route69.at



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Der Russische Distrikt-Award (RDA) ist als „Longdrink“ beliebt

Bei diesem Diplom geht es darum, russische Bezirke (Distrikte, politisch vergleichbar mit deutschen Landkreisen oder US-Countys) zu sammeln, welche die verschiedenen 85 Oblaste (Föderationseinheiten, politisch vergleichbar mit deutschen Bundesländern oder US-Staaten) unterteilen. Momentan gibt es 2659 Distrikte.

Der RDA wird alle zwei bis drei Jahre durch Aufnahme neuer und Streichung alter Distrikte aktualisiert – entwickelt sich also ständig weiter. Man wird demzufolge nie alle Distrikte auf allen Bändern und Modi arbeiten können. Sicher ist nur, dass es nie langweilig wird. Dies gilt insbesondere, weil man zusätzlich Ein- und Mehrbanddiplome sowie Diplome für einzelne Sendarten beantragen kann.

In der Schweiz liegen nach aktuellem Stand Tiziano, HB9BLQ, mit 2552 Distrikten, Emil, HB9BAT, mit 2207 und Andreas, HB9JOE, mit 1950 an der Spitze des RDA-Rankings.

■ Das „RDA-Abenteuer“ von Tiziano

Ich begann mit etwa 270 Distrikten im Januar 2022 und es lief zunächst rasch. Der Schwerpunkt lag zu Beginn auf einfachen und festen

Stationen. Mit zunehmender Zahl der gearbeiteten RDAs wurde die „Jagd“ immer anspruchsvoller und zwang mich, mich verstärkt auf die Informationen der DXpeditionen zu konzentrieren, die wöchentlich, oft an Wochenenden, von Dutzenden von Funkamateuren organisiert wurden.



RDA-Honor-Roll für 2500 bestätigte Distrikte

Foto: HB9BLQ

Schließlich, nach etwa 26 Monaten, erreichte ich den Meilenstein von 2500 bestätigten Distrikten, was der *Honor Roll* für dieses Diplom entspricht. Jetzt wurde es immer schwieriger, neue Distrikte zu arbeiten. Zum heutigen Zeitpunkt habe ich 2540 Distrikte überschritten, sodass ich nur noch 119 erarbeiten muss.

Viele feste Stationen sind über das riesige Gebiet der Russischen Föderation verteilt. Der Betrieb dieser Stationen ist relativ einfach, auch während zahlreicher russischer und internationaler Wettbewerbe; man muss nur Geduld haben und suchen.

Viele Regionen sind jedoch nicht ständig von Funkamateuren bewohnt. Hier haben viele ihre Sommer-Datschen, wo sie in den Ferien mit ein paar Watt und improvisierten Antennen portabel aktiv sind. Die beliebteste „Sportart“

unserer russischen Funkfreunde ist es, allein oder in einer Gruppe mittels Auto oder Lieferwagen unbewohnte Distrikte zu aktivieren und dabei die verschiedensten Straßen- und Wegtypen zu meistern.

Diese Art von Aktivität ist für mich die faszinierendste. Während ein Funkamateur fährt, stellt ein zweiter auf dem Rücksitz des Wagens Verbindungen in SSB, CW oder digitalen Sendarten her. QSOs während der Fahrt sind gültig. Die Position des Fahrzeugs wird während der Verbindung aufgezeichnet. Geloggt wird immer elektronisch – mit einem Laptop, der über ein Mobiltelefon online ist.

Das ermöglicht, die Position in Echtzeit zu sehen, d.h. den aktuellen Distrikt und die Frequenz. Außerdem gibt es Zugang zu einem Chat (auch mit dem Operator) sowie zum Online-Log, um zu sehen, ob die Verbindung bestätigt wurde. Selbstverständlich arbeiten die /m-Stationen mit einer Fahrzeug-Vertikalantenne und maximal 100 W mit einer Batterie.

Im Gegensatz zu IOTA- oder DXCC-Sendungen sind die geringe Leistung und die Fahrzeugantenne für diejenigen von Vorteil, die eine /m-Station arbeiten wollen. Wenn man sie hört, hat man auch mit 100 W und einer bescheidenen Antenne eine gute Chance, obwohl die Pile-ups ab und zu enorm sind. Daher wird gern im Split-Betrieb gearbeitet.

Tnx Info Tiziano Christen, HB9BLQ



August 2025

2. 8.

DARC-Sommer-Fieldday [≥1,2 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1230

EUHF Championship [KW] (CW/SSB) 1200/2400

Sommer-BBT [≥1,2 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1230

2.-3. 8.

10-10 Int. Summer Contest [10 m] (SSB) 0000/2400

3. 8.

Alpen-Adria Contest [144 MHz] (CW/SSB) 0600/1400

DARC-Sommer-Fieldday [<1,2 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

Sommer-BBT [<1,2 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

5. 8.

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1700/2100

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Nord-Akt. [UKW] (CW/SSB/FM) 1700/1900

8.-10. 8.

Funkertreffen am Mondsee bei Zeitz/Hohenmölsen, Informationen auf: www.amateurfunk-gera.de

9.-10. 8.

CME Contest [KW] (SSB) 1300/2300, 0500/1300

RSGB MGM Contest [2 m/6 m] (Digi) 1400/1400

WAE DX Contest [KW] (CW) 0000/2400

10. 8.

Nordischer Höhentag [UKW] (CW/SSB/FM) 1200/1500

11.-13. 8.

MMMonVHF 144 MHz Meteorscatter Sprint 2200/2200

12. 8.

DARC-FT4-Contest [80/40 m] 1900/2100

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Süd-Akt. [UKW] (CW/SSB/FM) 1700/1900

14. 8.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

15.-17. 8.

28. DA0YFD-Jugend-Fieldday auf dem Marloffstein (JN59MO), mehr auf: www.da0yfd.de

16.-17. 8.

ARRL-EME-Contest [≥2,3 GHz] (All) 0000/2400

Funker- und Messtag, Waldschule Zwischenwerk IIIb, 50829 Köln, Infos auf: <https://z12.vfdb.org/fieldday-2025>

International Lighthouse Lightship Weekend (ILLW)

Keymen's Club of Japan Contest [KW] (CW) 1200/1200

SARTG RTTY Contest [KW] (RTTY) 0000/0800, 1600/2400, 0800/1600

17. 8.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

DUR-Aktivitätscont. [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

GMA-Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

18.-25. 8.

YOTA-Sommercamp in Jambville bei Paris, Frankreich

19. 8.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

21. 8.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

22.-23. 8.

35. Internationales Funkamateurtreffen im Kulturhaus, Holice, Tschechien; mehr auf: www.ok1khl.com

22.-24. 8.

Höhbecktreffen mit Funkflohmarkt, Schwedenschanze 1, 29478 Hohenbeck/Brünkendorf; Informationen auf: <https://db0dan.de/termine.html>

23. 8.

Rheinland-Pfalz-Aktivitätsabend [10 m] (All) 1600/1800

Treffen der Wellenreiter Weserbergland an der Klubstation „Grüne Hütte“ DK0GH, 37671 Hörter-Albaxen; mehr Infos auf: www.wellenreiter-weserbergland.de

23.-24. 8.

Maker Faire Hannover, Hannover Congress Centrum

Tokyo Ham Fair 2025, Ariake Gym-Ex, Tokio, Japan

YO DX Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

24. 8.

2-m-FM-Einsteigercontest 1300/1500

26. 8.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

28.-31. 8.

57. DNAT (Deutsch-Niederländische Amateurfunkertage), Zum Ferienpark 1, 48455 Bad Bentheim; mehr auf: www.dnat.de

29. 8.-31. 8.

8. Ostschweizer Funkertreffen mit 13. Ham-Flohmarkt bei HB9TG, Schützenhaus, Hauptstraße, 9562 Märwil, Schweiz; nähere Informationen auf www.hb9tg.ch

30. 8.

75-Jahr-Feier des DARC e.V., Stadthalle Baunatal

HSW-Contest [KW/UKW] (CW/SSB/FM) 0600/1500

30. 8.-31. 8.

WW Digi DX Contest [160 ... 10 m] (FT4/FT8) 1200/1200

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Auswärtiges Amt, Berlin	654
BaMaTech; Bad Döben	652
Batronix Elektronik, Preetz	643
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	653
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	653
Haro electronic, Burgau	653
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	653
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	651
Hotel Hellers Krug, Holzminden	649
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4.US
IK-Telecom, Finnland	649
ILT Schule, Schweiz	669
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	648
Kreienberg, M., Offenbach	650
Kusch, Dortmund	653
QSL-Collection, Wien	653
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	653
Sander electronic, Berlin	652
SDR-Kits, Großbritannien	652
SHF-Elektronik, Gersfeld	654
Spiderbeam, Spremberg	652
UKW-Tagung, Weinheim	652
Vintronic, Flensburg	653
von Hoerner & Sulger, Schwetzingen	598
WiMo GmbH, Herxheim	649/651/654
electroncrepair.de, Schwaförden	653
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2.US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 9/25

ist am Freitag, dem 8. August 2025.

Vorschau auf Heft 9/25

Cook, E51SGC, und Tonga, A35GC: DXpedition im Doppelpack

Von Europa aus sind DXpeditionen in den Pazifik weit und beschwerlich. Da bietet es sich an, mehrere Ziele während einer Rundreise zu verbinden. Dies setzten Stan Vatev, LZ1GC, und Ted Kolev, LZ5QZ, im vergangenen November bei einer 40-tägigen Pazifiktour um und aktivierten die Südlichen Cookinseln sowie das Königreich Tonga.



Kontaktlose Temperaturüberwachung

Preiswerte Infrarotsensoren auf Basis eines Thermopiles, wie des MLX90614 oder MLX90616 von Melexis, registrieren Wärmestrahlung in relativ engen Winkelsegmenten. Hier kommen sie für eine berührungslose Temperaturmessung zum Einsatz.

... und außerdem:

- Vertikalantenne für das 60-m-Band
- Remote-Betrieb mit Wfview und Raspberry Pi als Server
- NF-DSP-Modul selbst konfigurieren und nachrüsten
- Geschichte des KW-Senders Moosbrunn
- Universelle Infrarot-Fernbedienung

erscheint am 27. 8. 2025



Umbau des µBITX zu einer WSPR-Bake

Der QRP-Transceiver µBITX ist ein Bausatzgerät, das wegen seines einfachen Aufbaus und der auf einem Arduino Nano basierenden digitalen Steuerung dazu einlädt, eigene experimentelle Um- und Erweiterungsbauten durchzuführen. So lässt er sich z. B. durch eine kleine Hardware-Erweiterung und Anpassung der Software in eine autonome Multiband-WSPR-Bake verwandeln.



Redaktionsschluss FA 9/25: 7. 8. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

Die 6. Auflage unseres Schweizer Antennenbuchs ist da!

Die Antennentechnik bietet Funkamateuren selbst heute noch, wo in den Shacks kommerzielle Geräte vorherrschen, ein interessantes Betätigungsfeld für den Selbstbau. In diesem Buch werden überwiegend Antennen aus Draht beschrieben, die man ohne Weiteres selbst realisieren kann. Dabei verzichtet der Autor bewusst auf »Kochrezepte«. Vielmehr gibt er leicht verständliche Erklärungen und vermittelt interessante Anregungen.

In 40 Kapiteln werden die verschiedensten Aspekte des Baus von KW-Antennen beleuchtet, von der Wahl des Standortes über Speiseleitungen und Materialkunde bis hin zur Installation von Antennen – sogar solcher, die nicht sofort zu erkennen sind.

Der Verfasser des Buches, Max Rüegger HB9ACC, wurde 1942 geboren und ist seit seinem 20. Lebensjahr lizenziert.

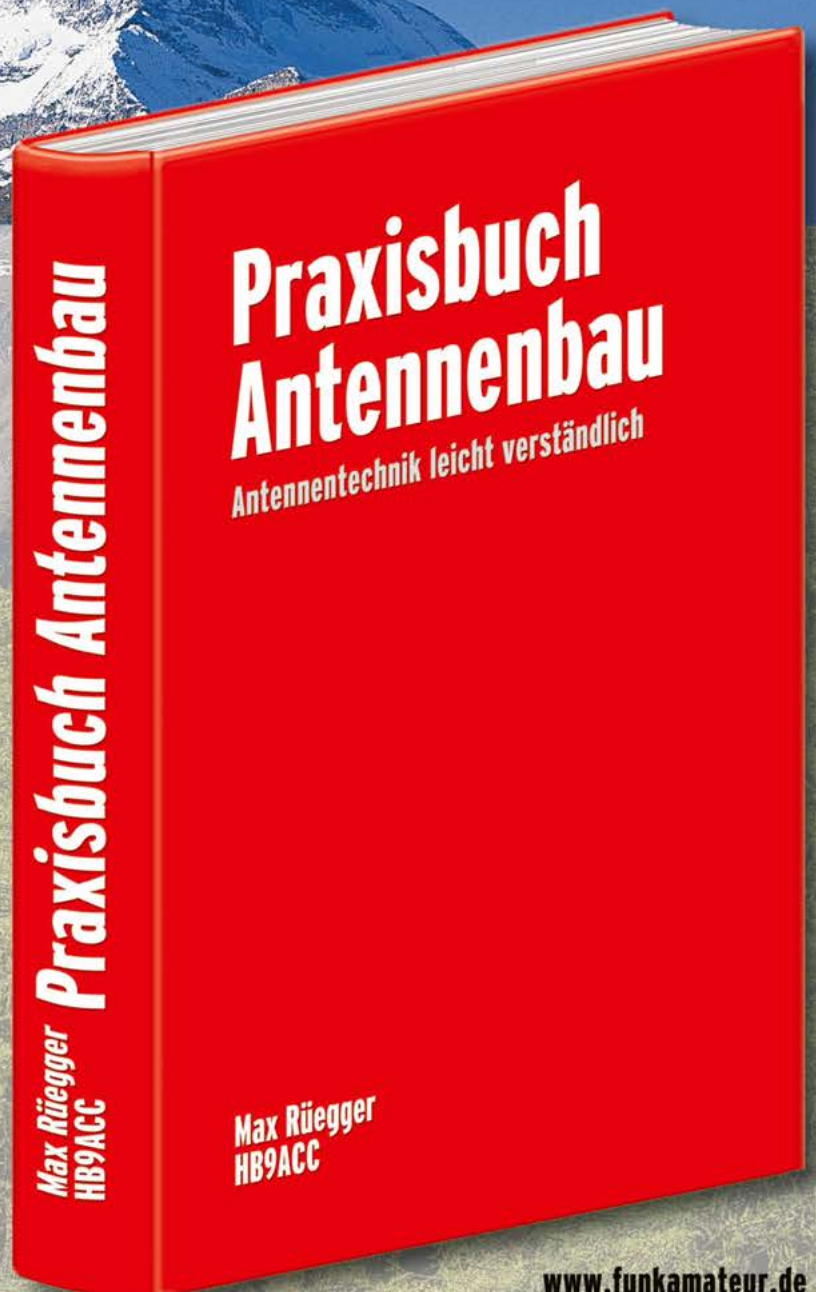
Als Ingenieur der Fernmeldetechnik geht er das Thema Antennenbau von der praktischen Seite her an und lässt dabei jahrzehntelange Erfahrungen aus seinem nicht nur durch Amateurfunk geprägten Funkerleben einfließen.

Durchgesehene 6. Auflage

488 Seiten, Format 16,5 x 23,5 cm

Festeinband

Bestell-Nr. X-9419 **42,00**



www.funkamateure.de

ICOM

PORTABLER KW/50/144/430-MHz-
MULTIMODE-TRANSCEIVER

IC-705

***Eine Basisstation
zum Mitnehmen***



MULTIFUNKTIONS RUCKSACK

LC-192



***Ideal für das Funken
im Freien***

Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 63150 Heusenstamm Deutschland
Telefon: +49(0)6104-98693-0 E-Mail: info@icom-europe.com
Web: www.icom-europe.com

**IC-705
für weitere
Informationen**



Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

684 E51SGC und A35GC: DXpedition im Doppelpack

688 Rückblick: KW-Sender Moosbrunn in Österreich

697 Nachrüstung: DSP-Modul für ältere Funkgeräte

700 Remote-Betrieb mit Raspberry Pi und Wfview

710 Infrarot-Fernsteuerung für Elektronikprojekte

717 Kurze Vertikal für 60 m

726 Dachterrasse als Antennenstandort



QRP-Transceiver μ BitX V6 als WSPR-Bake



09

4 || 194040 || 006903

Das Vorzeige-Mobilfunkgerät

144/430 MHz 55/50 W FM/C4FM Digital Dualband-Transceiver

FTM-510DE ASP

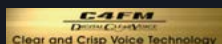
Frontlautsprecher + duales AESS-Lautsprechersystem

Search & Go/Touch & Go Bedienung

Verbesserter PMG-Betrieb

ASP für bessere Abdeckung

The BIGHEAD



* BU-5 ist für den Bluetooth-Betrieb erforderlich

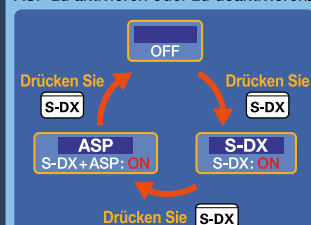
■ Super-DX+ASP erhöht die Kommunikationsreichweite

Super-DX mit ASP sorgt für zuverlässige Audioqualität bei schwachen Signalen und erweitert die Kommunikationsreichweite. Modus AUTO ASP ist ebenfalls wählbar. In diesem Modus wird der ASP automatisch aktiviert, wenn das Funkgerät im analogen FM-Modus und AM-Modus schwache Signale erkennt.



MANUELLER ASP-MODUS

Die Taste S-DX drücken, um S-DX und ASP zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

C-J-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.MLandS.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

75 Jahre DARC e.V. – Rückblick, Wendepunkt und Zukunft

In diesem Jahr blickt der Deutsche Amateur-Radio-Club e.V. auf 75 Jahre seines Bestehens zurück. Das ist mehr als nur ein besonderer Geburtstag – es ist ein Anlass zur Reflexion, zur Anerkennung geleisteter Arbeit und zur Diskussion über die Zukunft des Amateurfunks in Deutschland.

Der DARC hat seit seiner Gründung im Jahr 1950 maßgeblich dazu beigetragen, dem Amateurfunk in der damaligen Bundesrepublik nach dem Zweiten Weltkrieg und bis heute wieder eine Stimme, eine Struktur und eine Perspektive zu geben. Die Anzahl der Funkamateure in Deutschland, die heutigen Bandzuteilungen und nicht zuletzt die internationale Vernetzung wären ohne den Einsatz des DARC kaum denkbar.

Insbesondere in der Bandverteidigung zeigt sich der immense Wert einer starken, zentral organisierten Interessenvertretung. Ohne den DARC wären viele unserer heute genutzten Frequenzbereiche längst anderen Anwendungen zum Opfer gefallen. In Zeiten zunehmender kommerzieller Nutzung des Funkpektrums ist diese Arbeit wichtiger denn je.

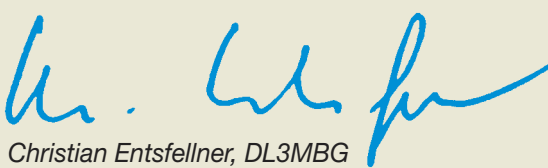
Die Geschichte des DARC ist trotzdem nicht frei von Reibungspunkten. Besonders zur Zeit der deutschen Wiedervereinigung stand der Verband vor einer historischen Herausforderung. Zudem etablierte sich der FUNKAMATEUR in ganz Deutschland als Fachzeitschrift, die einen Leserkreis für Amateurfunk, Elektronik und Funktechnik anspricht. Der FUNKAMATEUR existiert bis heute erfolgreich und eigenständig – ebenso wie der DARC mit seiner Mitgliederzeitung CQ DL. Dies ist ein Glücksfall für alle Funkamateure in Deutschland, da der FUNKAMATEUR auch Interessengruppen außerhalb unserer Gemeinschaft anspricht, die sonst wohl nicht für den Amateurfunk zu erreichen wären. Weiterhin ist Vielfalt kein Makel, sondern ein Ausdruck von gelebter Autonomie und technischer Neugier.

75 Jahre DARC – das ist eine Erfolgsgeschichte, aber auch ein Auftrag. Angesichts demografischer Entwicklungen, digitaler Transformation und sich wandelnder Kommunikationsgewohnheiten muss der DARC weiterhin offen für neue Impulse sein – sei es von jungen Mitgliedern, von Makerspaces oder von unabhängigen Publikationen wie dem FUNKAMATEUR. Am Ende verbindet uns mehr, als uns trennt: die Begeisterung für Technik, das Streben nach Wissen und der Wunsch, auf freien Frequenzen zu kommunizieren.

Am 30. August 2025 feiern wir gemeinsam unser Jubiläum – unabhängig davon und im Wissen, dass bis 1990 zwei Organisationsstrukturen existierten. Wir laden alle Funkfreunde herzlich ein zur großen 75-Jahr-Feier des DARC in der Stadthalle Baunatal.

Es erwartet Sie ein Tag voller Begegnungen, mit Fachvorträgen, Technikvorführungen und interessanten Gesprächen rund um unser gemeinsames Hobby.

vy 73



Christian Entfellner, DL3MBG
Vorsitzender des DARC e.V.

Amateurfunk

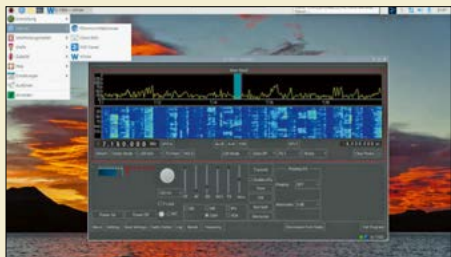
Cookinseln, E51SGC, und Tonga, A35GC: DXpedition im Doppelpack



40 Tage reisten Südseespezialist Stan Vatev, LZ1GC, und Ted Kolev, LZ5QZ, im vergangenen November in den Pazifik und aktivierten dabei die Cookinseln sowie das Königreich Tonga. Beide Ziele unterscheiden sich erheblich hinsichtlich der örtlichen Infrastruktur, doch halfen langjährige Erfahrungen und lokale Kontakte bei der Planung. Abgesehen von schwankenden Ausbreitungsbedingungen war das Team mit dem Ergebnis zufrieden. Foto: Team E51SGC

684

Remote-Betrieb mit Wfview und Raspberry Pi als Server



Mit der Software Wfview lassen sich moderne Icom-Transceiver fernsteuern. Setzt man anstelle des erforderlichen PC-Servers einen Raspberry Pi ein, ergeben sich neben der günstigeren Energiebilanz auch noch weitere Vorteile, wie dieser Beitrag zeigt.

Screenshot: DC4KU

700

Multiband-WSPR-Bake auf Basis des QRP-Transceivers µBitX V6

704

Android-App FT8CN erhielt Update

709

Verkürzte Vertikalantenne für das 60-m-Band

717

Sat-Box – Transceiversteuerung für den Funkbetrieb via QO-100



Bei Funkverbindungen über den satellitengestützten Amateurfunktransponder QO-100 mit einem VHF/UHF-Transceiver als Nachsetzer können sich die Nachführung des zweiten VFO und die korrekte Frequenzanzeige als schwierig erweisen. Die hier beschriebene Sat-Box arbeitet mit einem Yaesu- oder Icom-Transceiver zusammen und löst dieses Problem.

Foto: OE2ROL

724

Dachterrasse als Antennenstandort



Dachterrassen bieten gegenüber dem Balkon einer Etagenwohnung den Vorteil, dass Antennenkonstruktionen nicht durch darüber befindliche Gebäudeteile begrenzt werden. Der Beitrag stellt eine Antennenkonfiguration vor, die alle Amateurfunkbänder von 80 m bis 6 m abdeckt.

Foto: DJ6JZ

726

Funk

Pulsbreitenmodulator im Klasse-E-Betrieb für den AM-Minisender (2)

721

CB- und Jedermannfunk

741

Aktuell

Editorial 675

Postbox 678

Markt 680

Literatur 683

Ausbreitung September 2025 744

Inserentenverzeichnis 754

Vorschau FA 10/25 754

QTCs

AATiS e.V. 740

Bergfunk-QTC 745

SWL-QTC 745



DX-QTC 746

QSL-Splitter 747

Sat-QTC 747

CW-QTC 747

Digital-QTC 748

QRP-QTC 749

UKW-QTC 750

DL-QTC 752

OE-QTC; HB-QTC 753

Termine September 2025 754

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Typenblatt

Yaesu FTX-1 Field 715

Unser Titelbild



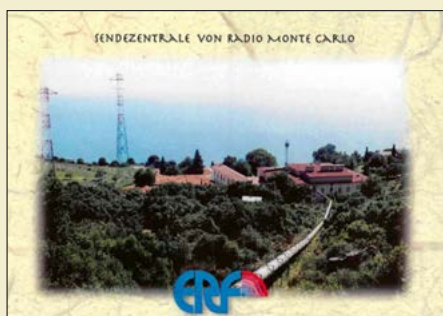
Antennen und Ausbreitungsbedingungen lassen sich mithilfe einer WSPR-Bake recht gut beurteilen. Neben dafür industriell hergestellten Sendern oder der Verwendung von Transceivern mit der Software WSJT-X eignen sich auch andere Lösungen für den computerlosen Betrieb, so beispielsweise die ab S. 704 beschriebene Modifikation des QRP-Transceivers μ BitX V6.

Fotos: DG7JH, Screenshot: FA, Collage: DC2HB

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 742

BC-DX-Informationen 743



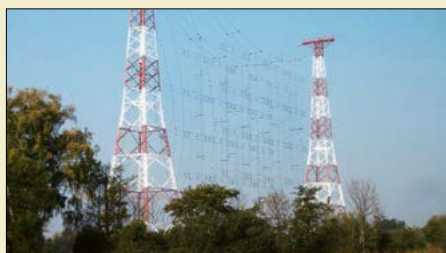
Sendezentrale von Radio Monte Carlo auf einer Karte des Evangeliumsrundfunks (ERF).
Karte: DL1AX

Bauelemente

INA233: Strom-, Spannungs-, Leistungsmonitor mit I²C-Bus-Interface 713

Geschichtliches

Geschichte des KW-Senders Moosbrunn in Österreich

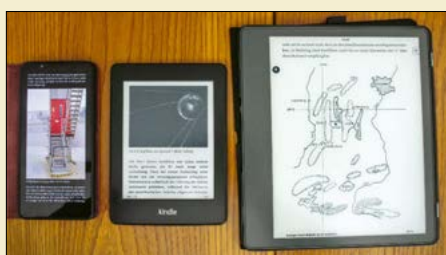


Am 31. 12. 2024 hat der KW-Sender Moosbrunn seinen Dienst für immer eingestellt. Auch das Programm von Radio DARC mit seinen sonntäglichen Sendungen auf 6070 kHz ist davon betroffen. Der Rückblick auf die Geschichte des Sendezentrums verdeutlicht dessen langjährige Rolle für den Auslandsdienst des österreichischen Rundfunks.

Foto: Lill 688

Wissenswertes

Schmökern ohne Eselsohren: Was bringt die E-Book-Technik?



Manche Bücher sind recht schwer und voluminös. Als Alternative bietet sich einer der leichten und handlichen E-Book-Reader mit E-Paper bzw. E-Ink an, dem elektronischen Papier. Hier werden deren Vor- und Nachteile aufgezeigt und einige Modelle vorgestellt.

Foto: DL2MCD 691

Drehknopf für Elecraft K3 729

Elektronik

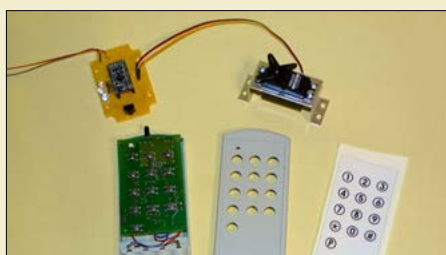
Universell nutzbare Temperaturüberwachung mit Wärmebildsensor 694

Digitale Signalverarbeitung in älteren Funkgeräten nachrüsten 697

Selbst gebauter isolierender Gleichspannungswandler 703

Einschaltstrombegrenzung für Gleichspannungslasten 708

Infrarot-Fernsteuerung für Elektronikprojekte



Die besonders in der Heimelektronik eingesetzte Infrarot-Technik kann man auch zur Steuerung eigener Projekte nutzen. In diesem Beitrag werden ein Empfangs- und ein Sendemodul beschrieben. Letzteres lässt sich anhand anderer Fernbedienungen auch anlernen und auf diese Weise mit umfangreichen Steuersequenzen ausstatten.

Foto: Sander 710

Aufhebung der Blockade nach Software-Update beim Pluto Plus 718

Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeleinsatz



Ein SWV-Meter gehört heutzutage zur Standardausrüstung jeder Funkstation. Auch beim Portabelbetrieb kann es sinnvoll sein, das Stehwellenverhältnis nach dem Antennenaufbau zumindest grob zu bestimmen. In diesem Beitrag werden zwei Geräte vorgestellt, die für diesen Zweck geeignet sind.

Foto: FA 728

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateure.de



V.l.n.r.: Klappferrit mit eingelegter Spule und Abdeckung sowie geschlossener und geöffneter Klappferrit Foto: Sander

Digitalausgabe unter iOS

Leider läuft die Anzeige der Zeitschrift in der FUNKAMATEUR-App nicht unter dem Betriebssystem iOS Public Beta 26 auf einem iPad Pro M10. Fabian Schneider

Unser Dienstleister passt die App erst an, wenn finale Versionen des Betriebssystems erschienen sind.

Red. FA

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter

www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch



Klappferrit für Türschlosssensor

Nach dem Erscheinen des FA 8/2025 und dem darin ab S. 624 veröffentlichten Beitrag „Verschlusskontrolle für das Garagentor und andere Türen“ haben sich bei mir einige Leser per Telefon gemeldet. Dabei wurden auch Fragen zum einfachen Aufbau der Spule des Schlossdetektors gestellt.

Die Spule des Detektors muss sich in einem kleinen Rohr aus Ferrit befinden. Die offene Vorderseite ist erforderlich, um das Magnetfeld von hier aus beeinflussen zu können. Die Gegenseite muss durch eine kleine Ferritscheibe oder eine kleine Platte aus Weicheisen abgedeckt sein. Auf diese Weise ergibt sich die gewünschte Richtwirkung der Detektorspule. Metallteile in der Umgebung oder auf der Rückseite haben somit keinen Einfluss auf die Messergebnisse.

Eine solche Sensorspule lässt sich aus einem Schalenkern mit einem passenden Spulenkörper aufbauen, wie im Beitrag bereits erwähnt. Der Aufbau ist auch mit einem Klappferrit möglich. Dabei handelt es sich um ein halbiertes Ferritrohrchen, dessen beide Teile in einer zusammenklappbaren Kunststoffhülle sitzen. Klappferrite sind in mehreren Baugrößen verfügbar. Die Induktivität der Spule kann nach der Formel $L = A_L \cdot N^2$ berechnet werden. Der A_L -Wert ist in den Datenblättern der Klappferrite häufig nicht angegeben. Er lässt sich jedoch einfach ermitteln. Dazu sind 20 Windungen auf einen Spulenkörper zu wickeln und die Spule anschließend in den Klappferrit zu stecken. Mithilfe eines LC-Messgeräts lässt sich die Induktivität bestimmen. Durch Umstellung der genannten Formel kann danach der A_L -Wert berechnet werden.

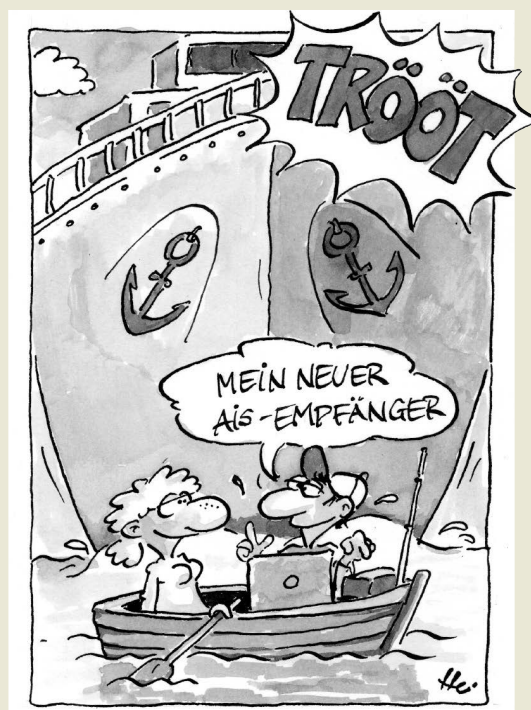
Aus der angegebenen Formel ist anhand des A_L -Werts die Zahl der Windungen für die beim Türschlossdetektor erforderliche Induktivität von 10 mH zu berechnen. Da oft kein in den Klappferrit passender Spulenkörper verfügbar ist, lässt sich alternativ eine ausreichend lange M4-Kunststoffschraube mit Mutter verwenden. Darauf wird die Spule mit der berechneten Windungszahl gewickelt. Es ist nicht erforderlich, dass alle Windungen exakt nebeneinander liegen, wenn sich die Anzahl der übereinanderliegenden Windungen in Grenzen hält. Damit sich die Wicklung nicht löst oder verschiebt, ist der Draht danach mit Klebstoff zu fixieren. Nach dem Einschleiben der Spule ist auf der Rückseite des Klappferrits noch ein Plättchen aus Ferrit oder Weicheisen aufzukleben. Die herausgeführten CuL-Drähte sollte man mit Isoliermaterial schützen.

Dr.-Ing. Klaus Sander

Remote-Betrieb mit Raspberry Pi Connect

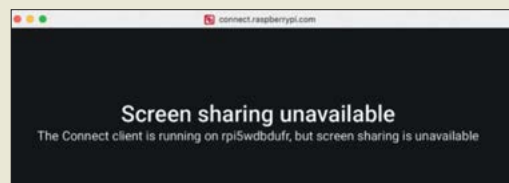
In der Postbox des FA 7/2025 wird für den im Beitrag „Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi“ (FA 5/2025, S. 367) eine Lösung mit Raspberry Pi Connect aufgezeigt. Diese Anwendung ermöglicht den Remote-Zugriff in der Form „Remote shell“ oder „Screen sharing“. Bei Letzterer baut Raspberry Pi Connect auf die Wayland GUI, die seit Bullseye und Bookworm Standard ist. Die Wayland GUI ist der Nachfolger der in die Jahre gekommenen X11 GUI.

Schwer zu sagen, ob es an Programmen wie WSJT-X und JTDX oder der Wayland GUI liegt, denn in dieser Konfiguration werden die Titelleisten der beiden Programme nicht angezeigt und das Programm-



© DC2HB

fenster immer in der Mitte platziert. Aufgrund der fehlenden Titelleisten können die Fenster weder verschoben, noch in der Größe geändert werden. Die Wasserfallfenster hingegen haben eine Titelleiste und lassen sich verschieben.



Einzige Lösung ist das Aktivieren von X11 über das Script raspi-config. Dann kann man WSJT-X und JTDX wieder wie gewohnt bedienen, jedoch erscheint jetzt beim Screensharing von Raspberry Pi Connect eine Fehlermeldung, siehe Bild. Grund ist, dass Raspberry Pi Connect nun einmal auf der Wayland GUI aufsetzt.

WSJT-X und JTDX sind nicht die einzigen Programme, die sich schwertun mit der Wayland GUI. Auch VNC ist davon betroffen. Es wird wohl noch etwas Zeit vergehen, bis man Raspberry Pi Connect für Amateurfunk-Remote-Betrieb nutzen kann. Bei all den aktuellen Problemen ist das jedoch eine interessante Lösung fernab von VPN-Tunneln, GC-NAT & Co.

Frank Rutter, DL7UFR

SDR-Konzept von Pawel Demin

Ich habe den interessanten Beitrag „Neues, preiswertes SDR-Konzept von Pavel Demin“ im FA 8/2025, S. 615 ff. mit großem Interesse gelesen, da ich dieses Eigenbau-SDR-Projekt auch erfolgreich in die Praxis umgesetzt habe. Für interessierte Funkfreunde habe ich eine Aufbauanleitung veröffentlicht. Sie beinhaltet Hinweise zur Bauteilbestellung, zum Aufbau und zur Inbetriebnahme, sowie weitere hilfreiche Informationen und Bilder. Der Link lautet: www.dl9gtb.de/pdsdr

Torsten Ernst, DL9GTB



Mehrwert bei Software-Beiträgen

Zunächst Glückwunsch und herzlichen Dank für alle Beiträge von Dr. Martin Oßmann. Der Nachvollzug ist für mich oft herausfordernd, aber immer inspirierend. Und der Software-„Beifang“, im Beitrag „Nutzung einer Soundkarte als SDR-Empfänger“ (FA 8/2025, S. 627 ff.) zum Beispiel eines Wobbelgenerators, Spektrumskops oder Logikanalysators, ist allein schon ein Gewinn und Genuss.

Rainer Wilczek, DG4FBV

Blackout – ein Erlebnisbericht

Bei uns in der südöstlichsten Stadt Portugals dauerte der Stromausfall 12 h, von Mittag bis Mitternacht. An anderen Orten soll es erst am nächsten Vormittag wieder Strom gegeben haben. Das größte Wasserkraftwerk Portugals liegt in unserer Gegend. Deshalb vermute ich, dass die Algarve als Insel-Lösung wieder hochgefahren wurde. Insgesamt war es ein eindrückliches Erlebnis, als all die Folgen eines Stromausfalls, die man selbstverständlich schon immer kannte, plötzlich Realität wurden.

Begonnen hatte es klein, mit einem Lichtalarm aus dem Badezimmer, denn die haben bei uns keine Fenster. Beim Weg zum Sicherungskasten fiel auch die abgeschaltete Rechentechnik auf. Nächster Verdächtiger war der FI-Schutzschalter, doch im Sicherungskasten war alles normal. Nach dem Öffnen der Haustür bemerkte ich die dunklen Gänge, also doch etwas mit dem Haus. Die Umgebung selbst lieferte keine Information über das Ausmaß, denn mittags leuchten keine Straßenlaternen.

Niemand wusste, was los war und wie lange dies anhalten würde. Vorbildlich vorbereitet, griff ich zum AM/FM-Radio. Nichts bei AM, das wurde hier auch gestrichen, obwohl es das einzige und billigste Medium ist, das alle flächendeckend erreichen könnte. Auch FM war tot – die lokalen Stationen haben offensichtlich keinen Generator. Also blieb nur der Griff zum UHF-Handfunkgerät. Die drei Algarve-Repeater blieben jedoch stumm. Wenigstens hatte ich jetzt eine Ahnung über das Ausmaß. Irgendwann stieß eine Kollege vom anderen Flussufer zu uns, denn die Fähre hat (noch) keinen Elektromotor. Auch Spanien war dunkel.

Die Supermärkte baten die Kunden hinaus und schlossen die Türen. Portugal ist ein Kartenzahler-Land, doch auch das empfohlene Bargeld hilft nicht weiter. Wir hatten genügend Vorräte, für uns kein Problem. Wir kochen und heizen mit Gas und haben immer eine Flasche vorrätig. Der Tiefkühler wurde mit Klebeband gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert. Langsam wurde es Abend und die Notbeleuchtung (Teekerzen in Bechern) hervorgeholt. Da wir schon eine Woche vor Ort waren, reichte die Zeit, um die ganze Kiste mit den Akkumulatoren durch den Ladezyklus zu schleusen. Schnell wurde klar, dass es sich nicht um eine Naturkatastrophe handelte. So war auf ein technisches Problem zu schließen und man musste Geduld haben. Um Mitternacht war der Spuk dann vorbei.

Höchstwahrscheinlich wird es keinen eindeutigen Fehlerort geben – kein verbrannter Transformator, keine unglückliche Manipulation. Es wird Monate, wenn nicht Jahre dauern, bis man alle Protokolle der Mess- und Umspannstationen sortiert und ausgewertet hat. Es gibt aber schon Hinweise auf einen möglichen Ablauf aus den aufgezeichneten Daten:

Spanien hatte an diesem Mittag viel mehr Energie produziert als es selbst benötigte. Und vor der Netz-trennung gab es starke Frequenzschwankungen weit über das tolerierte Fenster hinaus.

Peter Stoller, CT7/HB9AAP

Uhren-Preisfrage

Gefragt war, wann die sich kontinuierlich bewegendenden Stunden- und Minutenzeiger einer Uhr zum vierten Mal nach 12 Uhr wieder exakt übereinander stehen?

Der Minutenzeiger braucht 60 min für eine Umrundung des Ziffernblatts von 360° (entspricht 2π). Seine Winkelgeschwindigkeit ist daher: $\omega_M = \varphi_M / t_M = 2\pi / 60 \text{ min}$.

Der Stundenzeiger bewegt sich in 12 h einmal um das Ziffernblatt. Seine Winkelgeschwindigkeit ist: $\omega_S = \varphi_S / t_S = 2\pi / 12 \cdot 60 \text{ min}$.

Während der Stundenzeiger bis zum ersten Treffpunkt den Winkel $\Delta\varphi_S = \omega_S \cdot \Delta t_1$ zurücklegt, hat der Minutenzeiger bereits einmal das Ziffernblatt umrundet und trifft sich mit dem Stundenzeiger, wenn er den Winkel $\Delta\varphi_M = \omega_M \cdot \Delta t_1 + 2\pi$ zurückgelegt hat. Daraus folgt für das erste Zusammentreffen $\omega_M \cdot \Delta t_1 = \omega_S \cdot \Delta t_1 + 2\pi$ und die Zeitspanne bis dahin:

$$\Delta t_1 = \frac{2\pi}{\omega_M - \omega_S} = \frac{12}{11} \cdot 60 \text{ min} = 65,4545 \text{ min}$$

Das ist um 13:05:27 Uhr der Fall.

Für das vierte Treffen ist die Zeitspanne $\Delta t_4 = 4 \cdot \Delta t_1$, was 4 h 21 min 49 s entspricht. Beide Zeiger stehen also zum vierten Mal um 16:21:49 Uhr wieder genau übereinander.

Die Lösung lässt sich auch einfacher finden. Von Mittag bis Mitternacht umrundet der große Zeiger das Ziffernblatt zwölf Mal, während der kleine Zeiger nur eine einzige Runde schafft. Das heißt, dass sie sich in der Zeit dazwischen elf Mal treffen. Elf Treffpunkte auf der Skala von 60 min gleichmäßig verteilt bedeutet, dass diese Punkte jeweils Abstände von 60/11 min haben. Das erste Treffen findet also nach $1 \cdot 60/11 \text{ min}$ statt, das vierte folglich nach $4 \cdot 60/11 \text{ min}$. Dies ist um 16:21:49 Uhr der Fall.

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Anke Schenk, DL1HCS
Carsten Kädtler, DL7UCK
Michael Lindner

Herzlichen Glückwunsch!

Mach-Preisfrage

Wie weit ist ein sich in 1500 m Höhe direkt über dem Standort mit Mach 2 bewegendes Flugzeug in dem Augenblick entfernt, wenn man den Überschallknall am Boden hört?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 30.9.2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateureur.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der PEP-Preisfrage vom FA 8/25 können Sie sich noch bis zum 31.8.2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Lieferzeiten

Sehr geehrte Damen und Herren, längere Zeit beziehe ich den FUNKAMATEUR in digitaler Form. Leider muss ich feststellen, dass die Ausgaben bei mir später erscheinen, als die haptische Erscheinungsform. Ausgehend von der Annahme, dass die digitale Form früher vorhanden ist als ein Druck in analoger Form, hätte ich eher das Gegenteil vermutet. Ich wäre dankbar, diesbezüglich aufgeklärt zu werden und wenn bestenfalls kürzere Lieferzeiten ermöglicht werden könnten.

Klaus Schimming, DH6FZ

Zunächst vielen Dank für Ihre Anfrage. Solche Rückmeldungen sind für uns wichtig, damit wir problematische Dinge optimieren können.

Der offizielle Erscheinungstermin ist seit der Wiederaufnahme des Verkaufs im Handel (nur an den Bahnhöfen) jeweils der letzte Donnerstag des Vormonats. Da sich die Post inzwischen für den Versand an die Abonnenten vier Werktage genehmigt, ist mit dem Donnerstag gewährleistet, dass zu Beginn des Einzelverkaufs alle Abonnenten in Deutschland ihr Heft haben.

Bislang haben wir die Digitalausgabe jeweils am Samstag vor Verkaufsbeginn freigeschaltet. Auf Grundlage Ihres Hinweises ziehen wir das auf Freitag 13 Uhr vor. Das ist ohne weiteres möglich und dürfte nicht zu neuen „Beschwerden“ führen.

Knut Theurich, DG0ZB

Den FUNKAMATEUR in der App lesen





Die Kombination aus **FTX-1 Field** und **100/50-W-Endstufe SPA-1** ist unter der Bezeichnung **FTX-1 Optima** erhältlich. Mit der auch separat angebotenen, steckbaren PA verwandelt sich die QRP-Portabelstation **FTX-1 Field** in eine vollwertige Basisstation fürs heimische Shack.

Foto: DC2HB

Yaesu FTX-1 Field und FTX-1 Optima jetzt erhältlich

Der während der Ham Radio in Friedrichshafen einem größeren Interessentenkreis vorgestellte Transceiver **Yaesu FTX-1** ist jetzt in zwei Varianten bei den Fachhändlern verfügbar. Beide Modelle lassen sich auf allen Amateurfunkbändern zwischen 160 m und 6 m sowie auf 2 m und 70 cm einsetzen. Der Empfänger überstreicht jeweils 30 kHz bis 174 MHz sowie 400 MHz bis 470 MHz. Der Transceiver verfügt über ein 4,3-Zoll-Farbdisplay und arbeitet wahlweise im Single- oder Dualband-Modus. Das zuschaltbare 3D-Spektrum kann gleichzeitig Signale auf einem KW-Band und auf 2 m bzw. 70 cm darstellen.

Der für den Portabelbetrieb vorgesehene **FTX-1 Field** ermöglicht 6 W Sendeleistung bei Versorgung aus dem mitgelieferten Lithium-Ionen-Akkumulator **SBR-52LI** und 10 W beim Anschluss einer externen 13,8-V-Spannungsquelle.

Der Lieferumfang des als Basisstation konzipierten **FTX-1 Optima** umfasst zusätzlich den Leistungsverstärker **SPA-1** mit integriertem Antennentuner. Die Endstufe liefert 100 W auf den KW-Bändern und 6 m sowie 50 W auf 2 m und 70 cm. Ein bereits vorhandener FTX-1 Field lässt sich mit dieser auch separat erhältlichen PA kombinieren.

Als Zubehör gibt es für den FTX-1 Field den ansteckbaren, mit 10 W belastbaren Antennenkoppler **FC-80** (1,8 MHz bis 54 MHz) und den Lüfter **SCF-1**. Beide werden an der Rückseite des FTX-1 Field befestigt. Weitere Optionen sind das GPS-Modul **FGPS-5** und das Bluetooth-Modul **BU-6**.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com

Anm. d. Redaktion: Bei den in DL ausgelieferten Transceivern ist das 4-m-Band nicht freigeschaltet. Die Aktivierung ist jedoch möglich, indem man Tasten [MAG] und [M>V] gleichzeitig drückt und den Transceiver einschaltet. Sobald die Beleuchtung des Displays angeht, lassen Sie die Tasten wieder los. Der FTX-1 startet dann neu.



Sonderedition 2025 der BaMaKey TP-III

Zum vierten Mal in Folge bietet **BaMaTech Feinmechanik** im Herbst eine limitierte Sonderedition der **BaMaKey TP-III** an. Diese wird diesmal in goldgelber Gehäusefarbe sowie mit schwarzen Hebeln gefertigt. Neben der Beschriftung auf der Unterseite, erhalten die Tasten auf beiden Seiten eine Gravur mit Wüstenmotiv.

Wie bei der regulären Serie sind die Tasten vierfach mit Präzisionskugellagern versehen. Weiterhin ist die einzelne und feinfühligere Verstellung von Hub und Vorspannung möglich, wobei Letztere über Magnete erzeugt wird.

Alle Kontakte sind hart versilbert und vergoldet. Ins Gehäuse ist eine 3,5-mm-Stereoklinkenbuchse zum Anschluss an den Transceiver eingebaut. Das Innere der Taste wird, wie schon bei der **BaMaKey TP-II**, durch eine transparente Acrylglasabdeckung geschützt. Optional kann dort auch ein Rufzeichen eingraviert werden.

In die Unterseite der Taste sind vier starke Magnete eingelassen. Sie können zur Befestigung der Taste an dafür geeigneten Transceivern oder anderen Untergründen dienen. Dieser Bereich ist zusätzlich mit einer aufgeklebten Folie zum Schutz des eloxierten Gehäuses ausgestattet. Die Taste wird in einer Schiebeschachtel mit Schaumstoffeinlage geliefert. Dies erleichtert das spätere Verstauen und den Schutz der Taste im Gepäck.

Zur Sonderedition führt der Hersteller eine Interessentenliste. Wer sich darin eintragen lässt, wird nach Fertigstellung der Serie unverbindlich angeschrieben.

BaMaTech Feinmechanik, Inh. Markus Baseler, DL6YYM, Veilchenweg 18, 04849 Bad Dübener; www.bamatech.net, info@bamatech.de

Difona Communication GmbH

Mit dem Tod von Alfred Krämer, DJ3YM, dem Gründer und der Seele des Unternehmens, endet eine Ära – **Difona Communication** zieht sich aus dem Amateurfunkgeschäft zurück. Die Mitarbeiter bedanken sich für die jahrelange Treue der Kunden. Garantiereparaturen und andere Servicefälle werden nach vorheriger Absprache via E-Mail weiterhin erledigt.

Difona Communication GmbH, Ottostr. 24, 63150 Heusenstamm, Tel. (061 04) 689 62 10, difona@difona.de; www.difona.de

Die limitiert hergestellte Sonderedition der **BaMaKey TP-III** wird auf Wunsch mit zusätzlich graviertem Rufzeichen geliefert.

BaMaKey TP-III

Morsetaste

- limitierte Auflage
- Bauform: Twin-Paddle
- Präzisionskugellager, Magnete statt Federn
- Hub und Vorspannung separat und feinfühlig einstellbar
- Anschluss: 3,5-mm-Stereoklinkenbuchse
- Befestigung: z. B. über Magnete auf der Unterseite
- Abmessungen: Grundplatte 35 mm × 50 mm, mit Hebel 35 mm × 70 mm
- Höhe: 20 mm
- Masse: 70 g
- Verfügbarkeit: ab Ende Oktober 2025
- Preis: 170 €

FTX-1 Field FTX-1 Optima

SDR-Transceiver

- Amateurfunkbänder: 160 m, 80 m, 40 m, 30 m, 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 10 m, 6 m, 2 m, 70 cm; RX 30 kHz ... 174 MHz, 400 ... 470 MHz
- Sendarten: SSB, CW, AM, FM, C4FM Fusion, Digimodes
- Sendeleistung: FTX-1 Field 6 W mit Akkumulator 10 W bei 13,8-V-Versorgung; FTX-1 Optima 100 W auf KW und 6 m 50 W auf 2 m und 70 cm
- Stromaufnahme: RX ≤ 0,9 A FTX-1 Field 2,5 A @ 6 W 3 A @ 10 W FTX-1 Optima 21 A @ 100 W
- Abmessungen (B × H × T): FTX-1 Field 213 mm × 89 mm × 55 mm FTX-1 Optima 213 mm × 89 mm × 240 mm
- Masse: FTX-1 Field 1,25 kg FTX-1 Optima 3,9 kg
- Preise: FTX-1 Field 1799 € FTX-1 Optima 2249 € SPA-1 649 €





Stativ mit vier aufgesetzten Segmenten ...

... und Detail des Klappmechanismus

Leichter Steckmast mit Stativ

Portabelaktivitäten werden immer beliebter. Ein Grund ist, dass Funkamateure oft ihrem Hobby von zu Hause aus nur mit Einschränkungen nachgehen können. In diesen Fällen sind ein exponierter Standort in freier Natur und entsprechendes Equipment die Lösung.

ANjo-Antennen hat neben leistungsfähigen Antennen auch einen stabilen und dennoch leicht zu transportierenden Aluminiumsteckmast mit passendem Stativ im Portfolio. Zerlegt auf eine Länge von 0,76 m passt der **ASTM-VAR** mit einer Masse von nur 2,6 kg auch noch in den Kofferraum eines Kleinwagens. Aufgebaut hat der Mast eine Höhe von 2,7 m, die aber mit zusätzlichen, 0,6 m langen Segmenten weiter aufgestockt werden kann. Die im Lieferumfang enthaltenen Erdnägel sichern das System. Je nach Antenne und Windverhältnissen kann eine zusätzliche Abspannung zwingend erforderlich sein. Ein geeignetes Abspannset ist unter der Artikelbezeichnung **ASTM-ASP** erhältlich.



ASTM-VAR

Steckmast und Stativ

- Höhe: 2,7 m (Basisversion)
- Segmentanzahl: 4, erweiterbar
- Segmentdurchmesser: 36 mm
- Segmentlänge: 0,6 m
- Transportlänge: 0,76 m
- Material: Aluminium
- Masse: 2,6 kg
- Erweiterungssegment 0,3 kg
- Preise: Mast mit Stativ 137 €
- Erweiterungssegment 21 €

Der Mast samt Stativ mit Klappmechanismus ist schnell aufgestellt und kann als stabiler Antennenträger auch für größere Richtantennen dienen.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de

WiMo mit neuem Eigentümer

Ein bedeutender Schritt für die WiMo Antennen und Elektronik GmbH: Der langjährige Geschäftsführer Markus Viertel übernimmt das Unternehmen vom Gründer und bisherigen Eigentümer Volkmar Junge, DF2SS, der sich in den wohlverdienten Ruhestand verabschieden wird. Die Übernahme markiert einen konsequenten und sorgfältig vorbereiteten Generationswechsel in der Unternehmensführung. Volkmar Junge wird dem Unternehmen noch für eine Übergangszeit als Berater zur Seite stehen und damit einen reibungslosen Übergang gewährleisten.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com



Vielseitiger Empfangskonverter für QO-100

Kuhne electronic präsentiert mit dem **MKU LNC 10 QO-100** einen hochwertigen, rauscharmen Konverter, der speziell für den Empfang des Amateurfunktransponders QO-100 im geostationären Satelliten Es'hail-2 entwickelt wurde.

Dieses robuste Gerät verbindet gute technische Eigenschaften mit einer praktischen Handhabung. So lässt sich die Frequenz des Lokaloszillators (LO) durch Änderung der Betriebsspannung anpassen. Möglich sind 10056 MHz z. B. für SSB-Anwendungen mit einer ZF von 432 MHz bis 434 MHz bei $U_B = 12$ V bis 17 V oder 9240 MHz für DATV-Anwendungen mit einer ZF von 1250 MHz bis 1260 MHz bei $U_B = 18$ V bis 23 V. Die beiden anderen Spannungs- und ZF-Bereiche sowie LO-Frequenzen sind nebenstehend angegeben.

Die robuste, kompakte Bauweise in einem wasserdichten Aluminiumgehäuse mit den Abmessungen von 82 mm × 22 mm × 64 mm und einer Masse von nur 230 g ermöglicht die einfache Montage direkt am Mast mittels Mastschelle.

Aufgrund eines integrierten TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillator) ist die Frequenzstabilität hoch, was besonders bei wechselnden Temperaturen relevant ist.

Zur weiteren Steigerung der Frequenzgenauigkeit lässt sich der Konverter über die ZF-Buchse auch mit einem externen 10-MHz-Referenzsignal (2 mW bis 10 mW) versorgen.

Die Höhe der zu wählenden Versorgungsspannung hängt von der Betriebsart ab und liegt zwischen 9 V und 36 V. Das Gerät verfügt über Schutzmechanismen gegen statische Entladung sowie Verpolung und arbeitet in einem Temperaturbereich von -20 °C bis 55 °C. Der Konverter kann mit dem von **DJ7GP** entwickelten Duoband-Feed eingesetzt werden, das bei **BaMaTech** (www.bamatech.net, Artikelnummer 206914) erhältlich ist.

Der MKU LNC 10 QO-100 ist für 309,24 € erhältlich. Die Lieferzeit wird auf Anfrage mitgeteilt.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg, Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>

Der für den Funkbetrieb über QO-100 konzipierte Empfangskonverter **MKU LNC 10 QO-100** besitzt ein gefrästes, wetterfest verklebtes Aluminiumgehäuse.

MKU LNC 10 QO-100

Konverter

- HF: 10350 ... 10500 MHz, $P \leq 1$ mW (0 dBm)
- ZF: 432 ... 434 MHz oder 1250 ... 1260 MHz
- LO: 9936 MHz bei 9 ... 11 V Steuerspannung, 10 056 MHz bei 12 ... 17 V Steuerspannung, 9240 MHz bei 18 ... 23 V Steuerspannung, 10016 MHz bei 24 ... 36 V Steuerspannung
- LO-Genauigkeit: $\pm 1,5$ ppm
- LO-Frequenzstabilität: $\pm 0,5$ ppm
- Verstärkung: 55 dB
- Rauschmaß: 1,7 dB
- Phasenrauschen bei 10 056 MHz: -86 dBc/Hz, 1 kHz Abstand, -99 dBc/Hz, 10 kHz Abstand, -99 dBc/Hz, 100 kHz Abstand
- Schaltausgang: ≤ 36 V, ≤ 500 mA
- Versorgungsspannung: 9 ... 36 V
- Stromaufnahme: 120 mA bei 12 V
- Leistungsaufnahme: 2 W
- Eingang: SMA-Buchse, 50 Ω
- Ausgang: N-Buchse, 50 Ω
- Gehäuse: Aluminium, gefräst, wasserfest verklebt
- zulässige Gehäusetemperatur: -20 ... 55 °C
- Abmessungen (B × H × T): 82 mm × 22 mm × 64 mm
- Masse: 230 g
- Lieferzeit: auf Anfrage
- Preis: 309,24 €

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Ein Balun ist im Lieferumfang sowohl der **TDLM** als auch der **TDLC** enthalten. Für den Betrieb beider Antennen auf den Amateurfunkbändern von 3,5 MHz bis 7 MHz ist ein Antennentuner oder -koppler erforderlich.



TDLM, TDLC

Antennen

- Amateurfunkbänder: 80 m, 60 m, 40 m, 30 m, 20 m, 17 m, 15 m, 12 m, 10 m, 6 m; 11 m inklusive
- Antennenfuß: Hybrid-Micro-Basis bei TDLM, Hybrid-Mini-Basis bei TDLC
- Belastbarkeit: TDLM 100 W SSB, 50 W CW; TDLC 500 W SSB, 250 W CW
- Anschluss: SO239-Buchse
- Preise*: TDLC 559,80 €
TDLM 497,70 €
* inklusive 15 m Koaxialkabel

Flexibel einsetzbare Delta-Loop-Antenne

Mit den bei **WiMo** erhältlichen Antennen **TDLM** und **TDLC** (**Tactical Delta Loop**) von **Chameleon Antenna** ist zwar der Sendebetrieb auf allen Amateurfunkbändern von 3,5 MHz bis 54 MHz möglich, aber effektiv erst ab 10,1 MHz. Unterhalb dieser Frequenz ist eine akzeptable NVIS-Ausbreitung (*Near-Vertical Incidence Skywave*) über kürzere Distanzen zu erwarten.

Die TDLM mit Hybrid-Micro-Basis gestattet 100 W Sendeleistung in SSB und 50 W für CW. Sollte dies nicht ausreichen, steht auch die für 500 W SSB bzw. 250 W CW ausgelegte TDLC mit Hybrid-Mini-Basis zur Auswahl. Die Antennen sind als horizontal polarisierte, invertierte Delta-Loops oder als bodenmontierte Vertikalantenne nutzbar, wobei der Loop-Draht bei Letzterer als Gegengewicht dient. Vorteile der Delta-Loop-Konfiguration gegenüber der Vertikalantenne sind ein höherer Wirkungsgrad, geringeres Rauschen und eine gewisse Breitseiten-Richtwirkung. **WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (07276) 9668-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com**

AVM heißt jetzt Fritz!

Der 1986 gegründete Berliner Kommunikationsspezialist **AVM** hat seinen Namen geändert und firmiert ab sofort als **Fritz! GmbH**. Damit trägt das Unternehmen denselben Namen wie seine bekannte Produktlinie. Die Umfirmierung soll den Wiedererkennungswert erhöhen, denn AVM war in der breiten Öffentlichkeit deutlich weniger bekannt als die seit Jahren erfolgreichen Produkte, zu denen **Fritz!Box**, **Fritz!Repeater** und **Fritz! Fon** zählen. Dieser Schritt soll an den bestehenden Geschäftsbeziehungen nichts ändern, sodass für Geschäftspartner, Kunden und Lieferanten die Ansprechpartner und Abläufe unverändert bleiben. **Fritz! GmbH, Alt-Moabit 95, 10559 Berlin, Tel. (030) 39976-0; E-Mail: info@avm.de, https://fritz.com**



Drahtlose Kommunikation für sportliche Einsätze

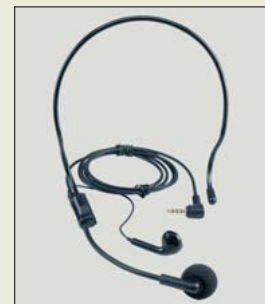
Mit dem **Multicom 2** stellt **Albrecht** eine moderne Kommunikationslösung vor, die speziell für anspruchsvolle Einsätze im Sportbereich entwickelt wurde. Die neueste Generation des Systems erlaubt drahtlose Voll-duplex-Kommunikation für bis zu fünf aktive Teilnehmer. Zusätzlich können bis zu 94 weitere Personen als Zuhörer eingebunden werden. Damit dürfte das Funksystem für eine Vielzahl von Situationen geeignet sein, in denen eine unkomplizierte, latenzfreie Kommunikation gefragt ist.

Die Besonderheit des Systems liegt in seiner Benutzerfreundlichkeit. Die Geräte sind nach dem Einschalten und Anstecken des Headsets sofort einsatzbereit. Es ist kein Drücken von Tasten notwendig und die Einrichtung von Gruppen erfolgt intuitiv. Die integrierte Signalverarbeitung zur Unterdrückung von Rauschen und Umgebungsgläuschen ermöglicht zusammen mit der einstellbaren Mikrofonempfindlichkeit eine problemlose Verständigung, selbst in lauter Umgebung. Die Reichweite ist mit 300 m angegeben.

Die Betriebsdauer des Hauptgeräts (**Main Transmitter**) beträgt 12 h. Die vier als **Vice Transmitter** bezeichneten Transceiver müssen erst nach 40 h wieder aufgeladen werden, reine Empfänger sogar erst nach 60 h. Das Aufladen kann über einen USB-C-Anschluss erfolgen, wobei in den Sets je ein Mehrfachladegerät enthalten ist, aber auch andere USB-C-Ladegeräte nutzbar sind.

Mit einem kompakten Format von nur 112 mm × 56 mm × 34 mm und einer Masse von lediglich 104 Gramm lässt sich das Gerät komfortabel tragen. Das Multicom 2 ist in verschiedenen Zusammenstellungen inklusive Headsets, Ladegerät, Umhängebänder, Gürtelclips und Transporttasche erhältlich. Das zum UVP von 379 € verfügbare 2er-Set bietet sich als kostengünstige und professionelle Lösung z.B. für Sportvereine an. **Alan Electronics GmbH, Daimlerstr. 1g, 63303 Dreieich, Tel. (06103) 9481-0, Fax -60; www.albrecht-midland.de, E-Mail: info@albrecht-midland.de**

Zum Funksystem des **Multicom 2** gehören ein als **Main Transmitter** bezeichnetes Hauptgerät und bis zu vier **Vice Transmitter**, die ebenfalls am Funkverkehr aktiv teilnehmen können.



Passende, leichte Headsets ...



... und ein Mehrfachladegerät sind im Lieferumfang der Gerätesets enthalten.

Multicom 2

ISM-Funkgeräte

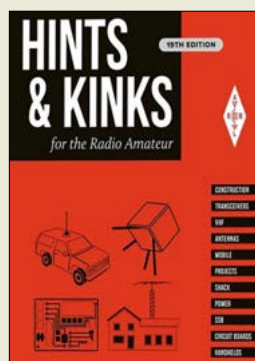
- Frequenz: ISM-Band, 2403 ... 2480 MHz
- Sendeleistung: ≤ 20 dBm
- Reichweite: ≤ 300 m
- Akkumulator: Lithium-Ionen, 3,7 V, 1800 mAh, 6,66 Wh
- Ladeanschluss: USB-C, 5 V, PD-kompatibel
- Betriebsdauer: ≤ 12 h
- Abmessungen (B × H × T): 112 mm × 56 mm × 34 mm
- Masse: 104 g
- UVP: 2er-Set 379 €
- 3er-Set 549 €
- 4er-Set 699 €



**Ibrahim, D.; Ibrahim, A.:
Schnelleinstieg in die
Elektronik**

Besonders diejenigen, die erste Schritte auf dem Gebiet der elektronischen Schaltungen unternehmen wollen, fragen sich, an welcher Stelle dieses sehr vielfältigen Bereichs sie beginnen sollen. Einen möglichen Weg zeigen die Autoren dieses Buches auf. Es vermittelt Elektronikkenntnisse praxisnah. Dadurch sollte der Leser recht schnell zu ersten Erfolgen kommen, die zur weiteren Beschäftigung mit diesem Thema anregen. Nur für einige Projekte sind grundlegende Algebra-Kenntnisse von Vorteil. Zu einigen verwendeten Bauelementen wird Grundwissen vermittelt. Ansonsten sind keine Elektronik-Vorkenntnisse erforderlich, um z.B. elektronische Summer, Sinus-Oszillatoren, Multivibratoren, Timer, Durchgangsprüfer und Metronome aufzubauen. Auch Operationsverstärker sind Gegenstand des Buches. So werden einfache Schaltungen (u.a. Summierer, Integrator, Differenzierer) erläutert, bevor man die erworbenen Kenntnisse an einem Komparator anwenden kann. Grundlagen der Digitaltechnik werden ebenso vermittelt, wenn auch ohne eigenes Projekt. Weiterführende, dem zur Verfügung stehenden Platz geschuldet, nur angerissene Themen zu Bausätzen, Mikrocontrollerboards und Messtechnik runden dieses Werk ab. **-red**

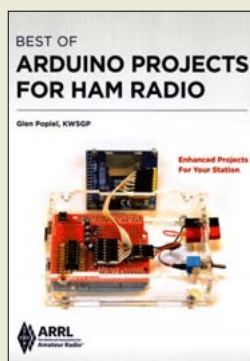
**Elektor Verlag
Aachen 2025
294 Seiten, 44,80 €
FA-Leserservice E-6664**



**Ford, S., WB8IMY
(Hrsg.):
Hints & Kinks for the
Radio Amateur**

Dieses mittlerweile in der 19. Auflage vorliegende Buch enthält mehr als 250 weitere Hinweise und Kniffe für Funkamateure. Der Herausgeber hat die besten Projekte und Problemlösungen der Leser zusammengetragen, die in den Jahren 2012 bis 2016 unter der Rubrik *Hints & Kinks* in der ARRL-Mitgliederzeitschrift *QST* veröffentlicht wurden. Darunter befinden sich das aus einer Rettungsplane gebaute Gegengewicht für VHF/UHF-Antennen, ein Radialring aus einem Spülbeckensieb, Schnellkupplungen für Zweidrahtleitungen, ein Wetterschutz für Koaxialkabel, Tragetasche für Mobilantennen und mehr als 80 weitere Antennenprojekte. Doch auch fürs Shack wird einiges geboten. So sind diesmal ein Gestell für die Funkausrüstung, eine per Atem aktivierte Taste, Haushaltsmittel gegen Korrosion, Stromausfallmelder und über 50 weitere Ideen enthalten. Und auch Tipps, wie sich das Bastlerleben vereinfachen lässt, gehören dazu. So gibt es neben Antioxidationsmitteln für den LötKolben, Anwendungsmöglichkeiten für den Haartrockner im Shack, einer helfenden Hand für das Bohrfutter auch ein preiswertes SMD-Mikroskop, sowie über 40 weitere Problemlöser. **-red**

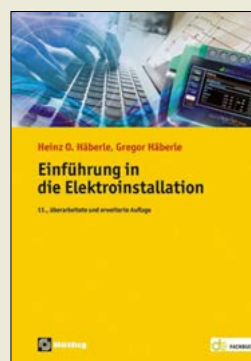
**ARRL
19. Auflage
Newington 2024
144 Seiten, englisch, 24 €
FA-Leserservice A-1977**



**Popiel, G., KW5GP:
Best of Arduino Projects
for Ham Radio**

In den Selbstbauprojekten von Hobbyelektronikern und Funkamateuren hat sich die Mikrocontroller-Plattform Arduino längst einen festen Platz erobert. Deshalb fehlt es auch nicht an Veröffentlichungen mit entsprechenden Anwendungen und interessanten Schaltungsvorschlägen. Von Glen Popiel, KW5GP, stammen bereits drei Bücher zu diesem Thema. In der vorliegenden Publikation greift er die beliebtesten 17 Projekte daraus auf und beschreibt diesbezügliche Aktualisierungen und weitergehende, verbesserte Lösungsansätze. Diese betreffen z.B. einen CW-Decoder, ein „sprechendes“ SWV-Meter, einige Lösungen für Rotorsteuergeräte, ein CAT-Display für Yaesu-Funkgeräte sowie einen QRP-Transceiver für das 40-m-Band. In den ersten Kapiteln stellt der Autor neue, interessante Baugruppen vor, die sich gut in Arduino-Projekten einsetzen lassen. Einsteiger erhalten eine kurze Einführung in die Entwicklungsumgebung und die Arduino-Hardware. Es folgen detaillierte Anleitungen zum Selbstbau der genannten Projekte, für den Test und die Fehlersuche. Leser, die diese Projekte bereits früher realisiert haben, finden im Buch Vorschläge zur Verbesserung und Ideen für mögliche Weiterentwicklungen. **-jsp**

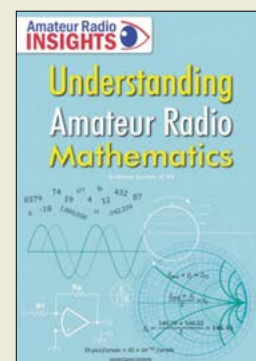
**ARRL
Newington 2024
416 Seiten, engl., 42,00 €
FA-Leserservice A-1944**



**Häberle, H. O.,
Häberle, G.:
Einführung in die
Elektroinstallation**

Der Praktiker benötigt eine Wissensvermittlung ohne Theorieüberhang, die vorliegend durch abschließende Kontrollfragen am Ende eines jeden Kapitels gefestigt wird. Die grundlegende Charakterisierung von Leitern und Kabeln, gängige Schaltungsarten der Elektroinstallation, Hinweise zum Verlegen von Leitungen sind genauso zu finden, wie die Beleuchtungsplanung. Das Kapitel Gebäudesystemtechnik gibt Hinweise zur Integration zeitgemäßer Steuerungstechnik für Gebäude, die sowohl die Sicherheit als auch den Komfort erhöht. Neben Maßnahmen zur Prüfung der Elektroinstallation wird auch die Fehlersuche in elektrischen Anlagen besprochen. Analoge und digitale Telekommunikationssysteme werden ebenso einbezogen, wie der Aufbau von Netzstrukturen mit Lichtwellenleitungen. Spezielle Kapitel zeigen die zu beachtenden fachlichen und normativen Anforderungen an eine Energieversorgung mit PV-Anlagen und an Ladestationen für Elektrofahrzeuge auf. Es handelt sich sowohl um ein Lehrbuch als auch um ein Nachschlagewerk, das ein umfangreiches Wissen zur Elektrotechnik anhand von Schaubildern, Tabellen und Graustufen-Fotografien vermittelt. **-dbl**

**Hüthig
Heidelberg 2023
11., überarb. u. erw. Aufl.
508 Seiten, 39,80 €
ISBN 978-3-8101-0561-5**



**Burnette, M., AF7KB:
Understanding Amateur
Radio Mathematics**

Gute Kenntnisse der Mathematik können für das Technikverständnis hilfreich sein. Dies gilt ebenso für den Amateurfunk. Nicht umsonst müssen in der Prüfung zum Amateurfunkzeugnis Gleichungen gelöst und physikalische Größen berechnet werden. Obwohl es hier nur um die Grundrechenarten geht, fällt es manchem schwer, sich damit anzufreunden. Michael Burnette, AF7KB, hat es sich mit seinem Buch zur Aufgabe gemacht, dem Leser die Scheu vor Formeln und Zahlen zu nehmen. In 24 Kapiteln führt er durch die wichtigsten Themen, auf die Funkamateure in der Praxis immer wieder stoßen, wenn es um Berechnungen geht. Dazu gehören beispielsweise Wellenlänge und Frequenz, Serien- und Parallelschaltungen, Effektiv- und Spitzenwert von Spannungen, Impedanz, Bandbreite, Phasenwinkel und vieles mehr. Der Leser erfährt nicht nur, wie sich die entsprechenden Größen berechnen lassen, sondern erhält gleichzeitig sehr anschauliche Erläuterungen zum jeweiligen Sachverhalt, ohne dabei mit allzuviel Fachbegriffen konfrontiert zu werden. Deshalb ist dieses Buch nicht nur eine gute Lernhilfe für die Prüfung, sondern auch ein wertvolles und handliches Nachschlagewerk. **-jsp**

**RSGB
Bedford 2024
192 Seiten, engl., 18,00 €
FA-Leserservice R-5683**

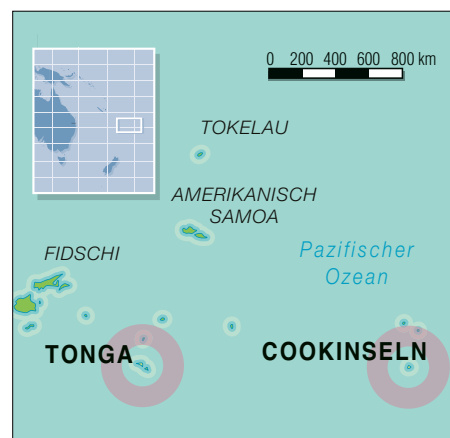
Cookinseln, E51SGC, und Tonga, A35GC: DXpedition im Doppelpack

STAN VATEV – LZ1GC

Von Europa aus bedeuten DXpeditionen in den Pazifik eine weite und beschwerliche Anreise. Daher bietet es sich an, mehrere Ziele während einer Rundreise zu verbinden. Dies setzten Stan Vatev, LZ1GC, und Ted Kolev, LZ5QZ, im vergangenen November bei einer 40-tägigen Pazifiktour um und aktivierten nacheinander die Cookinseln und das Königreich Tonga. Über 78 000 Funkverbindungen mit Stationen aus 157 DXCC-Gebieten sind das Ergebnis, wie uns Stan, LZ1GC, berichtet.

Rarotonga war bei dieser DXpedition das Ziel unserer Hauptaktivität. Sie ist die größte in der südlichen Gruppe der Cookinseln, Präfix E51, und liegt im Südpazifik, etwa 3400 km nordöstlich von Neu-

Tonga liegt südlich von Samoa, östlich von Fidschi und westlich von den Cookinseln. Dies ist die einzige Inselnation im Pazifik mit einer Monarchie als Herrschaftsform. Tonga besteht aus drei Insel-



Dem E51SGC-Team mit Autor und Organisator Stan, LZ1GC (l.), und Funkfreund Ted, LZ5QZ, gelangen respektable 48 154 Funkverbindungen von der Insel Rarotonga.

Fotos:
Team E51SGC

seeland. Rarotonga ist vulkanischen Ursprungs, von einem Korallenriff umgeben und von einer Bergkette durchzogen. Auf der Insel leben rund 10 000 Menschen, die meisten davon protestantische Christen. Avarua, die Hauptstadt der Cookinseln, liegt auf Rarotonga. Dort befindet sich auch der Flughafen, auf dem internationale Flüge ankommen und starten, hauptsächlich aus Neuseeland und Fidschi. Avarua ist zudem der Verwaltungssitz des Landes.

Die Cookinseln verwalten sich selbst, haben sich jedoch politisch Neuseeland angeschlossen. Die Einheimischen besitzen daher zusätzlich die neuseeländische Staatsbürgerschaft und viele arbeiten in Neuseeland. Die Wirtschaft der Cookinseln und insbesondere die von Rarotonga basiert auf dem Export von Zitrusfrüchten, Ananas, Bananen, Kokosnüssen sowie Mangos. Aktuell entwickelt sich etwas Industrie. Die Haupteinkommensquelle der Inseln ist jedoch ein gut entwickelter Tourismus.

Das zweite Ziel dieser Doppel-DXpedition war das Königreich Tonga, Präfix A3, ein Archipel im südwestlichen Pazifik.

gruppen: der Hauptinsel Tongatapu mit 73 weiteren Inseln, der Ha'apai-Gruppe mit 62 Inseln und der Vava'u-Gruppe mit 34 Inseln. Das Königreich hat rund



Stan, LZ1GC, und Ted, LZ5QZ, mit Gepäck auf dem Flughafen in Sofia

120 000 Einwohner, wobei etwa 70 000 auf der Hauptinsel Tongatapu siedeln, hauptsächlich in der Region der Hauptstadt Nuku'alofa.

Die Bevölkerung besteht zu 98 % aus Tongaern, zu etwa 1 % aus Polynesiern

und zu 0,5 % aus Europäern. Die Einwohner sind hauptsächlich protestantische Christen (86 %) und Katholiken (14 %). Tonga ist ein armes, landwirtschaftlich geprägtes Land. Die Menschen beziehen ihr Einkommen hauptsächlich aus dem Export von Zitrusfrüchten und weiteren landwirtschaftlichen Produkten. Eine entwickelte Industrie existiert nicht. Das Land verfügt über eine nur spärlich entwickelte Infrastruktur und es gibt kaum Tourismus.

Planung und Organisation

Für die Vorbereitung dieser Doppel-DXpedition benötigte ich vier Monate. Während dieser Zeit war ich nahezu täglich mit logistischen Aspekten der Reise beschäftigt und sammelte Informationen über beide DXCC-Gebiete. Wir mussten die E51-Amateurfunkgenehmigung erhalten, geeignete Unterkünfte finden, Funkausrüstung und Antennen zusammenstellen sowie testen, Flugtickets für die Reise erwerben, mit Sponsoren in Verbindung treten und vieles andere mehr. Die erste Aufgabe war die Ausarbeitung der Reiseroute, um beide Ziele realisieren zu können. Dank meiner langjährigen Erfahrung bei der Organisation von DXpeditionen war dies zum Glück recht schnell geschafft.

Ted, LZ5QZ, und ich entschieden, zunächst nach Sydney in Australien zu flie-



LZ1GC mit seinen langjährigen Freunden in Sydney

gen und von dort weiter nach Rarotonga. Nach Ende dieser Aktivität unter dem Rufzeichen E51SGC wollten wir weiter nach Tongatapu auf Tonga reisen und von dort unter A35GC funken. Die Auswahl von Sydney als erstes Reiseziel war nicht zufällig. Dort konnten wir wieder auf die tatkräftige logistische Unterstützung seitens meiner hilfsbereiten „Familie“ Olga, LZ1QG, und Nick, LZ1QP, bauen. Beide leben seit über 30 Jahren in Australien.

Bei der Beantragung der Amateurfunkgenehmigung für die Cookinseln und der Suche nach einer Unterkunft auf Rarotonga erhielt ich hilfreiche Unterstützung von Janusz, SP9FIH. Dank der von ihm erhaltenen Informationen nahm ich Kontakt



In der Inselhauptstadt Avarua herrschte ständig reges Treiben.

zu Herrn Katoa Banaba auf, der dort für die Ausstellung der Amateurfunkgenehmigungen zuständig ist. Nachdem wir alle erforderlichen Dokumente übersandt hatten, wurde die beantragte Genehmigung ausgestellt und lag zur persönlichen Abholung bereit. Zudem konnten wir ein direkt am Strand gelegenes Gästehaus buchen. In Bezug auf die A3-Genehmigung und die Unterkunft auf Tonga gab es ebenfalls keine Probleme, denn dies war nach meiner DXpedition A35GC im November 2022 mit Ivan, LZ1PM, bereits meine zweite Funkaktivität von dort (s. FA 5/2023, S. 350 ff.). Da diese Amateurfunkgenehmigung noch bis 2027 gültig ist, musste ich keine neue beantragen. Als Unterkunft buchten wir wieder die bereits von 2022 bekannte.

Funkausrüstung

Eine Herausforderung war der Kauf der Flugtickets. Die Cookinseln und Tonga liegen mehr als 17 000 km von meiner Heimat Bulgarien entfernt, wodurch Flugreisen dorthin sehr teuer sind. Hinzu kam, dass wir für die Unterkünfte Vorauszahlungen leisten mussten. Dies zwang uns dazu, die Tickets für die einzelnen Teilstrecken der Reise nacheinander zu erwerben. Der schwierigste Teil der Vorbereitungen war das Packen der Ausrüstung. Diese war

Teil der E51SGC-Antennenfarm: vorn unsere Multi-band-Groundplane und dahinter die Inverted-V für 60 m



sehr umfangreich und bestand aus zwei Transceivern vom Typ Yaesu FTDX10 und einem Kenwood TS-480SAT, ergänzt durch zwei Endstufen Acom 1200S und Acom 700S. Hinzu kamen fünf Netzteile und weiteres Zubehör für die Funkgeräte, nicht zu vergessen die Antennen. So sehr ich mich auch bemühte, es war nie ausreichend Platz für alle benötigten Gegenstände. Hinzu kam, dass wir die Vorgaben der Fluggesellschaften bezüglich der Masse für das Handgepäck und das Aufgabepäck einhalten mussten. Allein meine Laptoptasche wog 13,5 kg und die Gesamtmasse der mitreisenden Ausrüstung lag bei 120 kg. Bei unseren Freunden Olga und Nick in Australien warteten zudem noch Masten und 160 m Koaxialkabel auf eine Mitnahme.

Anreise und Ankunft

Am 30.10.2024 begann unser Südseeabenteuer mit dem Flug von Sofia nach London. Victor, LZ1NY, hatte uns zum Flughafen gebracht und mit seinen besten Wünschen für den Erfolg der anstehenden Doppel-DXpedition verabschiedet. Nach einem dreistündigen Flug landeten wir in London-Heathrow. Von dort ging es, mit einem Zwischenstopp zum Auftanken des Flugzeugs in Singapur, mit *British Airways* weiter nach Sydney in Australien. Dort landeten wir am frühen Morgen des 1.11. Die Anreise war wirklich lang und insgesamt hatten wir mehr als 26 h in der Luft verbracht. In Sydney verweilten wir fünf Tage im Haus von Olga und Nick. Diesen Aufenthalt nutzten wir nicht nur, um uns von der anstrengenden Anreise zu erholen, sondern auch dazu, das Gepäck umzuorganisieren. Dies war aufgrund der unterschiedlichen Massevorgaben von *British Airways* und *Air New Zealand* erforderlich. Der letzte Reiseabschnitt nach Rarotonga begann am 6.11. Nach zwei weiteren Flügen mit *Air New Zealand*, zunächst von Sydney nach Auckland in Neusee-

land und anschließend weiter nach Rarotonga, landeten wir dort am 6.11.; in Europa war bereits der 7.11. Am Ziel wurden wir von Jim, E51JD, einem der wenigen Funkamateure der Insel, freundlich begrüßt. Ich hatte E51JD während der Vorbereitung unserer Reise per E-Mail kontaktiert. Jim, der sich mit 87 Jahren guter Gesundheit erfreut, war früher Finanzminister der Cookinseln. Unser Plan sah vor, nach der Ankunft zunächst im Büro von Herrn Katoa Banaba die Amateurfunkgenehmigung für E51SGC abzuholen und anschließend zur Unterkunft zu fahren. E51JD erklärte dem Taxifahrer den Weg und eine Viertelstunde später sprachen wir mit Herrn Banaba vor dessen Büro. Nach der Übergabe der Genehmigungsdokumente fuhren wir mit dem Taxi weiter zu unserem Gästehaus, das rund 4 km von der Inselhauptstadt Avarua entfernt lag. Unmittelbar nach der Ankunft dort begannen wir mit dem Auspacken und dem Aufstellen der ersten beiden Antennen, einem Vertikalstrahler für 20 m und einer *DX Commander* für 10 m bis 40 m. Dann richteten wir



Der vielen DXern bekannte „Papa“ Jim, E51JD, besuchte uns regelmäßig.



**Südsee-Veteran
LZ1GC beim
CW-Funkbetrieb
als E51SGC am
Kenwood TS-480SAT**

zwei Funkarbeitsplätze ein mit jeweils einem FTDX10 und einer Acom-Endstufe.

Inzwischen war es gegen 19.30 Uhr Lokalzeit und bereits dunkel. Da wir von der Reise, den Antennenarbeiten und dem Aufbau der Stationen recht ermüdet waren, beschlossen wir, dass zunächst Ted, LZ5QZ, sich ausruhen und einige Stunden schlafen sollte. Ich würde mit dem Funkbetrieb beginnen.

■ Aktiv unter E51SGC

Mein erster Funkkontakt unter dem Rufzeichen E51SGC lief am 7.11. um 0745



**Traditionelle
Statue in Avarua
auf Rarotonga**

UTC mit Pete, ZL4TE, in Telegrafie auf 14010 kHz. Sofort entwickelte sich ein starkes Pile-up. Obwohl ich sehr müde war und mir hin und wieder die Augen zufielen, kam mir während des Funkbe-

triebs nie der Gedanke, schlafen zu gehen. Die Rate lag bei drei bis vier Verbindungen pro Minute. Sie hätte höher sein können, aber die Erschöpfung forderte ihren Tribut. Nach fünf Stunden Betrieb auf 20 m und etwa 800 Kontakten im Log beschloss ich, Ted zu wecken. Dieser sollte mich ablösen und in SSB weiterfunken. Ich benötigte unbedingt zwei, drei Stunden Schlaf.

Gegen 6 Uhr morgens, es dämmerte bereits, aktivierten wir E51SGC zudem in FT8. Ted und ich begannen nun mit dem Aufbau der Hauptantenne, einer Multiband-Groundplane für 10 m bis 40 m einschließlich der WARC-Bänder. Nach dem Aufstellen des Strahlers zogen wir zwei kombinierte Inverted-V-Antennen für 60 m und 80 m hoch. Diese wurden von einem gemeinsamen Koaxialkabel gespeist und an der Spitze eines 12 m hohen Fiberglasmasts von *Spiderbeam* befestigt. Nach dem Aufbau dieser Strahler funkten wir auf 17 m in Telegrafie mit einer Rate von bis zu fünf Verbindungen pro Minute.

Die gebuchte Unterkunft war zwar für unsere Zwecke grundsätzlich gut geeignet und lag unmittelbar am Pazifik. Doch leider standen zum Aufbau unserer Antennen nicht mehr als rund 500 m² Platz zur Verfügung. Um mit zwei oder drei Stationen gleichzeitig aktiv zu sein, benötigten wir mehr Antennen und mehr

Platz, um diese aufstellen zu können. Zum Glück konnten wir dieses Problem teilweise lösen. Es wurde uns nämlich erlaubt, einen Teil des Nachbargrundstücks, etwa 300 m², für unsere Zwecke zu nutzen. Dort installierten wir für die unteren Bänder 80 m und 160 m eine Vertikalantenne mit einer Dachkapazität an einem 18 m hohen Spiderbeam-Mast. Dennoch konnten wir aufgrund des begrenzten Platzes und der räumlichen Nähe unserer Antennen nicht immer mit zwei Stationen gleichzeitig in Telegrafie und SSB funken.

■ Erfolgreich auf Rarotonga

Vom 7.11. bis zum 24.11. war E51SGC ununterbrochen auf Amateurfunkbändern von 6 m bis 160 m in den Sendarten Morsetelegrafie, SSB, FT4, FT8 sowie RTTY aktiv. Ein Fokus lag auf 60 m, 80 m und 160 m, wobei das Gesamtergebnis meiner Meinung nach recht gut ausfiel. Mit zwei Funkamateuren erreichten wir während der 17-tägigen Aktivität von Rarotonga 48 154 Funkkontakte mit 157 Ländern. Dazu muss man wissen, dass die Ausbreitungsbedingungen nicht die besten waren und es eine längere Periode mit starker Aurora gab. Während dieser Tage waren die Ausbreitungsbedingungen nicht vorhersagbar und die Bänder verhielten sich zeitweise sehr seltsam.

Auf Rarotonga beeindruckte uns die ausgeprägte Freundlichkeit der Einheimischen. Obwohl wir unsere Zeit während des Aufenthalts hauptsächlich dem Funkbetrieb widmeten, war es doch für einige Stunden möglich, uns etwas auf der Insel umzusehen. Wir besuchten den örtlichen Hafen und viele andere sehenswerte Orte der Inselhauptstadt Avarua. Zu Beginn meines Berichts erwähnte ich bereits, dass Rarotonga vulkanischen Ursprungs ist. Die Mitte der Insel besteht aus dicht bewachsenen Hügeln, durchschnitten von tiefen Tälern, den erodierten Resten der ursprünglichen Vulkanspitze. Die Hügel



Eine spektakuläre Bergkette prägt die Landschaft auf Rarotonga.

QSO-Statistik von E51SGC

Band	CW	FT8	FT4	SSB	RTTY	total	%
160 m	16	667	0	0	0	683	1,4
80 m	537	2492	14	0	0	3043	6,3
60 m	3	1109	0	0	0	1112	2,3
40 m	1131	2181	348	326	64	4050	8,4
30 m	1455	3396	634	0	109	5594	11,6
20 m	2039	2522	1234	1678	181	7654	15,9
17 m	1080	2860	351	926	230	5447	11,3
15 m	1097	4698	1007	1171	268	8241	17,1
12 m	1015	2950	1010	734	74	5783	12,0
10 m	1211	2926	1089	1202	95	6523	13,5
6 m	0	24	0	0	0	24	0,0
gesamt	9584	25 825	5687	6037	1021	48 154	

Für A35GC steht keine Einzelstatistik zur Verfügung, da die QSO-Zahlen in Club Log zu denen der Aktivität von 2022 addiert wurden.

werden von einer Reihe von Bächen entwässert.

Der Te Manga mit einer Höhe von 653 m über dem Meeresspiegel ist der höchste Berg der Insel. Der Ikurangi, mit 485 m über NN ein etwas kleinerer Berg, überblickt die Inselhauptstadt Avarua. Diese Gipfel sind über sorgfältig angelegte Wanderwege zu erreichen und das Besteigen der Berge ist eine der touristischen Hauptattraktionen der Insel. Ted unternahm eine rund sechsstündige Wanderung durch die spektakuläre Bergkette, die Rarotonga durchschneidet.

Während unseres Aufenthalts besuchte uns Jim, E51JD, regelmäßig, wofür wir sehr dankbar waren. Diese Treffen und Gespräche mit „Papa Jim“ brachten Abwechslung in den sonst eher monotonen Tagesablauf der DXpedition.

■ Weiterreise nach Tonga

Am 24. 11. um 0603 UTC endete die Aktivität von E51SGC. Noch am selben Tag verließen wir um 2.15 Uhr Lokalzeit Rarotonga und flogen mit *Air New Zealand* wieder nach Auckland in Neuseeland.



Von dort ging es am 25.11. mit einer Boeing B737 weiter nach Nuku'alofa auf Tonga. Ich hatte wie erwähnt bereits 2022, gemeinsam mit Ivan, LZ1PM, unter dem Rufzeichen A35GC von dort gefunkt und dabei in 17 Tagen 43 387 Funkverbindungen ins Log geschrieben. Mit dieser zweiten Aktivität wollte ich jenen Funkamateuren eine weitere Chance geben, die noch einen Kontakt mit A3 benötigten, sei es als neues „Funkland“ oder als Band- bzw. Modepunkt. Zudem war geplant, in RTTY und FT4 zu funken, da wir 2022 in diesen Sendearten nicht aktiv gewesen waren.

Nach der Landung brachten wir die Einreiseformalitäten schnell hinter uns und fuhren mit einem Taxi zur gebuchten Unterkunft. Dort wurden wir von Frau Rubina, der Betreiberin, freundlich begrüßt und zum Mittagessen eingeladen. Wir lehnten allerdings höflich ab und er-



Unser Standort auf Tonga lag direkt am Strand.

klärten ihr, dass wir vor Eintritt der Dämmerung noch Antennenarbeiten erledigen mussten, um später funken zu können. Obwohl wir von der Anreise und der Aktivität auf Rarotonga erschöpft waren, richteten wir noch rasch eine Vertikalantenne für 20 m und nahmen anschließend den Betrieb in FT8 auf. Der erste Kontakt lief am 25. 11. um 0551 UTC mit Bruce, K6OW. Danach bauten wir die *DX Commander* auf. Wir richteten nun einen zweiten Funkarbeitsplatz ein und begannen mit dem Betrieb auf 15 m in FT8. Da

Unterkunft für die DXpedition A35GC mit Antennen



Vertikalantenne DX Commander auf Tonga

wir sehr müde waren, gönnten wir uns einige Stunden Schlaf. Für den folgenden Tag war das Aufstellen der Strahler für die unteren Bänder 60 m, 80 m und 160 m sowie unserer Hauptantenne geplant, der Multiband-Groundplane für 10 m bis 40 m.

■ Probleme

Nach drei Stunden Schlaf funkte ich wieder unter A35GC auf 10 m in Telegrafie. Die herrschenden Ausbreitungsbedingungen ermöglichten hauptsächlich Kontakte in Richtung Süd- und Osteuropa mit einer Rate von etwa drei Verbindungen pro Minute. Nach zwei Stunden Betrieb auf 10 m wechselten wir auf 20 m SSB.

Allerdings beeinträchtigten lokale Störungen den Empfang. Diese erreichten zum Teil Feldstärken bis zu S9 und erschwerten den Betrieb sowohl in Telegrafie als auch in SSB erheblich. Leider konnten wir den Ursprung nicht finden. Obwohl wir alle Filtermöglichkeiten der Transceiver nutzten, ließen sich die Störungen nicht vollständig eliminieren. Dadurch war der Funkbetrieb wirklich extrem schwierig. Zusätzlich hatten wir ein Problem mit der Netzspannung, die auf bis zu 250 V anstieg.

■ Fazit und Rückreise

Erfreulich war hingegen, dass, obwohl bereits meine zweite Funkaktivität von Tonga, das Interesse der DXer an Kontakten weiterhin recht hoch war. Vom 25. 11. bis 6. 12. gelangen unter dem Rufzeichen A35GC an diesen elf Tagen 30 500 Funkverbindungen in Morsetelegrafie, SSB, RTTY, FT8 und FT4. Am 6. 12. um 1316 Uhr UTC (Lokalzeit am 7. 12. um 1.16 Uhr) endete auch die DXpedition A35GC. Die restliche Nacht verbrachten wir mit dem Abbau der Antennen und der Vorbereitung des Gepäcks für die Rückreise.

Von Tonga flogen wir zurück nach Auckland und anschließend über Sydney nach

Europa. Am 10. 12. erreichten wir nach einer 40-tägigen Reise mit Funkaktivität aus dem Pazifik wieder unsere Heimat Bulgarien.

Abschließend bedanke ich mich bei allen Funkamateuren, die uns vor und während dieser Doppel-DXpedition unterstützt haben. Unser herzlicher Dank gilt ferner folgenden DX-Klubs und Stiftungen: Chiltern DX Club (U.K.), German DX Foundation, Clipperton DX Club, Swiss DX Foundation, GM DX Group, European DX Foundation und Jake McClain Driver Memorial Amateur Radio Club (KC5WXA).

Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF

Geschichte des KW-Senders Moosbrunn in Österreich

WOLFGANG LILL

Am 31. 12. 2024 hat der KW-Sender Moosbrunn seinen Dienst für immer eingestellt. Die dazugehörigen technischen Anlagen wurden demontiert bzw. gesprengt. Auch das Programm von Radio DARC ist davon betroffen, da die seit zehn Jahren gewohnten, sonntäglichen Sendungen aus Moosbrunn auf 6070 kHz nun nicht mehr zu hören sind. Dies ist Anlass genug, einen kurzen Rückblick auf die Geschichte des Sendezentrums Moosbrunn zu werfen, das für den Auslandsdienst des österreichischen Rundfunks seinerzeit eine zentrale Rolle spielte.

Im Dezember 1929 begann man in Österreich, Rundfunkprogramme auf Kurzwelle zu übertragen. In der Zeit von 23 Uhr bis 1 Uhr wurde zweimal wöchentlich im 49-m-Band sowie auf 24,70 MHz und 25,42 MHz gesendet. Empfangsberichte kamen damals sogar aus Australien. Mitte Mai 1930 stellte man diese Sendungen jedoch wieder ein. Die technische Aus-

rüstung wurde für ein neues „Kurzwellen-senderauto“ für die Übertragung von Reportagen über Großereignisse benötigt. Fahrzeug auf der gleichen Frequenz arbeitete und bei Bedarf verwendet wurde. Ab März 1934 stieg die Sendeleistung auf 250 W und ab 9. Juli 1934 waren die KW-Sendungen bereits täglich von 15 Uhr bis 23 Uhr unter dem Rufzeichen *OER2* zu hören. Die genannte Sendeleistung war übrigens auch damals schon bei Amateurfunkanlagen zu finden. In Programm-



Bild 1: Die Doppelwandantenne des Senders Moosbrunn besaß imposante Ausmaße. Sie wurde bereits im September 2024 gesprengt, also noch vor der Einstellung des Sendebetriebs.

Fotos: Lill (4)

rüstung wurde für ein neues „Kurzwellen-senderauto“ für die Übertragung von Reportagen über Großereignisse benötigt.

■ Radio Wien auf Kurzwelle

Erst im Februar 1932 strahlte man wieder zweimal wöchentlich mit 120 W Sendeleistung das Programm von *Radio Wien* aus und dies in der Zeit von 14.30 Uhr bis 19 Uhr sowie von 20 Uhr bis 22 Uhr. Ansagen erfolgten auf Deutsch, Englisch und Französisch, Musik kam von der Schallplatte. Erneut gab es Unterbrechungen wegen „Versuchen mit modernen Antennenformen“, aber im Herbst 1932 ging es dann weiter, täglich von 14 Uhr bis 22.30 Uhr.

In einer KW-Senderliste des Jahres 1933 ist der Sender mit dem Rufzeichen *UOR2* auf 6072 kHz vermerkt, ebenso der Hinweis, dass ein zweiter Sender in einem

zeitschriften, die sich speziell mit KW-Sendungen befassten, habe ich allerdings keine Informationen zu den Programmen aus Wien gefunden.

Die *Österreichische Radio-Verkehrs AG* (RAVAG) hatte die Bedeutung des Kurzwellenrundfunks erkannt und erteilte daher im November 1937 den Bauauftrag für einen 50-kW-Sender. Der „Anschluss“ Österreichs an das Deutsche Reich stoppte die Realisierung dieser Pläne.

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs bemühte man sich um den Betrieb von KW-Sendern, die zuvor von der deutschen Marine zur Führung der U-Boote gedient hatten. Bereits am 11. Juni 1945 wurde das Programm von *Radio Wien* im 49-m-Band mit 150 W und im 31-m-Band mit 300 W ausgestrahlt. Am 30. Juli 1945 ging ein weiterer Sender im 49-m-Band mit 400 W in Betrieb. Am 10. Sep-

tember kam noch ein Sender im 25-m-Band dazu, später ein 30-W-Sender im 16-m-Band.

Wegen der geringen Sendeleistung waren die Antennenanlagen im Interesse hoher Effizienz sehr aufwendig ausgeführt. Deshalb setzte man alle fünf Sender in den Wiener Bereich *Bisamberg* um. Es vergingen mehr als 25 Jahre, bis die ursprüngliche Zielsetzung, der Bau eines leistungsstarken KW-Senders, realisiert wurde.

■ KW-Sendezentrum Moosbrunn

Am Standort Moosbrunn war im Zweiten Weltkrieg eine U-Boot-Peilanlage stationiert. Im Jahr 1959 kamen die fünf alten Kleinsender vom Bisamberg nach Moosbrunn und fanden zunächst in einer provisorischen Baracke ihren Platz. Kurz vor Weihnachten 1959 begann der Programmbetrieb.

Ein neu bestellter 100-kW-Telefunken-Sender vom Typ SV2375 ging am 4. September 1960 in Betrieb, allerdings gedrosselt auf 50 kW, da die örtliche Stromversorgung noch nicht für eine höhere Last ausgelegt war. Zum Einsatz kam eine Rundstrahl-Reusenantenne.

Die erste Baustufe der Sendeanlage begann 1965. Am 1. Mai 1966 wurden die ersten beiden 100-kW-Sender in Betrieb genommen, der dritte folgte am 1. März 1967. Ab Jahresbeginn 1969 konnte man mit der vollen Kapazität von vier 100-kW-Sendern arbeiten.

Im Mai 1970 gab es einen erneuten „Paukenschlag“: Es wurde eine elektronische Programmsteuerung installiert, die alle Sender und den Betriebsablauf steuerte. Dies war die erste Anlage dieser Art weltweit.

Ab den 1970er-Jahren standen in Moosbrunn folgende Antennenanlagen zur Verfügung: Für den Überseedienst gab es



Bild 2: Telefunken/AEG-KW-Sender vom Typ S 4005 mit 500 kW Sendeleistung

Foto: Spitzbart



Bild 3: Die 500-kW-Senderöhre ist etwa 60 cm hoch, wiegt 70 kg und benötigt 12 kW Heizleistung.

vier Rhombus-Antennen, die in insgesamt sieben Abstrahlrichtungen betrieben werden konnten. Antenne 1 war mit 90° für Südostasien und mit 270° für Mittelamerika zuständig, Antenne 2 mit 123° für Nahost und 303° für Nordamerika. Antenne 3 strahlte mit 56° nach Ostasien/Australien und 236° in Richtung Südamerika. Antenne 4 war mit 175° für das Zielgebiet Südafrika vorgesehen. Zur Versorgung des näheren europäischen Umfelds waren zwei Vertikal-Reusenantennen im Einsatz. Für die Abstrahlung in weiter entfernte Teile Europas und die angrenzenden afrikanischen und asiatischen Gebiete gab es eine logarithmisch-periodische Antenne, die im gesamten KW-Bereich betrieben werden konnte, Bild 4.

Im Jahr 1983 kam ein weiterer 500-kW-Sender von Telefunken hinzu, der sich auf 300 kW Ausgangsleistung umschalten ließ. Dieser konnte im Frequenzbereich von 4,8 MHz bis 21,9 MHz senden, also vom 60-m- bis zum 13-m-Band. Ein schneller, ferngesteuerter Frequenzwechsel war mittels vollautomatischer Abstimmung innerhalb von nur 30 s realisierbar.

Ein zweiter 500/300-kW-Sender wurde im Dezember 1987 in Betrieb genommen. Trotz des weltweiten Siegeszugs der KW-Rundfunkstationen und entsprechend hoher Bandbelegung war Österreichs Auslandsdienst auf Kurzwelle nun rund um den Erdball gut zu empfangen.

Besuch der Sendestelle im Jahr 2018

Im Oktober 2018 hatte ich dank der Unterstützung einiger Mitarbeiter des ORS und des engagierten Leiters, Herrn Ing. Ernst Spitzbart, die Gelegenheit, die

Sendeanlage in Moosbrunn zu besuchen. Gleich zu Anfang stellte ich ihm vorsichtig die Frage, wie lange Moosbrunn noch senden werde. Er antwortete, dass er plane, den Betrieb noch fünf Jahre aufrechtzuerhalten. Nach seinem Ausscheiden aus dem Dienst hoffe er natürlich auf einen Nachfolger.

Über den Standort Moosbrunn wurden zu jener Zeit täglich speziell zusammengestellte Sendungen von Ö1 auf 6155 kHz abgestrahlt. Von Montag bis Freitag sendete *Europa Kurzwelle* zwischen 7 Uhr und 8.20 Uhr sowie samstags und sonntags zwischen 7 Uhr und 8.10 Uhr. Interessenten konnten Sendezeit kaufen und ihre Programme über Moosbrunn ausstrahlen lassen. Bei meinem Besuch wurden gerade zwei Sender hochgefahren, die auf dieser Anmietbasis arbeiteten. Von 10 Uhr bis 10.30 Uhr lief beispielsweise täglich ein Nahost-Programm auf 15 260 kHz und eine zweite Sendung für Westafrika in französischer Sprache auf 15 415 kHz. In Deutschland war wohl das bekannteste von Moosbrunn ausgestrahlte Programm das von *Radio DARC*, immer sonntags von 11 Uhr bis 12 Uhr auf 6070 kHz mit einer Sendeleistung von 100 kW. Diese Sendungen begannen am 22. März 2015 und waren europaweit zu hören.

Zum Jahresbeginn 1993 wurden die vier alten 100-kW-Sender mit neuen Steuerstufen ausgerüstet. Zwei der alten 100-kW-Sender dienten nur noch als Ersatz bei Wartungsarbeiten und als Reserve im Störfungsfall. Im September 2000 gingen zwei neue Sender vom Typ TSW2100 des Herstellers *Thomcast* in Betrieb. Diese waren auch für digitale Aussendungen in DRM (*Digital Radio Mondiale*) geeignet.

Ab 2. Mai 2005 wurden Sendungen in DRM ausgestrahlt, wobei zunächst ein Sender im 31-m-Band in Richtung Großbritannien (295°) mit Programmen von Fremdanbietern zum Einsatz kam. Das ORF-Programm sendete man abends auf 6155 kHz über eine Rundstrahlantenne ebenfalls in DRM. Die Sendeleistung betrug jeweils 50 kW. Leider konnte sich dieses technisch fortschrittliche und sinnvolle System nicht durchsetzen.

Zunächst lautete seinerzeit die Stationsbezeichnung *Kurzwelldienst des Österreichischen Rundfunks*. Mit dem Vollbetrieb der Sendeanlage in Moosbrunn Anfang der 1970er-Jahre erfolgte die Aufnahme von Sendungen auf Englisch, Französisch und Spanisch. Der Stationsname änderte sich auf Deutsch in *Österreich auf Kurzwelle*, während man auf Eng-

lisch die Bezeichnung *Austrian Short Wave Service* beibehielt.

Erst 1985 erfolgte die Namensänderung in *Radio Österreich International*. Ab 1977 wurden am Wochenende zusätzlich Nachrichten auf Esperanto ausgestrahlt und ab 1989 an Sonntagen auch solche auf Arabisch.

■ Weltweiter Empfang

Reaktionen von Hörern gab es viele. Tausende von Karten und Briefen aus der ganzen Welt musste die Österreichische Post AG transportieren. Einige davon zielen noch heute eine Fläche im Sendergebäude.

Nicht nur die Sendetechnik, sondern hauptsächlich die optimierten Antennen waren ausschlaggebend für zielsichere Übertragungen. Zu der umfangreichen Antennenanlage gehörten seit den 1980er-Jahren neben einer Doppelwand- (Bild 1) und einer Quadrantantenne auch eine imposante Drehstandantenne mit einem Drehdurchmesser von 85 m und einer Höhe von 72 m sowie mit zwei passiven und zwei aktiven Antrieben, Bild 6. Diese drehbare Vorhangantenne wurde 1983 errichtet. Das Eigengewicht des Stahlbaus betrug 220 t und das der Antenne 100 t.

Die erwähnte Doppel-Hochleistungs-Richtantenne (auch *Doppelwandantenne*) war 60 m hoch und 72,5 m breit. Diese Anlage war nicht beweglich und diente zur Abstrahlung auf den Rundfunkbändern 11 MHz, 13 MHz, 15 MHz, 17 MHz und 21 MHz. Sie war für 300 kW Sendeleistung ausgelegt. Zwischen den beiden Tragmasten waren jeweils 16 Halbwellen-Faltdipole, je vier neben- und übereinander angeordnet. Die Einspeisesysteme waren getrennt, sodass auch beide Vorhangantennen gleichzeitig betrieben werden konnten.



Bild 4: Drehbare logarithmisch-periodische Antenne des Senders Moosbrunn

■ Das Ende der KW-Sendeanlage

Vor zwei Jahren bekam ich von Herrn Ing. Spitzbart die Information, dass ein Nachfolger für ihn gefunden worden sei. Wie es nach 2024 mit dem Sendebetrieb weitergehen solle, dazu konnte er noch nichts sagen.

Um es kurz zu machen: Leider hat auch der Österreichische Rundfunk seine KW-Sendungen per 31.12.2024 für immer eingestellt. Alle Proteste und Eingaben waren erfolglos geblieben und die zwischenzeitlich aufkeimenden Hoffnungen auf ein Umdenken der Verantwortlichen vergebens.

Ich erinnere mich gern an die Zeit davor zurück. Schon am Morgen war in ganz Europa der Empfang möglich, was ich besonders im Urlaub zu schätzen wusste. Diese tägliche 33-min-Sendung war letztmalig am 19. Oktober 2024 auf 6155 kHz zu empfangen.

Am 31. Dezember 2024 sendete der ORS noch einmal über die Kurzwelle 6155 kHz von 10 Uhr bis 13 Uhr. Auch der „Stammgast“ Radio DARC sendete letztmalig am 29.12.2024 auf 6070 kHz, dieses Mal sogar bis 13 Uhr. Die letzten Sendestunden am 31.12.2024 von 13 Uhr bis 15 Uhr auf 6070 kHz belegte SM-Radio Dessau.

Im September 2024 war bereits die horizontale Doppelwandantenne gesprengt worden. Sie war schon defekt und es bestand keine sinnvolle Verwendungsmöglichkeit mehr. Im Frühjahr 2025 sollte in Moosbrunn der Abriss der verbliebenen Antennen erfolgen.

Sprengung der Drehstandantenne

Ich erhielt am 23.1.2025 die Information, dass am gleichen Tag um 14 Uhr die Drehstandantenne gesprengt und damit Tatsachen geschaffen werden sollten. Kurz vor dem geplanten Sprengtermin wurde übermittelt, dass die Sprengung heute wegen Schlechtwetters und großer Bodennässe nicht erfolgen könne. Oder hatte vielleicht jemand erkannt, dass diese in Europa einmalige und noch funktionstüchtige Anlage erhalten bleiben

Bild 6:
Antriebsanlage und
zentraler Lager-
punkt (Pfeil) der
Drehstandantenne
des Senders
Moosbrunn



sollte? Sogar die stillgelegten 500-kW-Sender waren noch vorhanden und funktionstüchtig. Die Frage, die sich für mich bis heute stellt, lautet, ob eine solche KW-Sendeanlage nicht auch für den Katastrophenschutz notwendig sein könnte? Aus meiner Sicht ist die Antwort eindeutig zu bejahen.

Dann kam die neue Information, dass wegen Schlechtwetters die Sprengung auf den 30.1.2025 verschoben werden sollte. Später erschien folgende Pressemeldung:

Moosbrunn (OTS) – Die ORS hat heute die finalen Rückbauarbeiten am Kurzwellen-Sendestandort Moosbrunn abgeschlossen. Die Sendestation, die ab den 1950er-Jahren errichtet wurde, spielte besonders während des Kalten Krieges eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von Radio Österreich International (ROI) bis nach Australien, Neuseeland, Russland, China und Nahost. Mit dem Aufkommen anderer Techniken zur Verbreitung von Hörfunkprogrammen wie Satellitenrundfunk sowie internetbasierten Übertragungen verlor der Kurzwellenrundfunk an Bedeutung. Bis zum 31.12.2024 diente die Kurzwellensendeanlage noch für einige internationale Radiokunden.

Der Erhalt dieser großen Anlage hätte viel Geld gekostet. Die Bemühungen, den Standort unter Denkmalschutz zu stellen, waren leider ebenfalls erfolglos. Der KW-Rundfunk ist ein Auslaufmodell und hat sinkende Hörerzahlen zu verzeichnen. Ganz besonders gilt dies in den

Industrieländern. Die Informationsübertragung verlagert sich immer mehr auf das Internet. Es ist aber zu befürchten, dass dieses bei besonderen Ereignissen, wie z.B. Wetterkatastrophen, Epidemien oder gar Kriegshandlungen wahrscheinlich schon nach relativ kurzer Zeit ausfallen oder abgeschaltet wird. Das Telefonieren mit dem Mobiltelefon dürfte dann auch nicht mehr möglich sein. In solchen Fällen könnte man aber über Kurzwelle senden.

Im Objekt Moosbrunn stehen noch zwei 500-kW-Sender. Herr Ing. Spitzbart, der per 31.12.2024 in den Ruhestand versetzt worden war, sagte mir dazu, dass es in kurzer Zeit möglich gewesen wäre, diese Technik hochzufahren und über die Drehstandantenne in fast jeden Winkel der Erde zu senden. Im Gegensatz zu Internet, UKW- und Digitalradio können KW-Sendungen praktisch überall empfangen werden. Das Stören ist schwierig zu bewerkstelligen bzw. wäre sehr aufwendig.

Jedenfalls wurde die Sprengladung zuerst an der Innenseite des rechten Turmes der Drehstandantenne gezündet. Dieser stürzte daraufhin in Richtung des noch stehenden Turmes. Dessen Ladung detonierte anschließend ebenfalls und das Bauwerk fiel auf den schon liegenden Turm. Das Ganze spielte sich in weniger als 10 s ab.

Von Januar bis Mai 2025 wurden die restlichen Antennen abgetragen sowie sämtliche Fundamente und Speiseleitungen entfernt. Die gesamte Sendetechnik einschließlich Zusatzanlagen, Verkabelung und Ersatzteillager wanderte in den Schrott. Nur der zentrale Überwachungsraum mit der Steuerung blieb bestehen. In das unbeheizte Gebäude hat sich *Ouverture*, eine solidarische Landwirtschaft eingemietet.

wolfgang_lill@yahoo.de

Bild 5:
Überreste der
gesprengten
Antennenanlage
in Moosbrunn



Foto: Spitzbart

Literatur

- [1] Lill, W.: Auslandsdienst des österreichischen Rundfunks auf Kurzwelle. www.radiomuseum.org → Forum/Medien → Radio- und Technikgeschichte → Dekaden des Rundfunks

Schmökern ohne Eselsohren: Was bringt die E-Book-Technik?

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Wer möchte schon Bücher auf einem elektronischen Gerät lesen? Nun, fast jeder, der schon einmal einen E-Book-Reader mit E-Paper bzw. E-Ink – dem elektronischen Papier – ausprobiert hat, denn diese Technik bietet erhebliche Vorteile.

Auf einem flimmernden Röhrenbildschirm längere Texte zu lesen, war zugegeben keine große Freude, da bevorzugte man Papier. Mit LC-Displays und Notebooks entfiel zwar das Flimmern, doch auch diese sind noch kein Genuss für Le-

tem Nutzen: Ein für übliche Papierformate bestimmtes Layout mit mehreren Spalten wäre nur auf Bildschirmen gleichen Formats, z.B. DIN A 4 hochkant, halbwegs komfortabel zu lesen. Auf kleineren Bildschirmen und solchen im Quer-



Darstellung von E-Book-Seiten auf einem Android-Smartphone Sony Xperia 1 VI mit OLED-Display im Dark Mode sowie auf den E-Book-Readern Kindle Paperwhite (Mitte) und Kindle Scribe (rechts)

Fotos: DL2MCD

seratten: Weder das Format passt – 16:9-Bildschirme sind zum Lesen unpraktisch, die Spalten sind zu breit und die Seiten viel zu kurz – noch der Komfort: Wer will schon stundenlang am Schreibtisch vor der „Kiste“ sitzen oder einen Laptop auf dem Schoß halten, der auf Dauer ganz schön schwer und heiß werden kann.

■ Computerpause

Selbstleuchtende Bildschirme haben zwar durchaus Vorteile beim Lesen im Dunkeln, sind aber für die Augen anstrengend. Bei zu großer Helligkeit und zu hoher Farbtemperatur, also den heute meist üblichen Einstellungen für das Büro, hindern sie zudem selbst nach dem Ausschalten noch eine gewisse Zeit am Einschlafen. Ganz zu schweigen von den Folgen für die Hardware, falls der Nutzer doch beim Lesen einschläft und ihm das Gerät aus der Hand rutscht. Pech für den, der ein Buch gerade deshalb lesen will, um vom Tagesstress abzuschalten. Auch beim Lesen am Computer kann das „Abschalten“ ein Problem sein, wenn man ständig von E-Mails und Messengern unterbrochen wird.

Das lange Zeit gängigste Format für E-Books, das PDF, ist zum Lesen auf E-Book-Readern nur von eingeschränk-

tem Nutzen: Ein für übliche Papierformate bestimmtes Layout mit mehreren Spalten wäre nur auf Bildschirmen gleichen Formats, z.B. DIN A 4 hochkant, halbwegs komfortabel zu lesen. Auf kleineren Bildschirmen und solchen im Quer-

■ Einstieg Smartphone

Doch die Technik hat Fortschritte gemacht – die der Geräte ebenso wie die der Formate. Anstelle des klassischen PDFs gibt es inzwischen E-Books in speziell für E-Book-Reader bestimmten Formaten, die wie gute Websites einen variablen Zeilenumbruch haben: Der Textlauf passt sich dem Bildschirmformat an.

Dieses wurde mir bewusst, als ich auf einem Smartphone interessehalber den *Amazon Kindle Reader* installierte und feststellen musste, dass sich schon auf so einem kleinen Bildschirm sehr gut lesen lässt. Die Buchstabengröße ist frei wählbar – ein Vorteil für ältere Leser – und das Leseerlebnis ist mit dem einer Zeitspaltel vergleichbar. Auf einem Tablet hat man dann auch die Bildschirmgröße eines E-Book-Readers, wenn auch eine weniger hochwertige Darstellung, geringere Laufzeit und eine höhere Masse.

Ein echter E-Book-Reader ist also zum Lesen eines E-Books nicht notwendig – es gibt auch Reader-Software für PC, Mac, Smartphones und Tablets. Wer also

überhaupt erst mal ein E-Book ausprobieren möchte, kann sich beispielsweise bei Amazon einen kostenlosen Klassiker sowie die gratis verfügbare Kindle-Software herunterladen und das Buch dann am PC, auf dem Tablet oder dem Smartphone lesen. Es gibt tausende kostenlose E-Books bei Amazon – einerseits mittlerweile rechtfreie Werke, andererseits auch solche, die nur einige Tage gratis zur Verfügung stehen.

Da bei E-Books Druck und Versand entfallen, können sie zudem weit kostengünstiger zu Preisen von 30 % bis 50 % eines gedruckten Buchs angeboten werden. Große Verlage geben diesen Preisvorteil allerdings oft nicht weiter.

■ Format: EPUB oder Kindle?

Wegen des DRM-Kopierschutzes (*Digital Rights Management*) ist allerdings eine Entscheidung für ein System notwendig. Hier gibt es das für E-Books entwickelte Format EPUB mit Adobe-DRM und alternativ ein spezielles Kindle-Format von Amazon. Dieses ist eine Abwandlung und Weiterentwicklung des EPUB-Formats, ist aber nur auf Kindle-E-Book-Readern und mit Kindle-E-Book-Apps sowie -Lesesoftware lesbar.

Dies ist der größte Nachteil der aktuell verkauften E-Books: Die kopiergeschützten Formate passen jeweils nur zu den entsprechenden E-Book-Readern – entweder zum Amazon Kindle oder dem Rest der E-Book-Welt. Nur auf Smartphone und PC können auch Software-Reader unterschiedlicher Systeme installiert werden.

Wer gelesene Bücher bislang gern anschließend verschenkt oder im Antiquariat in Zahlung gab, hat beim E-Book ebenfalls Pech: Nur Exemplare ohne DRM lassen sich einfach an andere weitergeben. Das sollte man sich aber gut überlegen, da der ursprüngliche Käufer in der Datei hinterlegt ist und zur Rechenschaft gezogen wird, wenn diese auf „Piratenseiten“ im Internet auftaucht.

Auch die *Onleihe*, das Format, in dem öffentliche Büchereien inzwischen das Ausleihen von E-Books erlauben, nutzt DRM und funktioniert somit nur mit der entsprechenden App auf dem Smartphone oder Tablet sowie einigen E-Book-Readern. Die *Onleihe* hat aber gegenüber dem Ausleihen eines gedruckten Buchs den großen Vorteil, dass man hierzu nicht das Haus verlassen muss und die Rückgabe des ausgeliehenen Buchs nicht vergessen kann: Es löscht sich von allein vom System, wenn die Leihfrist abgelaufen ist.

EPUB-Dateien ohne DRM lassen sich auch mit der Funktion *Send to Kindle* auf

Kindle-Systemen lesen. Umgekehrt geht es allerdings prinzipiell nicht, da nur die Kindle-Geräte das Kindle-Format verarbeiten können, das stets mit DRM ausgeliefert wird. Man besitzt die Dateien von Amazon auch nicht, sondern bekommt sie nur auf seinem Amazon-Account zur Verfügung gestellt. Damit sind sie zwar automatisch auf allen Geräten verfügbar, aber falls ein Buch vom Verlag oder von Amazon zurückgezogen wird, ist es ohne Vorwarnung weg.

■ Chance für Nischenthemen

Da Amazon ohne Zweifel auch bei E-Books das größte Buchsortiment online bietet, liegt es nahe, Hard- und Software (also Reader und E-Books) dort zu kaufen und nicht bei einem der zahlreichen Elektronikhersteller. Zudem gibt es bei Amazon auch die größte Auswahl von Veröffentlichungen, die nicht über einen klassischen Verlag gegangen sind. Typische Nischenthemen, für die sich ein herkömmlicher Druck mit einer Auflage von mehreren tausend Stück nicht rentiert und auch *Print on Demand* zu teuer und aufwendig ist, können kostengünstig oder sogar kostenlos [1] veröffentlicht werden.

Auf einem PC sind hierbei auch Farbbilder darstellbar, lediglich die angenehm leichten E-Paper-Lesegeräte zeigen bislang mit Ausnahme des neuen *Kindle Colorsoft* nur Schwarzweiß-Bilder an. Für Fotos, Blockschaltbilder und einfache Grafiken ist beides bereits gut geeignet – größere Schaltbilder und Platinenlayouts bleiben allerdings noch außen vor, da diese auf den kleinen Bildschirmen ohne Zoomen nicht komplett dargestellt werden können. Der Druck eines E-Books ist normalerweise nicht vorgesehen – damit kommt das Platinenlayout nicht auf die Leiterplatte.

■ Lohnt sich ein echter E-Book-Reader?

Wenn man auf Computern, Tablets und Smartphones E-Books lesen kann, wozu noch Geld für einen monofunktionalen E-Book-Reader ausgeben? Nun, dieser läuft mehrere Wochen ohne Notwendigkeit des Nachladens; andere Hardware muss teils nach wenigen Stunden schon wieder an die Steckdose. Dank E-Paper klappt es mit dem Lesen auch in der Sonne. Selbst am Strand ist ein E-Book-Reader praktisch, weil er sich gut gegen Wasser und Sand schützen lässt und nicht so teuer ist. Der Diebstahl oder ein Wasserschaden eines Tablets wären deutlich unangenehmer.

Auch die Masse spricht für einen E-Book-Reader, der weniger wiegt als einfache Smartphones und weit weniger als ein Tablet oder gar ein Notebook. Tatsächlich mag, wer einmal einen E-Book-Reader in der Hand hatte, kaum noch richtig dicke Schmöcker mit sich herumtragen, und es ist ein großer Unterschied, ob man mit zehn dicken Büchern in den Urlaub fliegt oder mit einem keine 200 g schweren Kindle.

■ Kindle im Praxistest

Das älteste getestete Kindle-Gerät ist das deutschsprachige Standardmodell der vierten Generation, inoffiziell deshalb *Kindle 4* genannt, das seinerzeit 99 € kostete und inzwischen günstig gebraucht zu haben ist. Da muss man nur darauf achten, dass die Akkumulatorkapazität noch ausreichend ist, und damit rechnen, dass der E-Book-Reader beim Umblättern langsamer ist als neuere Modelle. Er hat im Gegensatz zu Smartphones und Tablets einen matten Bildschirm und ist damit spiegefrei wie ein Buch lesbar, auch bei ungünstigem Lichteinfall. Allerdings hatte dieses Modell keine zusätzliche Beleuchtung.

Beim Auspacken findet sich auf der Display-Schutzfolie eine Skizze, die zeigt, wie der Kindle an den Computer anzuschließen ist. Nach deren Abziehen gibt es erst einmal lange Gesichter: Sie hat scheinbar auf das Display abgefärbt. Doch ist die Skizze gar nicht auf die Folie gedruckt, sondern das Display ist mit ihr bereits ab Werk programmiert: *E-Ink* hält die Anzeige auch ohne Strom. Bei der erfolgreichen Inbetriebnahme des Kindle wird die Skizze gelöscht.

Wenn das Gerät abschaltet, zeigt das E-Ink-Display in Deutschland einen Bildschirmschoner.

■ Mit „Not“-Browser

Über ein USB-Kabel wird das Gerät mit Strom und gegebenenfalls auch Daten versorgt. Es hat aber auch einen eigenen



Abziehen der Schutzfolie von einem frisch ausgepackten Gerät. Die Anschlusskizze wird per E-Ink auf dem Display dargestellt.



Darstellung der FUNKAMATEUR-Website auf dem Kindle 4

WLAN-Empfänger, kann also auch drahtlos Lesestoff laden. Sogar im Internet surfen kann man mit gewissen Einschränkungen mit dem Kindle, denn er enthält auch einen einfachen Webbrowser, der beim Anklicken von Weblinks aufgerufen wird. Via WLAN lädt dann die zugehörige Website, allerdings ohne Farben, Animationen oder Töne. Über die Bildschirmtastatur und den Menüpunkt *Experimentell* ist der Browser auch direkt aufrufbar. Unterwegs ist Surfen mit diesem Modell aber nicht möglich, da kein Mobilfunkzugang verfügbar ist wie bei anderen Kindle-Modellen, doch diese Einschränkung ist verschmerzbar.

Eine Tastatur hat der Kindle 4 im Gegensatz zu den ersten Kindle-Modellen nicht mehr. Gelegentliche Texteingaben sind über eine Bildschirmtastatur in Verbindung mit den Cursortasten möglich.

Über 1 GB verfügbarer Speicher reichen bereits für tausende E-Books, die aktuellen Modelle haben mindestens 16 GB. Leider ist das Ordnungssystem des Kindle etwas ungeschickt: Statt der vom Computer gewohnten Ordner gibt es „Sammlungen“. Auf den ersten Blick erfüllen diese dieselbe Funktion und sortieren E-Books z.B. in Sachbücher, Romane und Lyrik. Bei der Einstufung einer Datei ist diese stets aus allen vorhandenen E-Books zu wählen statt nur aus den noch unsortierten. Es ist auch nicht möglich, weitere „Untersammlungen“ anzulegen.

■ Neuere Kindle-Modelle

Die heutigen Kindle-E-Book-Reader sind noch weit komfortabler als die ersten Modelle. Der *Paperwhite* brachte als erstes Modell eine einstellbare Hintergrundbeleuchtung mit, weshalb die Bezeich-

nung „papierweiß“ vermarktet wurde. Ein E-Ink-Display ohne Beleuchtung sieht eher grau-grünlich aus, was in der Sonne völlig ausreicht, doch bei schwacher Beleuchtung stören kann. Bei den neueren Modellen lässt sich auch die Lichtfarbe von kalt- bis warmweiß einstellen oder die Darstellung invertieren (*Dark Mode*), also helle Schrift auf dunklem Hintergrund. Das bevorzugen manche Nutzer, weil es angenehm beim Lesen im Dunkeln ist, allerdings eher auf OLED-Displays als auf E-Ink. Diese Modelle mit hoher Auflösung reichen tatsächlich an den optischen Eindruck von Papier heran, halten mit einer Akkumulatorladung lange durch und sind angenehm leicht.

Was mancher Benutzer gegenüber einem Tablet vermissen mag, ist einerseits ein größeres Farbdisplay und andererseits die Möglichkeit, nicht nur zu lesen, sondern auch zu schreiben. Für beides gibt es nun auch geeignete E-Book-Reader.

■ Farbleser

Farbe bietet der bereits erwähnte *Kindle Colorsoft*. Damit ist Amazon zwar nicht der erste Anbieter mit einem farbigen E-Ink-Display, doch ist es recht ausgereift. Es flackert nicht und ist stromsparend, wie man es von den Schwarzweiß-Modellen gewohnt ist. Der Name ist allerdings Programm: Die Farben sind außerhalb direkter Sonneneinstrahlung eher Pastelltöne und nicht die knallige Variante, die man insbesondere von OLED-Displays präsentiert bekommt. Die Auflösung ist auch etwas geringer als bei schwarzweißen Strukturen. Dafür ist das Gerät ebenso wie der aktuelle Paperwhite wasserfest, also etwas für den Strand, wenn man Farbbilder sehen will, oder für Sachbücher, bei denen die Autoren Farbgrafiken verwendet haben, die in Schwarzweiß schwer erkennbar sind. Ob dies den Preis über 200 € rechtfertigt, muss jeder für sich selbst entscheiden.

■ Nicht nur lesen, sondern auch schreiben?

Ein weiteres Sondermodell ist der *Kindle Scribe*. Während die anderen aktuellen Modelle ein Display mit 6 Zoll bis 7 Zoll (etwa 15 cm bis 18 cm) Bildschirmdiagonale bieten, erreicht der Kindle Scribe mit 10,2 Zoll (25,9 cm) annähernd Tablet-Größe. Dafür ist seine Masse mit 433 g plus etwa 15 g für den Eingabestift doppelt so hoch und der Preis beträgt je nach Generation um die 300 €.

Der Eingabestift ist eine Besonderheit des Kindle Scribe. Mit ihm kann man

sehr gut mit der Hand auf dem Reader schreiben und zeichnen. Auf der matten Oberfläche ist dies wesentlich angenehmer als auf einem Tablett, bei dem man auf dem glatten Glas selbst mit gummierten Stiften herumschneidet. Allerdings nutzt sich die Stiftspitze bei häufigem Gebrauch ab, lässt sich aber leicht austauschen.

Die Schreibfunktion ist praktisch, um in Büchern etwas zu markieren. Eigene Notizen sind ebenfalls möglich, allerdings auf Deutsch bislang ohne Schrifterkennung: Die Handschrift des Benutzers kann nur als Grafik gespeichert werden und der Export auf andere Geräte lässt ebenfalls zu wünschen übrig. Mit dem wesentlich teureren *Remarkable*-Tablet [2], das diese Funktionen besser unterstützt, kann der Kindle Scribe aktuell deshalb nicht mithalten, obwohl seine Schreibfunktion angenehmer ist. Er ist also vor allem dann sinnvoll, wenn man ein größeres Display wünscht.

■ Bücher aus anderen Quellen

Neben den E-Books, die Amazon selbst anbietet, lassen sich auch bereits vorhandene E-Books in den Kindle-Reader einspielen, sofern sie keinen DRM-Kopierschutz haben. Am besten geht dies in den Kindle-Formaten MOBI, PRC, AZW und KPF. TXT-Dateien funktionieren aber auch, ebenso wie HTML-Dateien, wenn man die Dateierweiterung in *.txt* umbenennt, sowie die allgegenwärtigen PDFs.

Amazon bietet mit dem Kindle auch einen Cloud-Datenspeicher und einen Konvertierungsdienst an. Jedem Kindle ist mit dem zugehörigen Amazon-Account

der Menüpunkt *Mein Kindle* sowie eine eigene E-Mail-Adresse zugeordnet (*xxx@kindle.com*), an die auf dem Gerät zu speichernde Dateien geschickt werden können. Hier sind nun auch Word-Dateien – ob DOC oder DOCX – möglich, RTF und sogar Bilder in den Formaten JPG, PNG, GIF sowie BMP). Das Herunterladen auf den Kindle erfolgt am bequemsten über eine Synchronisierung mit dem Amazon-Account via WLAN. Der Vorteil dieser Synchronisierung ist, dass sich ein E-Book auf mehreren Geräten lesen lässt. Wo auf dem einen Gerät aufgehört wurde, kann man auf dem anderen automatisch an der richtigen Stelle weiterlesen. Zudem können auch Texte archiviert werden, für die auf dem Kindle oder den Smartphones nicht genügend Platz ist – bis zu 5 GB.

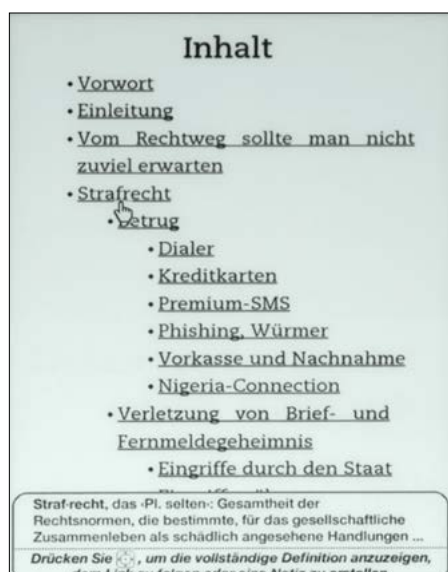
■ PDFs lesbar gemacht

Die auf dem kleinen Bildschirm schwer lesbaren PDF-Dateien lassen sich in Kindle-tauglichere, unformatierte Textdateien umwandeln. Hierzu ist die E-Mail mit dem PDF nur mit dem Betreff *CONVERT* zu versehen und an die eigene Kindle-E-Mail-Adresse zu schicken – den Rest erledigt Amazon kostenlos. Danach ist das Layout des PDF weg, doch der Text ist nun als Fließtext gut lesbar. Allerdings dürfen die PDFs nicht größer als 1 MB sein, sonst wird die Konvertierung verweigert. Gegebenenfalls muss man größere PDF-Dateien aufteilen.

Die Kindle-E-Mail-Adresse nimmt übrigens nur Post von vorher dafür freigeschalteten Absender-E-Mail-Adressen an, um Spam abzublocken. Ist die freigeschaltete Absenderadresse nicht öffentlich bekannt und auch nicht leicht zu erraten, sollte eine ungewollte Kindle-Befüllung auszuschließen sein. Allerdings könnte man guten Freunden die Adresse freischalten, um so untereinander (ungeschützte) E-Books zu tauschen.

Ein Kindle enthält ab Werk bereits Wörterbücher wie den *Duden* und das *Oxford Dictionary*. Diese werden aufgerufen, wenn man ein Wort im gelesenen Text anklickt, womit man dieses sofort nachschlagen kann. Ebenso lassen sich die Kapitel im Inhaltsverzeichnis, Fußnoten und Links anklicken. Der Reader springt dann sofort zum entsprechenden Ziel.

dl2mcd@gmx.net



Inhaltsverzeichnis eines Kindle-E-Books; alle Kapitel sind als Links anklickbar. Gleichzeitig ist die Benutzung der mitgelieferten Wörterbücher, hier des Dudens, zu sehen.

Bezugsquellen

- [1] Miller E-Books: Kostenlos Ihren Roman veröffentlichen. www.miller-e-books.de
- [2] Remarkable Tablet: <https://remarkable.com>
- [3] Amazon Kindle – Übersicht über alle Modelle: <https://amzn.to/4l8cVgX>

Universell nutzbare Temperaturüberwachung mit Wärmebildsensor

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Nachfolgend wird ein Gerät zur kontaktlosen Überwachung der Oberflächentemperatur von Gegenständen beschrieben, das bei Überschreitung eines einstellbaren Schwellwertes ein Warn- bzw. Alarmsignal ausgibt. Die normalerweise in Wärmebildkameras eingesetzten Sensoren eignen sich für eine solche Überwachungsschaltung besonders gut, da sie einen relativ großen Bereich erfassen können und keine Temperaturfühler im oder am betreffenden Objekt erfordern.

In der Regel sind elektronische Geräte und Baugruppen so konstruiert, dass bei korrekter Nutzung keine thermische Überlastung auftreten kann. Entweder verfügen sie über einen Lüfter oder ausreichend große Kühlflächen oder sie wurden gleich entsprechend dimensioniert.

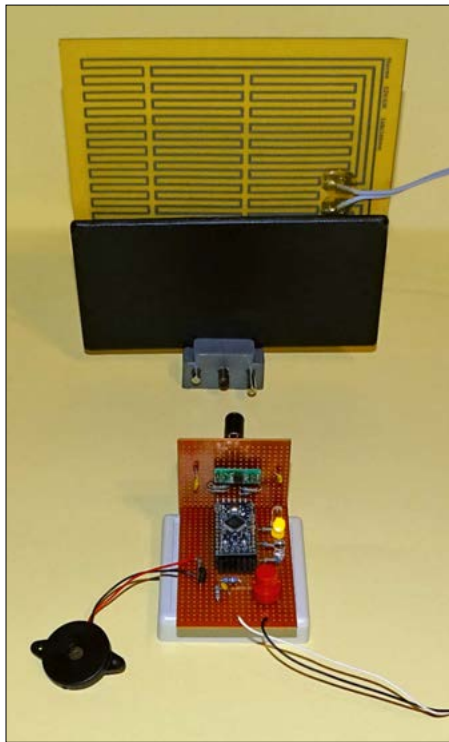


Bild 1: Bei diesem Versuch erfolgt die Temperaturmessung auf der Vorderseite einer Platine, die durch eine Heizfolie auf der Rückseite erwärmt wird. Fotos: Sander

Unter bestimmten Umständen ist es jedoch angebracht, zumindest die Gehäuse-temperatur kontinuierlich zu überwachen, um bei einer stärkeren Erwärmung eingreifen zu können und Folgeschäden zu vermeiden. Dies kann z.B. bei einem jahrelang nicht eingesetzten Gerät der Fall sein oder bei einem in die Jahre gekommenen Akkumulator-Pack während des Aufladens. Um nun nicht dauernd mit dem Finger ans Gehäuse fassen zu müssen, um die Erwärmung zu beurteilen,

habe ich die nachfolgend beschriebene Temperaturüberwachung entwickelt. Sie lässt sich in der Nähe des Prüflings positionieren. Statt der in Strahlungsthermometern (Pyrometern) verwendeten Thermopile-Sensoren kommt hier ein Wärmebildsensor zum Einsatz, was hinsichtlich des Erfassungsbereichs Vorteile mit sich bringt.

■ Temperaturmessverfahren

Zur Messung der Temperatur gibt es mehrere Verfahren. Der Physiker Thomas Johann Seebeck (1770 – 1831) entdeckte vor 200 Jahren den später nach ihm benannten thermoelektrischen *Seebeck-Effekt*. Dieser lässt sich mit einfachen Mitteln überprüfen. Dafür sind, wie in Bild 2 oben dargestellt, zwei Drähte aus unterschiedlichen Metallen zu verlöten. Werden die beiden Lötstellen unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt, hier ϑ_1 und ϑ_2 , fließt Strom durch die Drähte. Dessen Wert ist von der Differenz der Temperaturwerte abhängig.

Den fließenden elektrischen Strom konnte Seebeck über das dabei auftretende Magnetfeld mithilfe der dafür typischen Ablenkung einer darin platzierten Kompassnadel nachweisen. Wird ein Draht wie in Bild 2 unten dargestellt aufgetrennt, lässt sich zwischen den Enden eine Spannung messen. Deren Höhe ist ebenfalls von der Temperaturdifferenz abhängig.

Auch die Art der verwendeten Metalle hat Einfluss auf die entstehende Spannung. Seebeck untersuchte das Verhalten unterschiedlicher Metalle in Bezug auf Platin, das er als Referenz nutzte. Die ermittelten Seebeck-Koeffizienten waren die Spannungsdifferenz, bezogen auf 1 K (Kelvin) Temperaturänderung. Abhängig vom verwendeten Metall sind die Werte positiv oder negativ. An der Verbindungsstelle von Platin und Kupfer beträgt der Koeffizient $6,5 \mu\text{V/K}$, bei Platin und Nickel hingegen $-15 \mu\text{V/K}$. Bei Halbleitermaterialien ist die Spannung wesentlich

höher, z.B. bei Platin und Silizium $440 \mu\text{V/K}$.

Ausgehend von den Veröffentlichungen von Thomas Johann Seebeck zum Thermoelement strebten die italienischen Physiker Macedonio Melloni und Leopoldo Nobili die Messung von Wärmestrahlung an. Sie bauten dafür 1826 eine Thermosäule, die aus mehreren miteinander verbundenen Thermoelementen bestand, Bild 3. Aufgrund der Reihenschaltung war eine wesentlich höhere Spannung messbar, was die Empfindlichkeit der Messung erhöhte und erst die Messung der Wärmestrahlung ermöglichte.

1864 wurde das Verfahren auf Schiffen verwendet, um frühzeitig Eisberge in der Umgebung zu erkennen. 1918 nutzte man ein erweitertes Verfahren in Großbritannien für militärische Anwendungen. Dabei positionierte man die Thermosäule im Brennpunkt eines Parabolspiegels, mit dem sich bei Dunkelheit Soldaten orten lassen sollten.

Mit Einzug der Halbleitertechnik wurden Thermoelemente als Teil von Thermopile-Sensoren zur Temperaturmessung und etwas später in Wärmebildsensoren eingesetzt.

■ Thermopile- und Wärmebildsensoren

Thermopile-Sensoren stehen seit den 1990er-Jahren als Halbleiterbauelemente zur Verfügung. Besonders in den ersten Jahren waren sie für Elektronikbastler unerschwinglich und ihr Einsatz daher

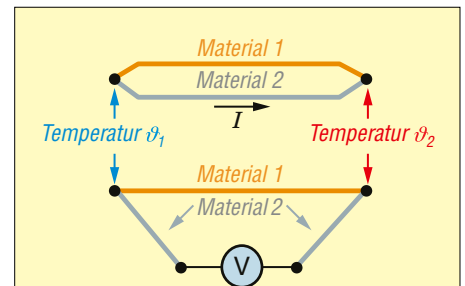


Bild 2: Unterschiedliche Versuchsaufbauten zum Nachweis des Seebeck-Effekts

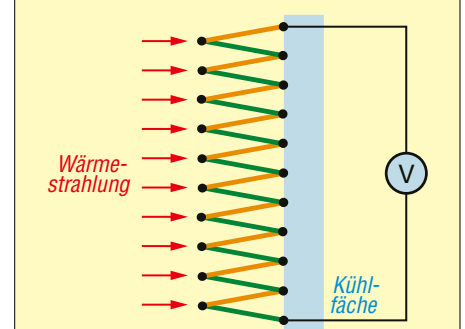


Bild 3: Aufbau einer Thermosäule

nur der Wissenschaft vorbehalten. Ab 2002 stellte *Melexis* preiswerte Thermopile-Sensoren her, die sich auch für Temperaturmessungen im Hobbybereich eigneten [1].

Man nutzt solche Sensoren z. B. in sogenannten *Pyrometern*, also Strahlungsthermometern, die manchmal auch als *Infrarot-Thermometer* bezeichnet werden. Solche Pyrometer besitzen jedoch eine Eigenart, die ihre Anwendung einschränkt. Sie eignen sich nur zur Temperaturmessung auf einer sehr kleinen Fläche, sodass man auch von einer punktförmigen Messung spricht. Um die Ausrichtung zu erleichtern, kombiniert man sie in der Regel mit einem Laser. Dort, wo der Laserstrahl auf das Objekt trifft, befindet sich auch der Mittelpunkt der kleinen Messfläche.

Zur Überwachung der Wärmeentwicklung in einem größeren Gerät sind sie nur bedingt geeignet. Zwar lässt sich ein Thermopile-Sensor in ausreichend großem Abstand zum Messobjekt positionieren, doch dann werden lokal begrenzte Wärmespots kaum noch erkannt. Grund ist, dass das Ausgangssignal eines Thermopile-Sensors der Mittelwert der Temperatur im erfassten Raumsegment ist. Von Digitalkameras ausgehend entspricht ein Thermopile-Sensor also nur einem Pixel.

Deshalb ist ein Wärmebildsensor für den vorgesehenen Zweck besser geeignet. Solche Sensoren reagieren auf mehrere Raumsegmente, besitzen also mehrere Pixel. Der beispielsweise in [2] für eine Wärmebildkamera verwendete MLX90621 von Melexis besitzt eine in 4 × 16 Pixel unterteilte Sensorfläche. Da er in Kürze nicht mehr hergestellt wird, kommt hier der Nachfolgetyp MLX90642 zum Einsatz. Dieser Sensor hat mit 32 × 24 Pixeln eine deutlich höhere Auflösung und ist außerdem kalibriert.

Der MLX90642 kann somit in 768 Feldern die Temperatur einzeln messen, wobei die Werte im Bereich von -40 °C bis +260 °C liegen dürfen. Bei einer Umgebungstemperatur des Sensors zwischen

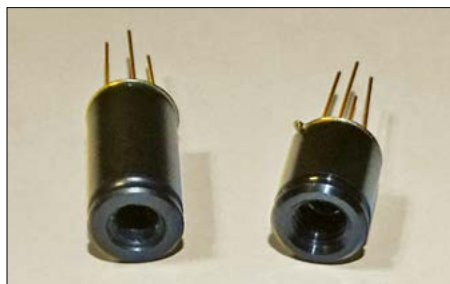


Bild 4: Wärmesensor MLX90642 in den Versionen BCB (links) und BCA

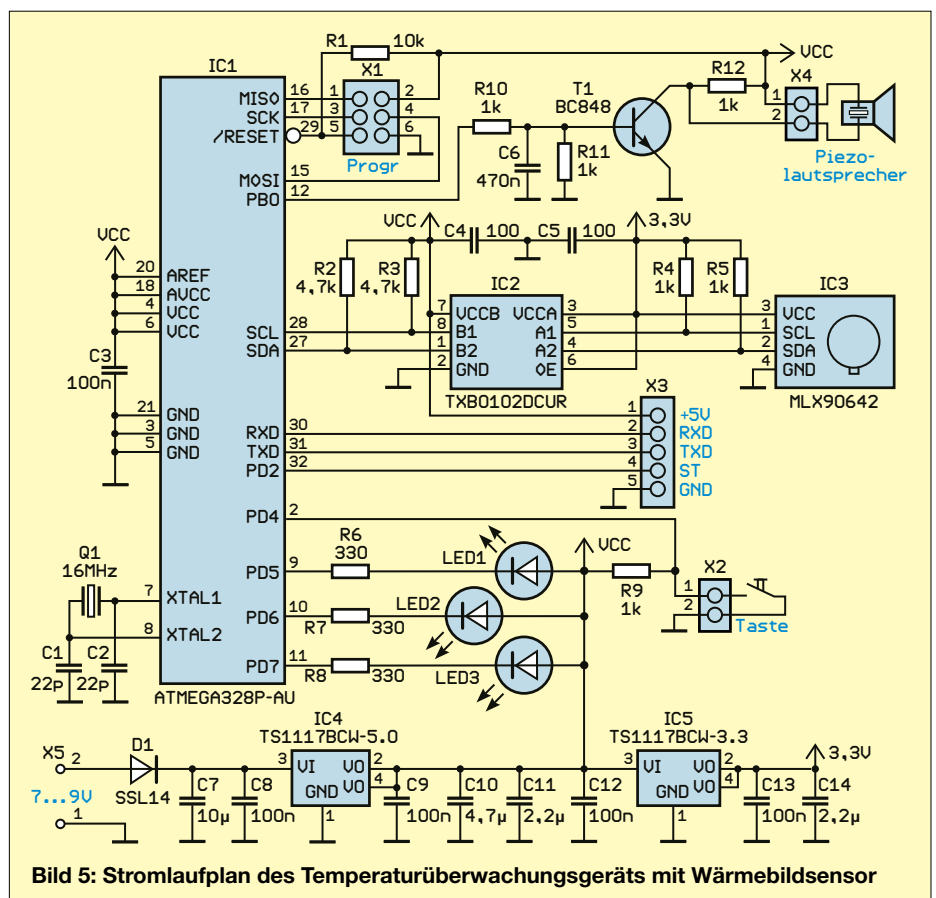


Bild 5: Stromlaufplan des Temperaturüberwachungsgeräts mit Wärmebildsensor

-40 °C und +85 °C sind die Messergebnisse hinreichend genau.

Der MLX90642 ist mit eingebautem Objektiv in zwei Versionen lieferbar, siehe Bild 4. Die Version mit *BCA* in der Bezeichnung hat einen Sichtbereich von 110° × 75°. Beim Typ mit *BCB* ist der Bereich mit 45° × 35° schmäler. Die Auswahl erfolgt je nach geplantem Aufbau.

Schaltungsbeschreibung

Beim vorliegenden Projekt soll lediglich die Temperatur eines Objekts überwacht werden, auch wenn sich Wärmebildsensoren zur bildlichen Darstellung der Temperaturverhältnisse eignen. Wird die vorgegebene Temperaturschwelle an einer beliebigen Stelle des beobachteten Objekts überschritten, erfolgt die Ausgabe eines Warnsignals.

Die Schaltung des universell nutzbaren Geräts zur Temperaturüberwachung ist in Bild 5 dargestellt. Es ermittelt die Temperatur jedes einzelnen Raumsegments (Pixels). Die zeitlich korrekte Bildaufnahme wie bei einem Video ist hier nicht erforderlich. Deshalb ist der Einsatz eines Mikrocontrollers ATmega328P zur Verarbeitung der erfassten Daten möglich.

Für IC3 findet der Wärmebildsensor MLX90642 Verwendung. Das Übertragen der Einstellparameter und Auslesen der Sensordaten übernimmt der ATmega

328 via I²C-Bus. Zur Gewährleistung der dabei erforderlichen Datenrate wird der Mikrocontroller mit 16 MHz getaktet. Dies setzt jedoch eine Betriebsspannung von 5 V voraus. Der MLX90642 darf jedoch nur mit 3,3 V versorgt werden. Deshalb ist für IC2 der bidirektional arbeitende Pegelwandler TXB0102DCUR zwischen geschaltet.

Die an den Pins PD5, PD6 und PD7 des ATmega328P über Vorwiderstände angeschlossenen LEDs informieren über den Temperaturstatus. Die grüne LED1 leuchtet, wenn die Temperatur des beobachteten Geräts im normalen Bereich liegt. Leuchtet die gelbe LED2, ist der Normalwert nur geringfügig überschritten. Die rote LED3 signalisiert das Erreichen und die Überschreitung der eingestellten Temperaturobergrenze.

Außerdem wird dann wiederholt ein akustisches Warnsignal ausgegeben. Diesem Zweck dient der am Pin PB0 liegende Transistor T1, der den an X4 angeschlossenen Piezolausprecher ansteuert. Das akustische Signal lässt sich durch Betätigung der an X2 angeschlossenen Taste für 5 min unterdrücken. Liegt die Temperatur danach immer noch über der Obergrenze, startet das akustische Warnsignal erneut. Die Temperaturschwellen von 40 °C und 60 °C sind in der Firmware des Mikrocontrollers festgelegt.

Um das Überwachungsgerät möglichst universell nutzbar zu gestalten, habe ich eine serielle Schnittstelle für die Ausgabe der Messwert- und Statusausgabe vorgesehen. Der dafür dienende Steckverbinder X3 ist mit den Pins RXD, TXD und PD2 des ATmega328P verbunden. Außerdem stehen dort Betriebsspannung und Massepotenzial zur Verfügung, sodass sich Busmodule auf Funk- oder optischer Basis anschließen lassen.

Aus der an X5 zugeführten Versorgungsspannung von 7 V bis 9 V werden über die Linearspannungsregler IC4 (TS1117 BCW-5.0) und IC5 (TS1117BCW-3.3) die zum Betrieb der Schaltungskomponenten erforderlichen Betriebsspannungen von 5 V bzw. 3,3 V bereitgestellt. Die Schaltung lässt sich aus einem handelsüblichen Steckernetzteil versorgen, wenn dieses 0,8 A bis 1 A liefern kann.

Firmware

Die Firmware des Temperaturüberwachungsgeräts habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR entwickelt. Die Funktionen des Wärmebildsensors MLX90642 werden über den I²C-Bus durch den Mikrocontroller gesteuert und nach erfolgter Initialisierung die Messwerte aller 32 × 24 Pixel eingelesen. Zwar kann der Sensor die Daten in Abständen bis 1/16 s liefern, doch bei dieser Anwendung geht es nur um die Temperaturüberwachung. Daher genügt es, die Daten des gesamten Bilds über den I²C-Bus im Abstand von 10 s einzulesen. Der MLX90642 wurde im Auslieferungszustand bereits vom Hersteller kalibriert. Die Temperaturwerte lassen sich demzufolge entsprechend der im Datenblatt angegebenen Formeln für jedes Pixel berechnen.

In der Firmware des Mikrocontrollers habe ich bereits Grenzwerte vorgegeben, deren Überschreitung die jeweils nächsthöhere Statusstufe aktiviert. Es werden zwar alle Pixelwerte eingelesen, doch maßgebend für den Status ist das Pixel mit dem höchsten Temperaturwert. Liegt die Temperatur unter 40 °C, wird dies der

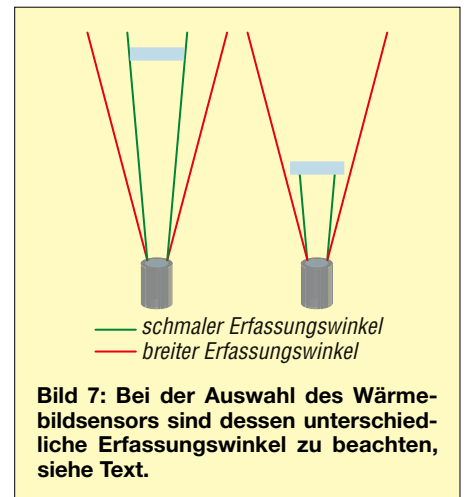
normalen Temperatur zugeordnet und die grüne LED1 eingeschaltet. Bei einem Temperaturwert im Bereich zwischen 40 °C und 60 °C wird die gelb leuchtende LED2 aktiviert. Ermittelt die Firmware bei einem Pixel einen Temperaturwert von über 60 °C, interpretiert die Software dies als Gefahrensituation und schaltet die rot leuchtende LED3 als Warnsignal ein. Gleichzeitig erzeugt der im Mikrocontroller integrierte Timer ein niederfrequentes Impulssignal, das zur Ansteuerung des am Pin PB0 angeschlossenen Transistors und somit des Piezolautesprechers dient.

Nach Betätigung der Taste unterbricht der Mikrocontroller das akustische Signal für 5 min, sodass man sich der Prüfung des überwachten Geräts widmen kann. Wurde das Gerät nicht aus dem Erfassungsbereich der Temperaturüberwachung entfernt und liegt die Temperatur anschließend immer noch über der Obergrenze von 60 °C, wird das akustische Signal erneut eingeschaltet.

Nachbau und Nutzung

Für den Nachbau des Moduls zur Temperaturüberwachung habe ich eine zweiseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage ist die Platine bei [3] als Bausatz mit programmiertem Mikrocontroller und den zur Selbstbestückung erforderlichen Bauelementen sowie als fertig bestückte Leiterplatte erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert.

Der Bestückungsplan der 84 mm × 40 mm großen Platine ist in Bild 6 dargestellt. Bis auf die LEDs, die Stift- und Klemmleisten sowie den Wärmebildsensor finden SMD-Bauelemente Verwendung. Letztere sind zuerst aufzulöten. Die Bestückung sollte anhand der in [4] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben und dünnem Lötzinn möglich sein, auch wenn es beim achtpoligen Pegelwandler IC2 aufgrund des Pinabstands



von 0,5 mm etwas anspruchsvoller werden kann.

Danach sind die bedrahteten Bauelemente einzulöten. Wer die drei LEDs direkt auf die Leiterplatte löten möchte, sollte die Anschlussdrähte vorher so biegen, dass die LED-Gehäuse durch entsprechende Bohrungen des verwendeten Gehäuses ragen. Anderenfalls sind die LEDs über kurze Drähte mit der entsprechenden Stiftleiste auf der Leiterplatte zu verbinden. Dabei ist auf die korrekte Zuordnung der Leuchtfarben zu achten. Um den Signalton nicht zu dämpfen, sollte man den Piezolautesprecher unbedingt hinter einem größeren Gehäusedurchbruch befestigen und über kurze Drähte mit der Leiterplatte verbinden.

Wie bereits erwähnt, steht der Wärmebildsensor in zwei Varianten mit unterschiedlichem Sichtwinkel zur Verfügung. Die Auswahl muss entsprechend der vorgesehenen Anwendung und der Größe des zu überwachenden Objekts erfolgen. Einen Anhaltspunkt kann Bild 7 liefern. Wenn der Erfassungswinkel zu klein ist oder die Baugruppe zu nah am überwachten Gerät steht, lässt sich die Temperatur nicht mehr an jeder Stelle des Gehäuses erfassen. Im umgekehrten Fall, also bei zu großem Erfassungswinkel oder einem zu großen Abstand, reagiert die Überwachung eventuell auf in der Nähe befindliche andere Wärmequellen.

k.sander@s-elabor.de

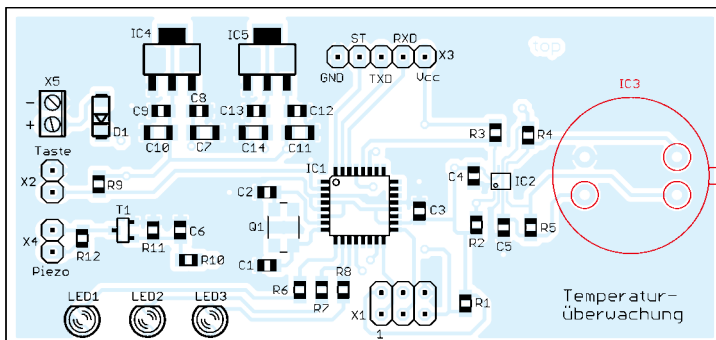


Bild 6: Bestückungsplan der SMD-Seite der Platine; der rot markierte Wärmebildsensor befindet sich auf der Rückseite. Originalabmessungen 84 mm × 40 mm

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Bereits kalibriert: Thermopile-Modul MLX90601. FUNKAMATEUR 51 (2002) H. 9, S. 912–914; H. 10, S. 1028–1030; H. 11, S. 1140–1142
- [2] Sander, K.: Wärmebildsensor MLX90621 – präzise und preiswert. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 11, S. 1046–1048
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [4] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024), H. 11, S. 868–871

Digitale Signalverarbeitung in älteren Funkgeräten nachrüsten

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Während moderne Transceiver ab Werk über Möglichkeiten zur digitalen Signalverarbeitung verfügen, haben Besitzer älterer Geräte das Nachsehen und sind auf eine Nachrüstung angewiesen. Nicht immer ist diese jedoch preisgünstig erhältlich und an die eigenen Erfordernisse anpassbar. Eine innovative Lösung, die nicht nur bei Funkamateuren auf Interesse stoßen dürfte, kommt von Sure Electronics.

Die digitale Signalverarbeitung (*Digital Signal Processing, DSP*) ist ein komplexes Themenfeld. Vereinfacht lässt sich DSP so erklären: Das Signal einer analogen Quelle, wie das eines Mikrofons oder des Lautsprecherausgangs eines Geräts, wird zunächst mit einer bestimmten Abtastrate und Wortbreite von einem A/D-Umsetzer abgetastet und der entstandene



Bild 1: Wondom TPA1100 DSP JAB3 – Klasse-D-Endstufe mit 100 W Ausgangsleistung und DSP-Funktionalität Werkfoto

Datenstrom beispielsweise mittels digitaler Band-, Hoch- oder Tiefpassfilter oder spezieller Filtern wie FIR (*Finite Impuls Response*) und IIR (*Infinite Impuls Response*) weiterverarbeitet. Anschließend erfolgt die analoge Ausgabe über einen D/A-Umsetzer an das Ziel, wie z. B. Mikrofoneingang oder Lautsprecher. Auch im Amateurfunk kommt DSP zur Anwendung – meist entweder bereits im Transceiver bzw. Empfänger konstruktiv eingebunden oder in einen externen Laut-



Bild 2: Programmiermodul Wondom ICP1 von Sure Electronics Werkfoto

sprecher integriert. Wer ältere Funktechnik einsetzt, kann DSP bei Bedarf nachrüsten, denn der Handel hält sowohl Komplettgeräte zum Einschleifen in die Signalwege als auch Module bereit, die sich zum Einbau eignen. Leider schlagen diese jedoch oft mit mehreren Hundert Euro zu Buche und nicht alle erlauben eine individuelle Anpassung der DSP-Funktionen.

Auf der Suche nach einer Möglichkeit, den externen Lautsprecher meines Kenwood TS-520SE nachrüsten zu können, stieß ich auf DSP-Module von *Sure Electronics Co. Ltd.* Das in Hongkong ansässige Unternehmen entwickelt und produziert Audiokomponenten für viele namhafte Hersteller weltweit. Mittlerweile werden die Einzelmodule bzw. betriebsfertig aufgebauten Produkte der Consumer-Sparte unter dem Markennamen *Wondom* vertrieben.

■ Endstufe mit DSP

Im Folgenden stelle ich anhand einiger einfacher Beispiele das Modul *Wondom TPA1100 DSP JAB3* [1] (nachfolgend nur noch als JAB3 bezeichnet) vor. Selbstverständlich ist das Thema DSP zu komplex, als dass es sich hier umfassend abhandeln ließe. Es ist daher eine intensive Einarbeitung in die Materie erforderlich, wenn man brauchbare Ergebnisse erzielen möchte.

Dass das JAB3 für die Hi-Fi-Technik konzipiert ist, stellt man bereits beim Blick in das Datenblatt fest, das stolze 100 W Ausgangsleistung verspricht. Ein Wert, der für eine Funkanwendung völlig überdimensioniert ist, jedoch war es mir damals nicht möglich, das Modul für eine Mono-Endstufe kleinerer Leistung zu erwerben. Eine Alternative stellen stereofähige Module wie das *TPA230 DSP BT* dar, das mit 2 × 30 W aufwartet. Beiden gemeinsam ist, dass sie eine Kombination aus Klasse-D-Endstufe mit DSP-Funktion auf einer Platine sind, was den Einbau in einen Lautsprecher vereinfacht.

■ DSP nach Maß

In welcher Form die digitale Signalverarbeitung mit diesen Modulen erfolgt, legt der Anwender mit einem vom ihm in der Entwicklungsumgebung *Sigma Studio* [2] erstellten Programm fest. Klassische Programmierarbeit ist hierbei nicht erforderlich, denn alle an der Signalverarbeitung beteiligten Komponenten stehen in Form einer umfangreichen Bibliothek grafischer Elemente zur Verfügung. Diese lassen sich nach Bedarf dem Programmfenster hinzufügen und durch Verbindungslinien logisch miteinander verknüpfen. Ein online verfügbares Nachschlagewerk hilft beim Kennenlernen der Software und ist insbesondere für das Verständnis der *Toolbox* mit ihren vielfältigen Optionen unerlässlich [3].

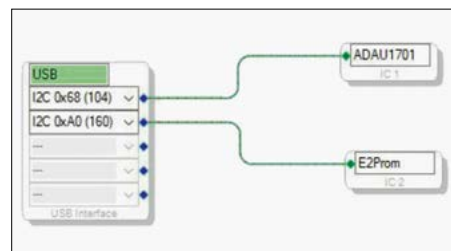


Bild 3: Festlegen der logischen Verknüpfungen zwischen allen DSP- und USB-Kommunikationsmodulen im Fenster *Hardware Configuration* Screenshots: DC8FG

Bevor es an die Erstellung des Programms geht, sollten die elektrischen Verbindungen zwischen dem JAB3 und dem Programmieradapter *ICP1*, Bild 2, sowie dem PC hergestellt werden. Hierzu schließt man als erstes den *ICP1* mittels eines USB-Kabels an den PC an. Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung für den JAB3 ist dieser mit dem *ICP1* zu verbinden.

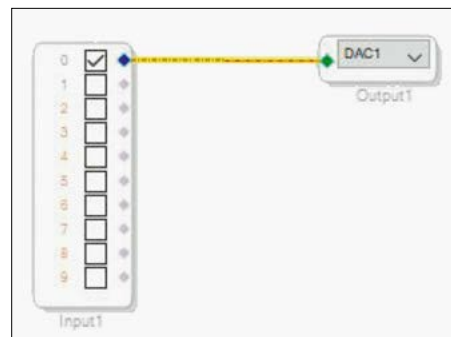


Bild 4: Im Fenster *Schematic* erfolgt die Programmierung der DSP-Funktionen. Die Checkboxes 0 und 1 des *Input*-Moduls sind der 3,5-mm-Klinkenbuchse wie folgt zugeordnet: 0 = Ring, 1 = Spitze (Tip) des Steckers bzw. der Buchse. Je nach Kontakt, an dem das Monosignal anliegt, ist die entsprechende Checkbox auszuwählen. Da es sich beim JAB3 um einen Monoverstärker handelt, ist als analoger Ausgang der D/A-Umsetzer *DAC1* zuzuweisen.

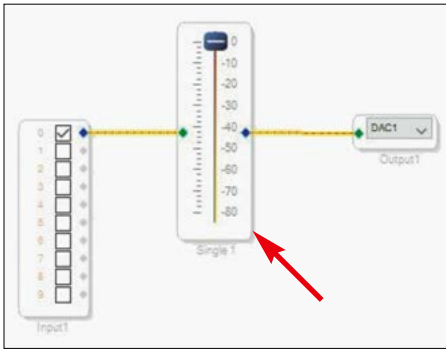


Bild 5: Nach Einfügen des Moduls *Single Volume* (Pfeil) lässt sich der Pegel des Ausgangssignals verringern.

Die Programmerstellung beginnt mit dem Anlegen eines neuen Projektes. Anschließend werden aus dem Fenster *Toolbox* die benötigten DSP- und USB-Kommunikationsmodule in das Fenster *Hardware Configuration* gezogen. Dies waren in meinem Fall aus der Untergruppe *Communication Channels* das Modul *USBi* und aus der Untergruppe *Processors (ICs/DSPs)* das Modul *ADAU1701*. Um das Programm und die Einstellungen später dauerhaft im JAB3 speichern zu können, ist außerdem das Modul *E2Prom* erforderlich, das sich ebenfalls unter *Processors (ICs/DSPs)* befindet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Bezeichner für ADAU1701 auf *IC1* und für E2Prom auf *IC2* lauten.

Wurde das Modul *USBi* vom Betriebssystem des PC korrekt erkannt, leuchtet der Modulbezeichner grün. Anschließend sind die logischen Verbindungen für die USB- und DSP-Kommunikation wie in Bild 3 herzustellen. Hierzu klickt man auf einen Anschluss des einen Moduls und zieht die Verbindung bei gedrückter gehaltenen Maustaste zum Anschluss des anderen Moduls.

Bei Zuordnung der Module ADAU1701 und E2PROM zum Fenster *Hardware Configuration* wird automatisch am unteren Fensterrand ein entsprechender Tabulator angelegt. Hierüber erfolgt bei Bedarf der Zugriff auf die Hardware-Register des jeweiligen Moduls. Beim ADAU1701 lassen sich so beispielsweise die GPIO-Pins (*General Purpose Input Output*) kon-

figurieren, über die externe Komponenten wie Potenziometer für die Lautstärkeeinstellung angeschlossen werden können.

DSP-Funktionen

Unter dem Tabulator *Schematic* wird nun das DSP-Design festgelegt. Die Toolbox zeigt alle für den gewählten DSP-Baustein zur Verfügung stehenden Module. Für den analogen Signaleingang ist das Modul *Input*, das sich unter *IO* befindet, in das Fenster *Schematic* zu ziehen. Das Modul *Input* ist der 3,5-mm-Klinkenbuchse zugeordnet. Obwohl das JAB3 eine Monoausführung ist, kommt hier eine Stereobuchse zum Einsatz und es stehen somit zwei Signaleingänge zur Verfügung. Diese sind, je nachdem auf welchem Eingang das Monosignal anliegt, über die Checkboxes *0* und *1* auszuwählen, Bild 4. Daran anschließend sind wieder die logischen Verknüpfungen zu erstellen.

Obwohl dieses Programm streng genommen noch keine digitale Signalverarbeitung im Wortsinn darstellt, sollte es zwecks allgemeiner Funktionskontrolle der Ein- und Ausgänge auf den JAB3 übertragen werden. Dies erfolgt durch Klick auf die Schaltfläche *Link Compile Download* oder Betätigen der Funktionstaste *F7*. Erscheint rechts unten in der Statusleiste die Meldung *Active: Downloaded*, war der Vorgang erfolgreich. Ein eingespeistes Audiosignal wird nun direkt an den Ausgang weitergeleitet — so wie in der virtuellen Verdrahtung im Fenster *Schematic* dargestellt.

Lautstärkeeinstellung

Mit dem nächsten Schritt wird die eigentliche Signalverarbeitung durch Anlegen einer Lautstärkeeinstellung definiert. Aus der Gruppe *Volume Controls* fügt man das Modul *Single Volume* hinzu und „verdrahtet“ wieder alle Komponenten miteinander, Bild 5. Nach erneuter Übertragung des Programms auf JAB3 sollte sich das Ausgangssignal nun über den Schieberegler verringern lassen. Basiswert ist dabei immer der von der Audioquelle gelieferte Ausgangspegel.

Um diesen durch Einbeziehung des Verstärkers des JAB3 auch anheben zu können, klickt man im Modul *Single Volume* mit der rechten Maustaste mittig auf den Schieberegler und ändert den Maximalwert beispielsweise auf 20 dB. Nach Bestätigen mit der Enter-Taste lässt sich das Eingangssignal jetzt um bis zu 20 dB anheben, ohne dessen Pegel an der Audioquelle verändern zu müssen.

Equalizer

Eine weitere Beeinflussung des Eingangssignals kann über einen Equalizer erfolgen. Hierzu zieht man aus der Gruppe *Filters* das Modul *Medium Size Eq* in das Schaltbild und wählt mit einem rechten Mausklick auf das Modul anschließend unter *add Algorithm* → *IC 1* → *1 Channel – Double Precision* aus. Nach einem erneuten Klick am linken oder rechten Rand des Moduls wählt man unter *Grow Algorithm* die Anzahl der gewünschten Kanäle und nimmt anschließend wieder die logische Verknüpfung vor, Bild 6.

In die Felder am unteren Rand der Schieberegler sind die Frequenzen einzutragen, deren Pegel anzuheben bzw. abzusenken sind. Tipp: Hält man den Mauszeiger rechts bzw. links über die kleinen Pfeile des Stellknopfes, lässt sich die Frequenz bei gedrückter linker Maustaste und gleichzeitigem leichten seitlichen Bewegen der Maus verändern. Nach einer erneuten Übertragung des Programms an den JAB3 ist der Equalizer funktionsfähig.

Hoch-, Tief- und Bandpassfilter

Eine andere Bearbeitungsmöglichkeit des Audiosignals sind beispielsweise Hoch-, Tief- und Bandpassfilter. Letzteres lässt sich nach Einfügen des Moduls *General (2nd order)* aus der Gruppe *Filter* wie folgt realisieren: Nach einem Klick mit der rechten Maustaste auf das Modul, gefolgt von der Auswahl *add algorithm* → *IC1* → *1 Channel – Double Precision*, klickt man in das kleine blaue Oszillosgrammsymbol, worauf sich der Dialog *General Filter Settings* öffnet. Hier wählt man im Dropdown-Feld *General HP/LP/BP/BS* und anschließend im darunterliegenden Dropdown-Feld *Bandpass Filter* aus. Im Eingabefeld *Freq (Hz)* ist die Mittenfrequenz des Bandpassfilters einzutragen. Mithilfe der virtuellen Drehregler lässt sich die Bandbreite des Filters in *Oktaven* und damit die untere und obere Grenzfrequenz durch Lage der 3-dB-Punkte bestimmen, Bild 7.

Bei einer Oktave ist die obere Grenzfrequenz doppelt so hoch wie die untere. Somit ergibt sich beispielsweise bei der

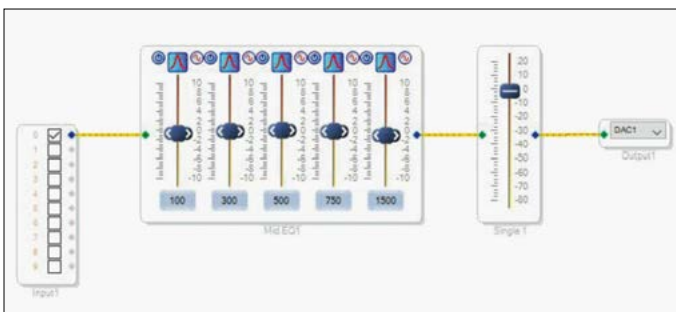


Bild 6: Durch Einfügen und Konfigurieren des Moduls *Medium Size Eq* lässt sich ein Equalizer mit bis zu 11 Kanälen realisieren. Es stehen *Peaking-* und *Shelving-*Equalizer zur Verfügung.

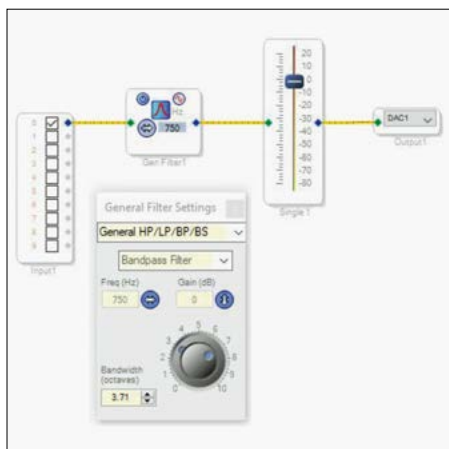


Bild 7: Nach dem Einfügen und Konfigurieren des Moduls *General (2nd order)* lassen sich eine Vielzahl von Filtern erstellen. Dieses Beispiel zeigt ein Bandpassfilter.

Mittenfrequenz $f_0 = 1$ kHz und einer gewählten Oktave von 1 als untere Grenzfrequenz $f_1 = 707$ Hz und als obere Grenzfrequenz $f_2 = 1414$ Hz. Der Gütefaktor Q beträgt in diesem Fall 1,412. Dabei gilt: Je höher die Güte, desto schmaler das Bandpassfilter.

■ Potenziometer

Die Änderungen von Lautstärke- und Filtereinstellungen über die Software sind während der Entwicklung der DSP-Funktionalität meist ausreichend. Im praktischen Einsatz hingegen wird man jedoch wohl auf externe Potenziometer zurückgreifen, die sich in ein Lautsprechergehäuse einbauen lassen. Eine weitere Möglichkeit, die vermutlich eher Hi-Fi-Enthusiasten nutzen werden, ist die Steuerung mithilfe von Bluetooth und einer Smartphone-App, die zu einigen Modulen angeboten wird.

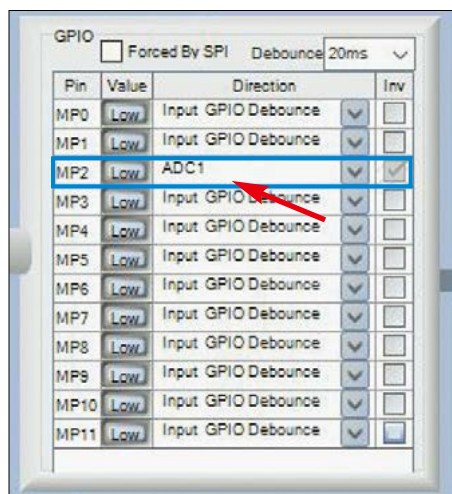


Bild 8: Im Fenster *Hardware Configuration* ist die Registerverwaltung des ADAU1701 zugänglich. Hier ist dem Potenziometer Pot4 (MP2) der A/D-Umsetzer ADC1 zuzuweisen. Die Potenziometer sind unter MP2, MP3, MP8 und MP9 konfigurierbar.

Für welches Modul man sich auch entscheidet, die nachfolgend beschriebenen Schritte gelten sowohl für das eine als das andere. Schaut man in das Datenblatt [2] unter der Rubrik *Function of Potentiometers*, sind den vier Potenziometern folgende Funktionen bereits zugeordnet:

- Pot1: Lautstärke Lautsprecher
- Pot2: Hochpassfilter Kanal 2
- Pot3: Hoch- oder Bandpassfilter Kopfhörerausgang
- Pot4: Lautstärke Kanal 1 (Lautsprecher an J10) und Kanal 2 (Kopfhörer an J3)

Um die Potenziometer nutzen zu können, ist ihre Aktivierung in der Software erforderlich. Im Fenster *Hardware Configuration* ist unter dem entsprechenden Tabulator zuerst das Registerfenster für den ADAU1701 aufzurufen, Bild 8. Um beispielsweise eine Lautstärkereinstellung für alle Ausgänge (Master für Lautsprecher- und Kopfhörerausgang) zu er-

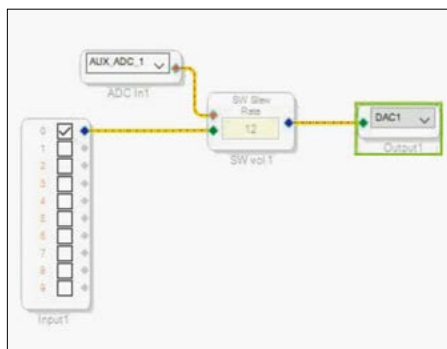


Bild 9: Für das Ansprechen des Potenziometers sind die Module *Auxiliary ADC Input* und *single Slew ext Vol* einzufügen. Dem Modul ist der A/D-Umsetzer ADC1 zuzuweisen.

stellen, ist unter *MP2* im Dropdown-Feld der dem Potenziometer bereits zugeordnete *ADC1* auszuwählen.

In das Schaltbild (*Schematic*) zieht man nun aus der Gruppe *IO* das Modul *Auxiliary ADC Input* hinein. Dieses stellt den Eingang des Potenziometers dar. Nun wird noch das Modul *single Slew ext Vol* aus der Gruppe *Volume Control* hinzugefügt. Es steht für einen Lautstärkesteller mit externer Steuerung. Sind die logischen Verknüpfungen gemäß Bild 9 hergestellt und das Programm auf den JAB3 geladen, sollte die Lautstärkeänderung über das Potenziometer *Pot4* möglich sein.

Ist der JAB3 zum Einbau in ein Lautsprechergehäuse vorgesehen, möchte man die Lautstärke- oder Filtereinstellungen natürlich auch über entsprechende Bedienelemente auf der Frontseite durchführen können. Beim JAB3 müssten dazu allerdings die werkseitig vorhandenen Potenziometer ausgelötet werden, um an die

Anschlüsse zu gelangen. Einfacher kann es sein, das Model *JAB3+ (TPA230 DSP BT)* zu verwenden. Dieses ermöglicht den Anschluss externer Potenziometer über Wannenstecker und verfügt sogar über die bereits erwähnte Bluetooth-Funktion, über die sich in Verbindung mit der App *Miumax* [4] eine drahtlose Steuerung realisieren lässt.

Auf diese Weise kann man nun den Signalweg vom Eingang bis zum Ausgang mit einer Vielzahl von weiteren Funktionsblöcken beeinflussen. Nicht alle, die verfügbar sind, werden jedoch immer erforderlich sein.

■ Fazit

Mit einem finanziellen Aufwand von weniger als 100 € lässt sich ein leistungsfähiges und individuell konfigurierbares DSP-System aufbauen. Die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten dürften Funkamateure wie Hi-Fi-Spezialisten gleichermaßen beeindruckern. Wer DSP voll ausnutzen möchte, kommt allerdings nicht darum herum, sich mit den Grundlagen der Audio- und DSP-Technik tiefer vertraut zu machen.

Eine interessante Herausforderung in Zusammenhang mit DSP im Amateurfunk ist die Bearbeitung des vom Transceiver kommenden Audiosignals hinsichtlich der Rauschunterdrückung. Wie mir Ryan Boyle von *Analog Devices* auf meine Nachfrage mitteilte, ist der ADAU1701 des JAB3 jedoch leider nicht kompatibel mit dem für diese Funktion erforderlichen Algorithmus. Hierzu wären der ADAU145x bzw. ADAU146x geeignet.

Sein Kollege, David Thibodeau, wies mich dann noch freundlicherweise auf einen Thread in der *ADI Engineer Zone* hin, der eine interessante Lösung des Problems darstellen könnte und auch auf dem ADAU1701 umsetzbar ist [5]. Die dort veröffentlichte Datei *Singal-Track-14-filter_1761.dspproj.Zip* ist zwar für den ADAU1761 erstellt, lässt sich jedoch leicht an den ADAU1701 anpassen.

dc8fg@funkamateur.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Frank Anhäuser Boomaudio: Wondom TPA1100 DSP Mono- Endstufe JAB3. www.boomaudio.de/wondom-tpa1100-dsp-mono-endstufe-jab3
- [2] Analog Devices: Sigma Studio. www.analog.com/en/resources/evaluation-hardware-and-software/software/ss_sigst_02.html#software-overview
- [3] Analog Devices: SigmaStudio and SigmaDSP Documentation. <https://wiki.analog.com/resources/tools-software/sigmastudio>
- [4] Sure Electronics: Miumax App 2.0. <https://store.sure-electronics.com/document/file/239>
- [5] Analog Devices: Engineer Zone. <https://ez.analog.com> → Suche: Noise reduction algorithm module for Fs=48kHz

Remote-Betrieb mit Wfview und Raspberry Pi als Server

Dipl.-Ing. WERNER SCHNORRENBURG – DC4KU

Wfview ist eine Open-Source-Software, mit der sich moderne Icom-Transceiver fernsteuern lassen. Allerdings ist zu diesem Zweck ein lokaler Server erforderlich, an den das betreffende Funkgerät via USB anzuschließen ist. Eine mögliche Alternative zum PC-Server ist die Verwendung eines Raspberry Pi, was neben der günstigeren Energiebilanz auch weitere Vorteile mit sich bringt. Bei der Installation gibt es jedoch einiges zu beachten, wie im Folgenden gezeigt.

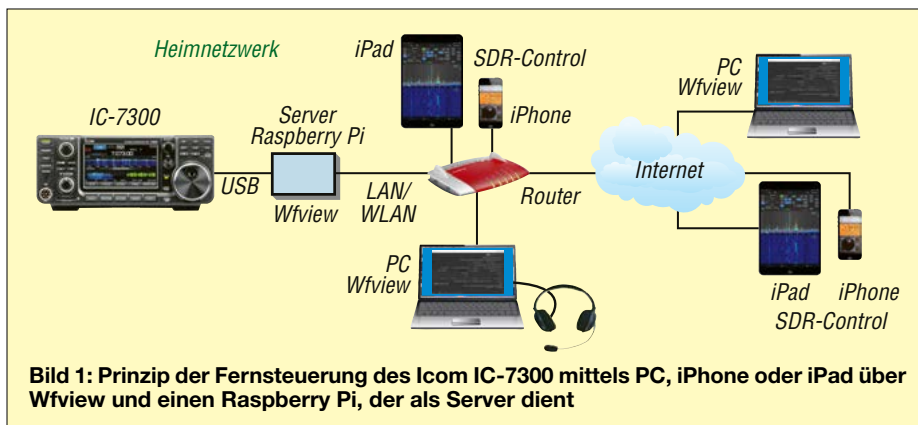
Mit der Open-Source-Software Wfview [1] können Icom-Transceiver wie z.B. IC-7300, IC-7610, IC-9700 und IC-8600 auf einfache Art ferngesteuert werden. In [2] hatte ich bereits die Installation beschrieben, bei der lediglich das Programm *wfview.exe* [3] auf einem PC installiert werden musste.

Wird der PC mit dem heimischen Router verbunden, erhält er automatisch eine IP-Adresse zugewiesen und arbeitet somit als Server für den IC-7300. Anschließend kann der Transceiver über alle PCs, auf denen Wfview installiert ist, sowohl im Heimnetzwerk per LAN/WLAN als auch

erfolgt die Installation in mehreren Schritten, die ich nachstehend beschreibe. Als Beispiel dient die Einrichtung eines IC-7300 für den Remote-Betrieb.

■ Installation des Betriebssystems

Im Browser des PC wird zunächst die Adresse www.raspberrypi.com/Software aufgerufen und mit dem Mauszeiger auf *Download for Windows* geklickt. Nach dem anschließenden Doppelklick auf die heruntergeladene Datei *imager_1.8.5* und einigen Sekunden Wartezeit öffnet sich die Image-Datei *Raspberry Pi-Imager v1.8.5*, Bild 2, die zur Installation der



übers Internet (DSL) ferngesteuert werden. Bei letztgenannter Variante sollte ein *virtuelles privates Netzwerk* (VPN) verwendet werden, weil Port-Weiterleitungen einen Hacker-Angriff erleichtern könnten [4]. Anstelle eines PC kann auch der preisgünstige Einplatinen-Computer *Raspberry Pi* (im Weiteren *RPi*) verwendet werden, der dann dessen Funktion übernimmt und noch einiges mehr kann [5]. In Bild 1 sind die prinzipiellen Möglichkeiten dieser Fernbedienung skizziert. Der einzige Nachteil eines RPi ist dessen Einrichtung und Installation, welche etwas Geduld und Zeit erfordern. Zur Steuerung eines Transceivers über RPi gibt es leider keine „fertige“ Software, die man auf die verwendete SD-Karte kopieren könnte. Stattdessen

RPi-Software auf einer Mini-SD-Speicherkarte dient. Eine Ausführung mit 8 GB genügt in diesem Fall.

Unter *Modell* ist das des verwendeten RPi zu wählen. Getestet habe ich RPi3 und RPi4. Bei *OS Wählen* wird die Software angegeben, die auf der SD-Karte instal-



Bild 2: Menü zum Herunterladen der Software Raspberry Pi Imager v1.8.5

liert werden soll, im Beispiel *Raspberry Pi OS (Legacy, 32Bit)*. Dann auf *SD-Karte wählen* klicken und die SD-Karte markieren, die man zuvor in den SD-Kartenadapter des Windows-PC gesteckt hatte. Hier ist Vorsicht geboten, um nicht aus Versehen das falsche Laufwerk zu wählen.

Nach dem Mausklick auf *Weiter* erscheint die Frage, ob Anpassungen vorgenommen werden sollen, was durch Klick auf den Button *Einstellungen* zu quittieren ist. In den darauffolgenden Feldern trägt man einen Host-Namen, z.B. *raspberrypi*, einen Benutzernamen, wie beispielsweise *werner*, und ein Passwort ein. Unter *Dienste* ist unbedingt *SSH* zu aktivieren und dies abzuspeichern. Daraufhin folgt die Frage, ob die Anpassungen verwendet werden sollen, die mit Klick auf den Button *Ja* zu beantworten ist.

Falls sich auf der SD-Karte noch irgendwelche Daten befinden, werden diese automatisch gelöscht. Nach Klick auf *Weiter* wird das Schreiben auf den Datenträger vorbereitet und die Installation beginnt. Dies kann einige Minuten dauern. Nach erfolgreichem Download und Schreibvorgang ist die SD-Karte aus dem PC-Kartenslot zu entfernen und in den Kartenhalter des RPi zu stecken.

Raspberry Pi mit dem PC steuern

Zur Darstellung der grafischen Oberfläche des RPi müsste man dort einen Bildschirm, eine Tastatur und eine Computermaus anschließen, was insgesamt recht aufwendig wäre. Einfacher ist es, den RPi über einen Remote-PC im Heimnetz fernzusteuern.

Hierzu muss eine sogenannte *VNC-Viewer-Software* sowohl auf dem PC als auch auf dem RPi installiert bzw. aktiviert werden. Zur Aktivierung am RPi sind am PC das Windows-Programm *PowerShell* zu öffnen (zu finden unter *Start* → *Windows-Tools*) und dort gemäß vorliegendem Beispiel der Befehl *ssh werner@raspberrypi* (Username, Hostname) einzugeben, Bild 3. Nach Eingabe des Passworts (ohne Anzeige auf dem Monitor) wird der RPi vom PC erkannt und kann nach erneuter Eingabe des Befehls *werner@raspberrypi* vom PC aus konfiguriert werden, Bild 3.

Nach Eingabe von *~\$ sudo raspi-config* und *Return* öffnet sich das *Configuration Tool* des RPi, welches für Grundeinstellungen genutzt wird. Dort ist *3 Interface Options* zu wählen, Bild 4, und in der darauffolgenden Liste der Eintrag *I3 VNC* zu öffnen, Bild 5. Nach Betätigung der Enter-Taste ist der *RealVNC-Server* des RPi mit *Enable* zu aktivieren.


```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Lernen Sie das neue plattformübergreifende PowerShell kennen - https://aka.ms/powershell

PS C:\Users\Werner.Sg> ssh werner@raspberrypi
werner@raspberrypi's password:
Linux raspberrypi 6.1.21-v7+ #1642 SMP Mon Apr 3 17:20:52 BST 2023 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/*copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Tue May 20 21:40:32 2025 from 2003:c4:870f:100:287c:873f:eb1f:1fc8

Wi-Fi is currently blocked by rfkill.
Use raspi-config to set the country before use.

werner@raspberrypi:~$ sudo raspi-config
```

Bild 3:
Beispiel für die
Eingaben in der
Kommandozeile
des Programms
Windows PowerShell

Anschließend muss die VNC-Software noch auf dem PC installiert werden. Hierzu ist von der Website <http://realvnc.com/de/connect/download/viewer> das Programm VNC-Viewer für Windows herunterzuladen und anschließend zu starten. Ein Account muss nicht eingerichtet werden und der Viewer ist kostenfrei. Zur Anmeldung sind lediglich die IP-Adresse und der Host-Name des RPi anzugeben und zur Authentifizierung der Benutzername und das Kennwort.

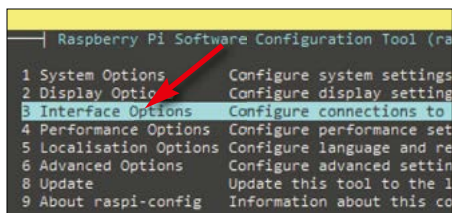


Bild 4: Auswahl im Raspberry Pi Software Configuration Tool

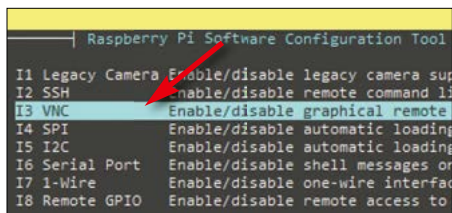


Bild 5: RealVNC am RPi aktivieren

Nach Start des VNC-Viewers und Doppelklick auf das betreffende Icon, öffnet sich die Oberfläche des RPi am PC und der Raspberry Pi kann anschließend in allen Funktionen eingestellt werden.

■ Installation von Wfview

Im Internetbrowser des RPi ist zu diesem Zweck die Seite <https://wfview.org/download/#source> zu öffnen und im Text auf die Passage *Debian Build Script* zu gehen, Bild 6. Dort ist der Ablauf der Installation beschrieben. Das Video www.youtube.com/watch?v=Qqs3_j2w6-k sollte man sich anschauen. Es beschreibt die Installation unter Linux sehr ausführlich.

Das Skript <https://gitlab.com/eliggett/scripts/-/blob/master/fullbuild-wfview.sh> ist zu öffnen und auf *Download* zu klicken, woraufhin die Datei *fullbuild-wfview.sh* heruntergeladen und unter *~/Downloads* im RPi abgespeichert wird. Dann öffnet man *LXTerminal* und positioniert beide

Fenster im Bildschirm nebeneinander, Bild 7. Anschließend werden über *Copy* → *Paste* die folgenden Befehle nacheinander in das geöffnete *LXTerminal* kopiert und jede Anweisung nach der Eingabe mit der Enter-Taste abgeschlossen:

```
cd ~/Downloads
chmod +x fullbuild-wfview.sh
./fullbuild-wfview.sh
```

Nach dieser Befehlseingabe erfolgt die Installation von *Wfview* auf der SD-Karte, was bis zu 15 min dauern kann. Während der Installation eingeblendete Fragen sind mit *Y (Yes)* zu beantworten. Nachdem die Installation abgeschlossen ist, kann *Wfview* über *Internet* → *wfview* gestartet werden, Bild 9, und die Oberfläche von *IC 7300-wfview* öffnet sich auf dem Monitor. Die Installation auf dem RPi ist damit abgeschlossen.

Wfview lässt sich jetzt auf allen PCs im Shack öffnen, auf denen diese Software zuvor installiert wurde. Dies funktioniert sowohl im Heimnetzwerk als auch von außerhalb über das Internet. Im Router (z. B. *FritzBox 7490*) findet man unter *Heimnetz* → *Netzwerke* die IP-Adresse des verwendeten RPi, im Beispiel 192.168.178.43, die man sich notieren sollte, Bild 8.

■ Einstellungen am IC-7300

Damit der IC-7300 vom RPi erkannt wird, müssen im Transceiver (falls noch nicht geschehen) einige Einstellungen vorgenommen werden. Unter *Menü* → *Set* → *Connectors* → *CI-V* → *CI-V USB Port* ist auf *Unlink from REMOTE* einzustel-

len. Die Baudrate für *CIV* und *USB* ist auf den Wert *115 200* einzustellen und die *CI-V-Adresse* auf *94*.

Einstellungen in Wfview

Falls beim Start von *Wfview* noch eine Fehlermeldung erscheint, müssen die betreffenden Einstellungen (Settings) kontrolliert werden [6]. Im geöffneten Programm ist auf *Disconnect from Radio* und *Settings* zu gehen, woraufhin sich das Menü *Settings-wfview* öffnet, Bild 10. Dort sind unter *Radio Access* folgende Einstellungen zu prüfen und gegebenenfalls zu korrigieren:

- *Radio Connection*: Icom
- *Serial (USB)*: On
- *Serial Device*: ttyUSB0 (IC-7300-030 13503)
- *CV-I and Model*: 94
- *Baud Rate*: 115 200
- *PTT Type*: CIV

Falls Änderungen vorgenommen wurden, sind diese durch Mausklick auf *Save Settings* zu speichern.

Dann sind das Menü *Radio Server* zu öffnen, Bild 11, und dort ebenfalls die Einstellungen zu prüfen bzw. zu korrigieren:

- *Control Port*: 50001
- *CI-V Port*: 50002

Unter *Audio Port* lautet die Einstellung 50003 und ist damit identisch mit der im IC-7300 (Username und Passwort des IC-7300 eingeben). Als *RX Audio Input* und *TX Audio Codec* ist *USB Audio Codec* – (*hw2.0*) einzustellen und bei *Audio System* muss der Eintrag *Port Audio* stehen. Nach Mausklick auf *Enable* sind die Einstellungen zu speichern (*Save Settings*).

Fernbedienung über SDR-Control

Da der IC-7300 jetzt über einen Server arbeitet, lässt er sich auch in das Programm *SDR-Control* integrieren, das für macOS geschrieben wurde und z. B. auf dem *iPad* lauffähig ist. Dazu ist dort die genannte App zu installieren. Dann geht man auf *Add*, trägt *Titel*, *IP-Adresse*, *Port*,

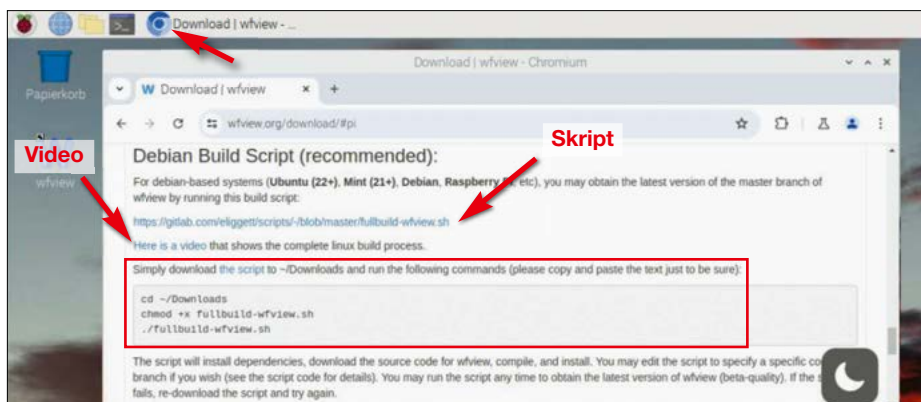


Bild 6: Beschreibung von Download wfview unter Debian Build Script

Username und Password ein und schließt mit Add ab. Nach dem Mausklick auf Connect öffnet sich die Programmoberfläche des IC-7300 auf dem iPad und das Gerät lässt sich in sämtlichen Funktionen einstellen und bedienen.

Zum technischen Hintergrund: Hier wird dem Programm „vorgedauert“, der IC-7300 hätte, ebenso wie der IC-705, IC-7610 oder IC-9700, eine eingebaute Netzwerkkarte, obwohl er in Wirklichkeit nur einen USB-Anschluss besitzt. Wer mehr dazu erfahren möchte, kann z.B. in [7], [8] oder [9] nachlesen.

Hinweise zum Betrieb

Damit die Übertragung funktioniert, muss Wfview zuvor auf dem RPi gestartet worden sein. Deswegen sollte der RPi immer eingeschaltet bleiben, was bei einer Leistungsaufnahme von nur etwa 2,5 W hinsichtlich der Energiekosten auch auf Dauer kaum ins Gewicht fällt. Schaltet man

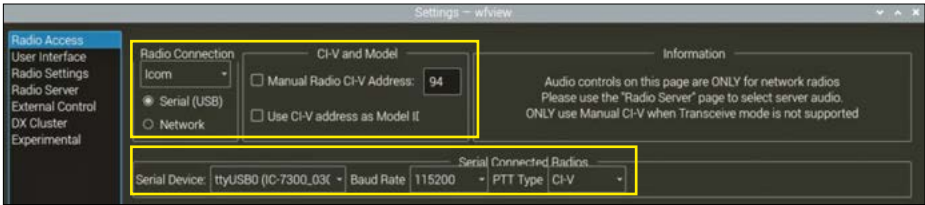


Bild 10: Wfview-Einstellungen unter Radio Access ...

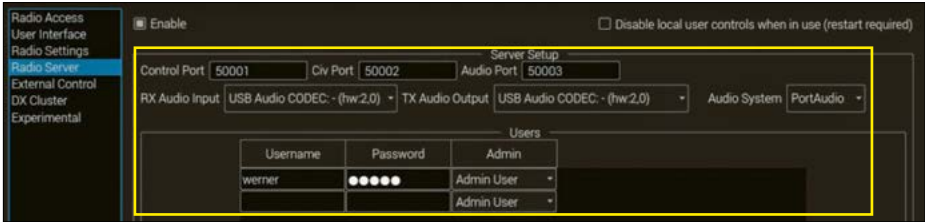


Bild 11: ... und unter Radio Server

Screenshots: DC4KU

ihn trotzdem aus und jedes Mal wieder neu ein, muss Wfview stets erneut manuell gestartet werden.

Alternativ lässt man Wfview vom RPi nach dem Einschalten automatisch selbst starten, auch dies ist möglich. Die Datenübertragungsrate beträgt etwa 65 kBit/s. Dies entspricht etwa 234 MBit/h, mit ei-

ner noch akzeptablen Latenzzeit (Delay) von etwa 200 ms.

Raspberry Pi als Remote-Server

Vergleicht man den Einsatz eines PC mit dem eines Raspberry Pi als Wfview-Server, liegen die Vorteile meines Erachtens eindeutig beim RPi und dies nicht nur wegen seines geringeren Preises im Vergleich zum PC. Der RPi dient in dieser Anwendung ausschließlich als Server für den Transceiver und hat keine weiteren Funktionen. Ein Windows-PC wird jedoch nebenbei oft noch mit irgendwelchen anderen Aufgaben belastet, z.B. Updates oder eingehenden E-Mails, was sich im Serverbetrieb durch Knackstörungen während des Empfangs bemerkbar macht und nicht selten sogar zur Unterbrechung der Funkverbindung führt. Dies kann nicht passieren, wenn ein Raspberry Pi als Server arbeitet. Ein solcher läuft in meinem Shack schon über Tage und Wochen störungsfrei und ist deswegen „unschlagbar“.

dc4ku@darc.de

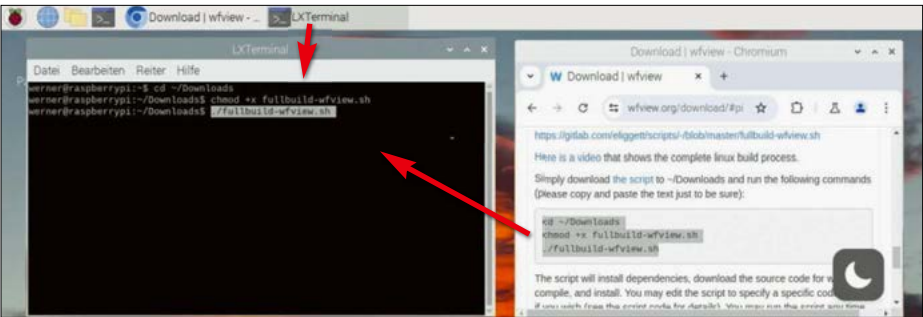


Bild 7: Kopie der Kommandos von Download wfview nach LXTerminal



Bild 8: Die IP-Adresse des verwendeten Raspberry Pi im LAN findet sich in der Liste der Netzwerkeinstellungen des Routers.



Bild 9: Programmoberfläche von Wfview unter VCN-Viewer während des Betriebs

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Paßmann, W., DJ6JZ: WFView – Open-Source-Interface für Icom-Transceiver. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 11, S. 864–867
- [2] Schnorrenberg, W., DC4KU: Fernsteuerung des IC-7300 mit wfview. CQ DL 93 (2022) H. 5, S. 14–17; https://dc4ku.darc.de/wfview_IC-7300.pdf
- [3] Wfview – Open Source interface for Icom transceivers. <https://wfview.org/download>
- [4] Schnorrenberg, W., DC4KU: Transceiver-Fernsteuerung mit MyFritz und VPN. CQ DL 96 (2025) H. 2, S. 14–17
- [5] Raspberry Pi Ltd.: www.raspberrypi.com
- [6] Wfview settings: <https://wfview.org/wfview-user-manual/settings>
- [7] Schnorrenberg, W., DC4KU: iPad SDR-Control-App für IC-7300. CQ DL 94 (2023) H. 4, S. 23–25; https://dc4ku.darc.de/iPad_SDR-Control_App_mit_IC-7300.pdf
- [8] Schnorrenberg, W., DC4KU: SDR-Control Mobile für iPhone. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 6, S. 446–449 und https://dc4ku.darc.de/iPhone_SDR-Control-Mobile_DC4KU.pdf
- [9] Schnorrenberg, W., DC4KU: Fernsteuerung eines IC-7300 mittels Wfview und SDR-Control für iOS. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 4, S. 278–279
- [10] Schnorrenberg, W., DC4KU: Fernsteuerung Icom-Transceiver. CQ DL 93 (2022) H. 3, S. 18–19

Selbst gebauter isolierender Gleichspannungswandler

Dr. MARTIN OSSMANN

Der in diesem Beitrag beschriebene unregelte Gleichspannungswandler setzt die Eingangsspannung von 5 V in eine symmetrische Ausgangsspannung von $\pm 4,5$ V um, wobei keine galvanische Verbindung zwischen Ein- und Ausgangsklemmen besteht.

Als Gleichspannungswandler werden elektronische Schaltungen bezeichnet, die eine am Eingang zugeführte Gleichspannung in eine mit höherem, niedrigerem oder invertiertem Spannungsniveau wandeln. Dies erfolgt mithilfe eines periodisch arbeitenden, elektronischen Schalters und eines Energiespeichers.

zwei Wicklungen von je 4,7 mH als 1:1-Übertrager.

Der Operationsverstärker IC1a arbeitet als Rechteckoszillator, wobei sein Ausgang gleichzeitig einen Anschluss der Primärseite L1a des Übertragers ansteuert. Es handelt sich um die klassische Multivibratorschaltung mit einem OPV. Die

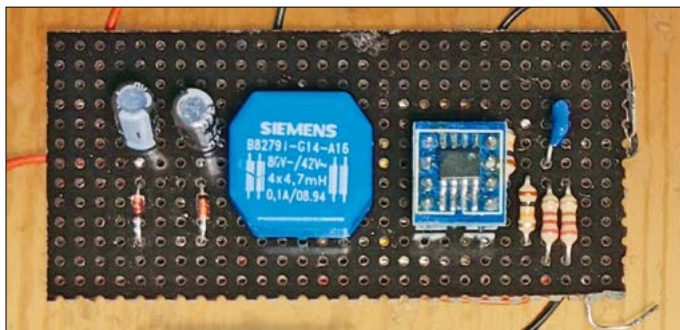


Bild 1:
Der Probeaufbau des Spannungswandlers erfolgte auf einer Lochrasterplatte, wobei der Operationsverstärker auf eine Adapterplatte aufgelötet wurde.

Foto und Screenshot: Oßmann

Manche Anwendungen erfordern Betriebsspannungen, deren Bezugspotenzial galvanisch vom Rest der Schaltung getrennt ist. Dafür habe ich ein kleines Modul entworfen, das die galvanisch getrennte Umsetzung von +5 V auf belastungsabhängig bis $\pm 4,4$ V übernimmt, Bild 1.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung in Bild 2 liefert als Ausgangsspannung etwa $\pm 4,2$ V bei einem Laststrom von 10 mA und noch $\pm 2,8$ V beim Wert von 50 mA. Schaltungstechnisch handelt es sich um einen unregelten, isolierenden Vollbrücken-Konverter. Er besteht im Wesentlichen aus einem Zweifach-Operationsverstärker (OPV) vom Typ LMH6643 und einer Gleichtakt-drossel Siemens B82791-G14-A16 mit

Widerstände R2 und R1 dienen zur Rückkopplung bzw. Gegenkopplung.

Mit den in Bild 2 angegebenen Bauteilwerten schwingt der Oszillator mit einer Frequenz von etwa 80 kHz.

IC1b arbeitet als invertierender Treiber. Sein Ausgang ist mit dem anderen Anschluss der Primärwicklung L1a verbunden. Der Übertrager wird dadurch in Brückenschaltung gespeist.

Wichtig ist, dass der OPV schnell ist und einen ausreichend hohen Ausgangsstrom liefern kann. Diese Forderungen erfüllt der LMH6643, der immerhin ein Verstärkungs-Bandbreiten-Produkt (GBW) von 130 MHz aufweist und bis 75 mA liefern kann. Seine Auslegung als Rail-to-Rail-OPV ermöglicht es, den Übertrager nahezu vollständig zwischen dem Massepo-

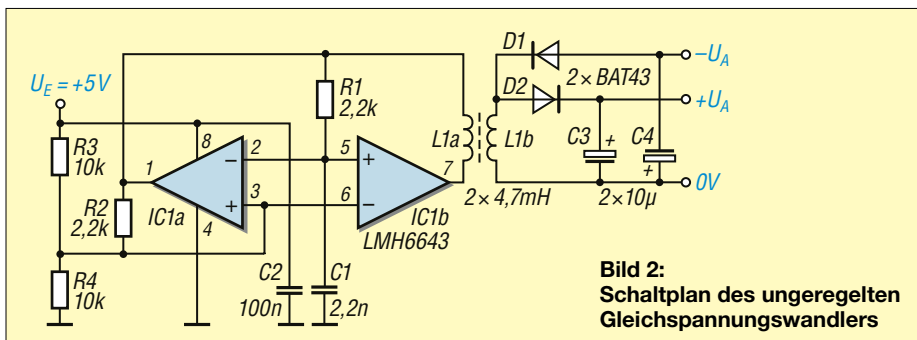


Bild 2:
Schaltplan des unregulierten Gleichspannungswandlers

tenzial und der 5-V-Betriebsspannung anzusteuern.

Im Leerlauf stehen Ausgangsspannungen von über $\pm 4,5$ V nach der Zweiweg-Gleichrichtung zur Verfügung. Bei 10 mA Ausgangsstrom sinken die Werte auf etwa $\pm 4,2$ V, bevor bei einer Belastung über 55 mA die Rechteckspannung zusammenbricht. In Bild 3 ist die Abhängigkeit der Ausgangsspannung vom Laststrom dargestellt. Der nahezu lineare Verlauf resultiert aus einem Wandler-Innenwiderstand von etwa 50 Ω . Bild 4 zeigt die Rechtecksignale an den OPV-Ausgängen. Erkennbar ist die Ansteuerung des Übertragers mit zwei um 180° phasenverschobenen Signalen.

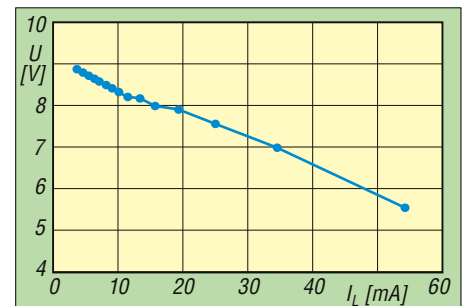


Bild 3: Zwischen $+U_A$ und $-U_A$ gemessene Ausgangsspannung bei unterschiedlichen Lastströmen I_L

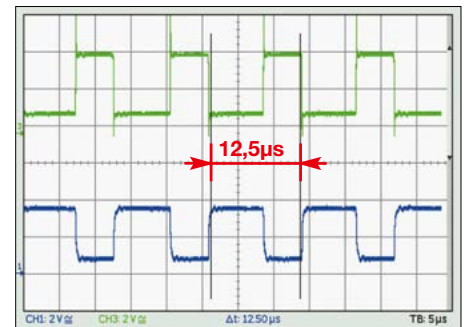


Bild 4: Spannungsverläufe an den OPV-Ausgängen IC1a (blau) und IC1b (grün) unter 35-mA-Last; vertikale Auslenkung jeweils 2 V/Div.

Erweiterungen, Änderungen

An die Ausgänge lassen sich bei Bedarf beliebige Spannungsregler schalten, wenn eine stabile Ausgangsspannung gefordert wird. Um 5 V für eine Anwendung zu erhalten, habe ich einen Low-drop-Spannungsregler LP2950 ACZ5,0 an die Anschlüsse $+U_A$ und $-U_A$ geschaltet. Der 0-V-Anschluss blieb frei.

Statt der Gleichtakt-drossel kann man einen Ringkern mit hoher Permeabilität bewickeln, sodass die Primärimpedanz mindestens 4,7 mH beträgt. Mit verändertem Übertragungsverhältnis lassen sich auch andere Ausgangsspannungen erzeugen. Auch mehr als zwei Ausgänge sind möglich.

ossmann@fh-aachen.de

Multiband-WSPR-Bake auf Basis des QRP-Transceivers μ BitX V6

JOCHEN HERRIG – DG7JH

Für die Beurteilung von Antennen und Ausbreitungsbedingungen ist der Betrieb einer WSPR-Bake ein gutes Hilfsmittel. Neben dafür industriell hergestellten Sendern oder der Verwendung des Stationstransceivers in Verbindung mit der Software WSJT-X eignen sich auch andere Lösungen für den computerlosen Betrieb, so beispielsweise die Modifikation des QRP-Transceivers μ BitX V6.

Der QRP-Transceiver μ BitX, eine Entwicklung des indischen Funkamateurs Ashhar Farhan, VU2ESE, hat sich auch hierzulande bei QRP-Freunden einen Namen gemacht. Insbesondere der analoge Aufbau des Sende- und Empfangszweigs in Kombination mit der auf einem Arduino Nano basierenden digitalen Transceiversteuerung lädt dazu ein, Funktionsän-

derungen bzw. -erweiterungen vorzunehmen – ein von Ashhar auch ausdrücklich gewolltes und unterstütztes Konzept.



Bild 1:
QRP-Transceiver
 μ BitX V6, modifiziert
für den Betrieb als
WSPR-Bake

Fotos und Screenshots: DG7JH

derungen bzw. -erweiterungen vorzunehmen – ein von Ashhar auch ausdrücklich gewolltes und unterstütztes Konzept.

■ Geschichte des μ BitX

Die ersten Erfolge hatte Ashhar mit Mono-band-QRP-Transceivern wie dem für das 40-m-Band ausgelegten *BITX40* [1]. Ab 2017 konzentrierte er seine Arbeit auf die Entwicklung des Mehrband-QRP-Transceivers μ BitX [2]. Bereits Ende des gleichen Jahres begann der Vertrieb des alle klassischen Kurzwellenbänder zwischen 10 m und 80 m abdeckenden Geräts.

Der Transceiver wird als Bausatz angeboten, welcher aus einer bereits bestückten Platine für die analoge Sende- und Empfangstechnik sowie der digitalen Steuerungseinheit, *Raduino* genannt, besteht. Letztere setzt sich aus einem LC-Display, einem Si5351 für die Signal-erzeugung und einem Arduino Nano zusammen. Zu seiner Einführung wurde der Bausatz für weniger als 100 € angeboten, ein passendes Gehäuse kann dazu erworben werden.

In den nachfolgenden Jahren erschienen diverse leicht verbesserte Varianten. Das bislang letzte Modell ist der μ BitX V6 [3]. Er kam 2022 auf den Markt und ist nach wie vor erhältlich. Leider hat sich sein Preis inzwischen jedoch mehr als verdoppelt.

Die μ BitX-Versionen 5 (ab 2019) und 6 unterscheiden sich im Wesentlichen nur

in der Displayeinheit. Bis einschließlich Version 5 wurde ein zweizeiliges LC-Display eingesetzt, ab Version 6 findet ein 2,8-Zoll-Farb-Touchdisplay mit einer Auflösung von 240 × 320 Pixeln Ver-

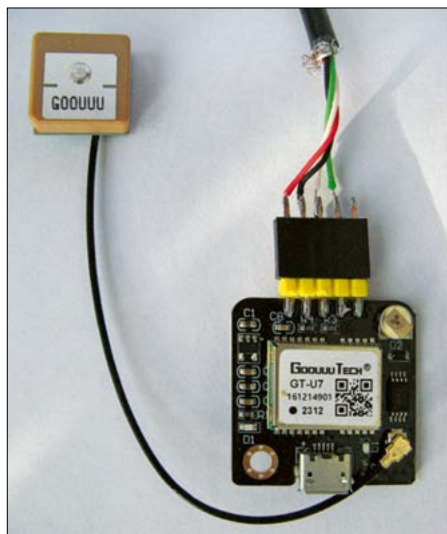


Bild 2: GPS-Modul GT-U7 mit angeschlossener Antenne und Verbindungsleitung zum *Raduino*

wendung. Es bietet zwar eine bessere Ablesbarkeit und mehr Bedienkomfort, das Design der Bedienoberfläche ist jedoch recht schlicht gehalten. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass der Arduino Nano hier an die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit stößt und neben der Steuerung des Transceivers nicht noch eine aufwendige Displaysteuerung übernehmen kann.

Das erkannte auch Jan Lee, KD8CEC, und entwickelte eine ansprechendere und leistungsfähigere Benutzeroberfläche auf Basis eines *Nextion-Displays* [4]. Diese bot nun neue Features wie ein S-Meter, die der μ BitX von Haus aus nicht mitbringt. Die Nutzung dieser zusätzlichen Leistungsmerkmale erfordert allerdings einige kleine Hardwaremodifikationen. Das Nextion-Display enthält einen eigenen Verarbeitungsprozessor und Speicher und ermöglicht so eine schnellere Darstellung der zugleich aufwendigeren Benutzeroberfläche. Welche Fehlerbehebungen und Funktionserweiterungen von der Nutzergemeinde des μ BitX sonst noch durchgeführt wurden, lässt sich bei [5] nachlesen.

■ μ BitX als WSPR-Bake

Neben der guten Dokumentation der Hard- und Firmware des μ BitX verfügt das Gerät über eine solide Endstufe sowie schaltbare Tiefpassfilter. Besonders praktisch ist die Steuerung durch einen Arduino Nano, da für diese Entwicklungsplattform verschiedene, in der Praxis bewährte Softwarelösungen existieren, die es nur noch zu adaptieren gilt.

Einziger Wermutstropfen ist das Fehlen einer Zeitbasis, die für die Synchronisation der WSPR-Aussendungen unabdingbar ist. Diese kann aber leicht und preiswert mit einem GPS-Modul nachgerüstet werden (siehe Abschnitt *μ BitX und GPS*).

Vorbereitungen

Wichtig: Nach dem Übertragen der neuen Firmware auf den μ BitX gehen die Kalibrierungsdaten des Geräts verloren. Diese lassen sich zwar nach Aufspielen der Original-Firmware [6] wiederherstellen, aber praktischer und sicherer ist es, stattdessen einen zweiten Arduino Nano zu kaufen. Es reicht auch ein preiswerter Klon, der beispielsweise bei den bekannten Online-Handelsplattformen erhältlich ist. Das Mikrocontroller-Modul ist auf der Rückseite der *Raduino*-Platine lediglich aufgesteckt und lässt sich daher leicht austauschen. Der Arduino Nano mit der originalen μ BitX-Firmware wird

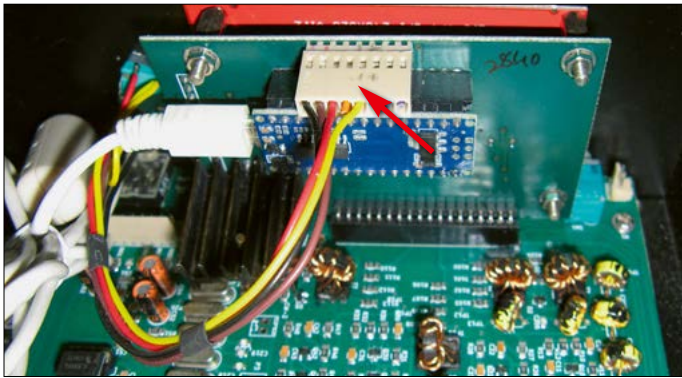


Bild 3: Bei einem originalen µBitX ist das Anschlusskabel des Dreh-Encoders (Pfeil) mit der Steckleiste des Raduino verbunden.

eingelagert, bis man den µBitX wieder als KW-Transceiver nutzen möchte. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt es sich zudem, mithilfe des *µBitX_Managers* von KD8CEC [7] die Kalibrierungsdaten auszulesen und zu sichern. So lassen sie sich bei Bedarf wieder einspielen. Ausprobiert habe ich das jedoch bislang nicht.

µBitX und GPS

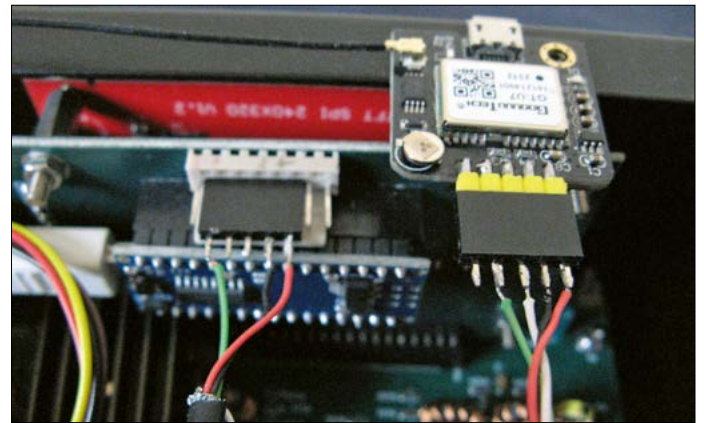
Der GPS-Empfang bietet eine einfache und preisgünstige Möglichkeit, eine präzise Zeitinformation zu erhalten. Prinzipiell lässt sich jedes GPS-Modul verwenden, das die GPS-Informationen als NMEA-Datensätze (*National Marine Electronics Association*) zur Verfügung stellt. Meist wird für diese Aufgabe ein *NEO-6M*-Modul verwendet, ich bevorzuge jedoch das dazu kompatible *GT-U7*, Bild 2.

Der Vorteil beim *GT-U7* liegt in der zusätzlich zum seriellen Ausgang vorhandenen Micro-USB-Buchse, über die sich das Modul direkt an einen PC anschließen lässt. So kann man sich mit dem NMEA-Protokoll vertraut machen, prüfen, ob das *GT-U7* korrekt funktioniert und wie die Empfangsverhältnisse am geplanten Einsatzort sind.

Um die Empfangsdaten auszulesen, kann zwar bereits der *serielle Monitor* der Arduino-IDE verwendet werden, jedoch bieten NMEA- bzw. GPS-Monitore, wie sie beispielsweise bei www.visualgps.net erhältlich sind, deutlich mehr Komfort und Informationen.

Leider ist es nicht möglich, über die USB-Buchse des *GT-U7* direkt mit dem Arduino Nano zu kommunizieren, da dieser hierzu als USB-Host arbeiten und

Bild 4: Hier wird beim Betrieb des µBitX als WSPR-Bake stattdessen der GPS-Empfänger angeschlossen. Der Dreh-Encoder ist für den Betrieb der WSPR-Bake nicht erforderlich.



die USB-Kommunikation steuern müsste. Aus diesem Grund ist der serielle TXD-Pin des *GT-U7* zu verwenden, um die Zeitinformation aus dem GPS-Signal an den µBitX zu übertragen.

Der Anschluss des *GT-U7* erfolgt an der oberen achtpoligen Steckleiste des Raduino. Dort sind neben der 5-V-Betriebsspannung auch die analogen Pins A0 bis A3 sowie A6 und A7 des Arduino Nano herausgeführt. Hier ist im Originalzustand des µBitX der Stecker für den Dreh-Encoder angeschlossen, Bild 3. Diesen zieht man ab und schließt an die Pins 2, 5 und 6 das *GT-U7* an, siehe Tabelle 1 und Bild 4. Pin 1 der Steckleiste ist zwar in der Firmware als TXD definiert und würde am GPS-Modul zu RXD führen, aber da nichts an das GPS-Modul übertragen wird, kann diese Verbindung entfallen.

■ Flüstern, nicht Schreien

WSPR-Aussendungen erfolgen üblicherweise mit maximal 5 W (entsprechend 37 dBm). Daher reduzierte ich mittels vier seriell und in Flussrichtung geschalteter Siliziumdioden des Typs 1N5400 die Betriebsspannung des µBitX auf 9 V, wodurch sich eine Verringerung der Ausgangsleistung auf ungefähr 25 % ergab. Als Spannungsquelle verwende ich ein Netzteil 12 V/2,5 A, Bild 5. An den Dioden fallen dann annähernd 3 V ab. Die Stromaufnahme beträgt im Ruhezustand etwa 250 mA, beim Senden je nach Band zwischen 700 mA und 900 mA.

Aber auch aus technischer Sicht ist eine Reduzierung der Betriebsspannung sinnvoll, da die Kühlkörper der beiden End-

stufentransistoren IRF510 recht knapp dimensioniert sind, was bei einer noch nicht leistungsreduzierten Aussendung von fast 2 min Dauer zu einer erheblichen thermischen Belastung führt. Beim Thema Sendeleistung macht sich zudem eine Eigenart des µBitX bemerkbar, die nicht außer Acht gelassen werden

darf: Ein nicht modifizierter µBitX liefert auf den unteren Bändern deutlich mehr Sendeleistung als auf den oberen. Bei 12 V Betriebsspannung sind das ungefähr 10 W im 80-m-Band, im 10-m-Band jedoch nur noch 2 W bis 3 W. Bei der Leistungsangabe in der WSPR-Nachricht wird das bei der hier vorgestellten Firmware berücksichtigt.



Bild 5: 12-V-Schaltnetzteil Samsung PN3012 AL zur Spannungsversorgung; vier in Serie geschaltete Dioden 1N5400 in der Zuleitung reduzieren die Ausgangsspannung auf ungefähr 9 V, die Betriebsspannung des µBitX.

■ Firmwarebeschreibung

Von der ursprünglichen Firmware verwende ich nur noch die Logik, die das Trägersignal, die Tiefpassfilter und den ersten Mischer steuert. Von allem anderen musste ich mich leider aus Platzmangel im Arbeitsspeicher trennen.

Tabelle 1: Verbindung von GPS-Modul und Raduino

Raduino Control_S1	GPS-Modul
Pin 1 (Uno: A0, TX)	RXD
Pin 2 (Uno: A1, RX)	TXD
Pin 5 (GND)	GND
Pin 6 (+5 V)	VCC

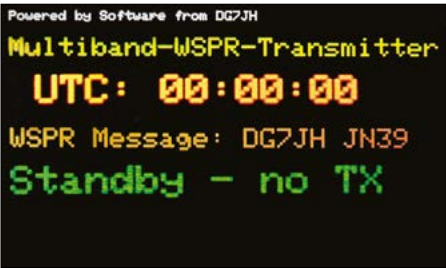


Bild 6: Bildschirmanzeige nach dem Einschalten des µBitx; mangels auswertbaren Zeitsignals vom GPS-Empfänger verfügt die Firmware noch nicht über die Uhrzeit.

Dafür neu hinzugekommen sind die Auswertung des GPS-Moduls inklusive der Zeitsteuerung und -anzeige, das WSPR-Encoding und eine vereinfachte, textbasierte Benutzeroberfläche ohne Touchauswertung.

Je nach Empfangsbedingungen dauert es ab dem Einschalten etwas, bis das GPS-Modul das erste auswertbare Zeitsignal empfängt. In der Zwischenzeit zeigt das Display unter UTC in orangefarbenen Ziffern 00:00:00 an, Bild 6. Dabei wartet das Programm allerdings nicht auf den sogenannten Fix (die Mindestzahl an empfangenen Satelliten für eine Positionsbestimmung). Sobald die Zeitinformation vorhanden ist, wird die aktuelle Zeit blau dargestellt und einmal pro Sekunde aktualisiert. Nun beginnt die Auswertung der eingehenden WSPR-Signale gemäß dem zuvor in der Firmware eingestellten Zeitintervall.

Unter der Zeitanzeige wird die WSPR-Nachricht, bestehend aus dem Rufzeichen und dem Locator, angezeigt.

Das Sendeintervall ist in der Firmware als geradzahliges Minutenwert angegeben. Hierfür wird der Modulo aus der aktuellen Minutenzahl und dem gewählten Intervall gebildet und geprüft, ob das Ergebnis 0 ist. So führt eine Intervallzahl von 8 zu einer Aussendung in den Minuten 8, 16, 24, 32, 48, 56 und 0. Die minimale Zahl an Aussendungen pro Stunde ist daher 2. Hierfür muss die Intervallzahl größer als 30 sein. Bei genau 30 wären die Aussendungen auf je 30 min verteilt. Wählt man dagegen beispielsweise 52, erfolgt eine Aussendung in den Minuten 0 und 52. Null kann nicht als Intervallzahl gewählt werden, da 0 Modulo 0 eine ungültige Rechenoperation ist.

In den Sendepausen zeigt das Display in grün *Standby – no TX* an, Bild 7. Während einer Sendephase steht an gleicher Stelle in roter Schrift *ON AIR!*, Bild 8. Gleichzeitig wird in der Zeile darunter in einem orangefarbenen Schriftzug die Sendefrequenz ausgegeben; die UTC-Zeitanzeige verharrt währenddessen auf dem

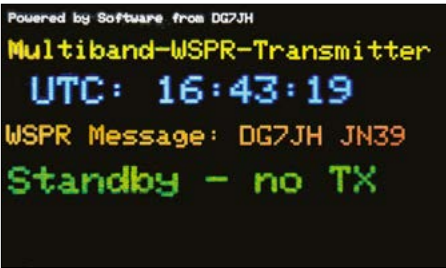


Bild 7: Bildschirmanzeige während des Empfangs gültiger Zeitinformationen über den GPS-Empfänger; der µBitx befindet sich im Standby-Modus.

Startzeitpunkt der Aussendung, bis diese endet.

Jede Aussendung erfolgt auf einem anderen Band (*Bandhopping*), so wie es zuvor in der Firmware definiert wurde. Das Abarbeiten aller Bänder läuft in einer ständigen Schleife. Bei gestörtem GPS-Empfang pausiert die Aussendung, bis wieder ein gültiges Zeitsignal vorliegt.

Für Mess- und Kalibrierungszwecke lässt sich der Steckeranschluss des Dreh-Encoders wieder aufstecken und durch Drücken des Drehknopfs eine manuelle Aussendung auslösen. Mithilfe eines später angefertigten einfachen Adapters ist jetzt auch der parallele Anschluss des GPS-Moduls und des Dreh-Encodertasters möglich.

■ Konfiguration und Firmware-Upload

Für die Konfiguration der Firmwareparameter und den Upload auf den Arduino Nano empfiehlt es sich, die *Arduino IDE* [8] zu verwenden. Unter *Werkzeuge* → *Board* sind *Arduino Nano* und der entsprechende virtuelle COM-Port sowie je nach verwendetem Arduino Nano als Prozessor *ATmega368P* oder *ATmega368P (old Bootloader)* auszuwählen. Kommt es beim Übertragen der Firmware zu einer Fehlermeldung, ist der jeweils andere Eintrag zu selektieren.

Die Firmware für die µBitX-WSPR-Bake steht auf meinem *Github-Account* [9] zur freien Verwendung bereit. Das entpackte ZIP-Archiv wird an geeigneter Stelle auf dem Computer gespeichert und die im Verzeichnis *uBitX_wspr* enthaltene Datei *uBitX_wspr.ino* in der Arduino IDE geöffnet.



Bild 8: Bildschirmanzeige während der Aussendung einer WSPR-Message; die aktuelle Sendefrequenz wird in der untersten Zeile angezeigt.

Nun erfolgt im oberen Bereich der Datei die Konfiguration der Bakenparameter. Diese bestehen aus dem eigenen Rufzeichen, dem Stationslocator und den Bändern für den WSPR-Betrieb. Die wichtigsten Frequenzen sind als Variablen mit entsprechenden Namen bereits hinterlegt.

Die Angabe der Sendefrequenz erfolgt in Hertz, gefolgt von einem kleinen *l*, das für den Datentyp *long* steht. Möchte man eigene WSPR-Frequenzen hinterlegen, dann geschieht dies hier als Variable. Aus diesem Pool befüllt man die Array-Variable *bandToWSPR* und genau dazu passend mit der gleichen Anzahl an Elementen die Array-Variable *txPwr_dBm*. In Letzterer werden die zu den Bandvariablen gehörenden Leistungsdaten als zweistellige dBm-Werte eingetragen. Beide Array-Variablen müssen genau dieselbe Zahl an Elementen aufweisen.

Zwar habe ich die Messungen an meinem µBitx bei einer Betriebsspannung von 9 V vorgenommen und die dabei ermittelten Leistungsdaten zu den Sendefrequenzen als Kommentar hinterlegt, jedoch gehe ich nicht davon aus, dass diese Werte für alle µBitx gültig sind. Dies gilt insbesondere für modifizierte oder mit anderer Spannung betriebene Modelle. Daher empfiehlt es sich, eigene Messungen durchzuführen.

Nach den Anpassungen in der Firmware ist diese zu kompilieren. Dies erfolgt durch Anklicken des Icons *Überprüfen*. Sind keine Fehler vorhanden, wird sie durch Klick auf das Icon *Hochladen* auf den Arduino Nano übertragen. Anschließend führt man einen ersten Funktionstest durch, indem man überprüft, ob sich

Tabelle 2: Anzupassende Konfigurationsvariablen	
Variable	Bedeutung
call	Rufzeichen des Bakenbetreibers
loc	Locator
bandToWSPR	Auflistung zuvor definierter Sendefrequenzen für die WSPR-Aussendung
txPwr_dBm	Sendeleistung in dBm genau passend zur Auflistung in bandToWSPR
txInterval	Modulowert für das Sendeintervall, geradzahlige Werte 2 bis 58, sinnvoll z. B. 4
calibrationWSPR	Kalibrierwert (s. Abschnitt <i>Kalibrierung</i>)

der μ BitX wie im Abschnitt *Firmwarebeschreibung* dargelegt verhält.

Kalibrierung

Beim Raduino wird der interne VCO (*Voltage-controlled Oscillator*) des Si5315 auf 875 MHz eingestellt. Hiervon ausgehend lassen sich alle benötigten WSPR-Frequenzen durch Teilung gewinnen. Da der Referenzoszillator des Arduino Nano nur selten exakt 25 MHz liefert, ist für jeden μ BitX die Abweichung des VCO von der Zielfrequenz (875 MHz) als individueller Kalibrierwert zu ermitteln. Hierzu bestimmt man die Frequenzabweichung der vom Raduino erzeugten Istfrequenz (f_{ist}) zu der Sollfrequenz (f_{soll}). Mit einem geeigneten Messmittel kann man die Istfrequenz direkt am Antennen- ausgang messen, die Sollfrequenz wird im Display des μ BitX angezeigt. Der Kalibrierwert wird mit nachfolgender Formel berechnet und ist der Variablen *calibrationWSPR* in der Firmware in Hertz zuzuweisen.

$$cal = \frac{f_{\text{ist}}}{f_{\text{soll}}} \cdot 875 \text{ MHz} - 875 \text{ MHz}$$

Für Messungen an der μ BitX-WSPR-Bake lässt sich durch Aufstecken des Dreh-Encoderanschlusses dessen Taster zum Auslösen einer WSPR-Aussendung verwenden. Mit jedem neuen manuellen Sendestart wird der zuvor konfigurierte Sendeplan abgearbeitet. Für die Kalibrierung reicht jedoch eine Messung in einem beliebigen Band aus.

Alternativ lassen sich auch ein Transceiver mit CAT-Steuerung und ein Computer mit WSJT-X benutzen. Beispielsweise wählt man im WSPR-Modus das 10-m-Band aus und erhält die Sollfrequenz 28124,60 kHz USB. Das WSPR-Nutzsignal wird 1,5 kHz über dieser Trägerfrequenz erwartet, daher ist der μ BitX auf 28126,10 kHz eingestellt. Die tatsächliche Istfrequenz findet sich durch manuelles Verstimmen des Funkgerätes wenige Kilohertz über- oder unterhalb der Sollfrequenz. Man stellt die Frequenz so ein, dass sich in der Wasserfallanzeige von WSJT-X der Träger der Bake genau in der Mitte des Bandpasses (roter Balken) befindet.

Zur Durchführung der Kalibrierung sollte man die WSPR-Bake an die Stationsantenne anschließen. Das Funkgerät, das nur als Empfänger arbeitet, benötigt keine Antenne, da die Feldstärke in unmittelbarer Nähe mehr als ausreichend sein wird. Die beiden so gewonnenen Frequenzen werden in die genannte Formel eingesetzt und ergeben den Kalibrier-

wert. Ausdrücklich sei bei dieser zweiten Methode darauf hingewiesen, dass nicht die in der Bake angezeigte Frequenz die Sollfrequenz ist, da Soll- und Istfrequenz mit einem SSB-Empfänger ermittelt werden. Die μ BitX-WSPR-Bake arbeitet mit dieser Firmware aber nicht als SSB-Sender, sondern erzeugt das WSPR-Nutzsignal direkt.

Ausblick

Grundsätzlich sollte die hier vorgestellte Firmware auch auf älteren μ BitX-Modellen laufen, wenn der Programmteil für das Display des V6 entsprechend auf deren LC-Display mit 2×16 Zeichen umgestellt wird.

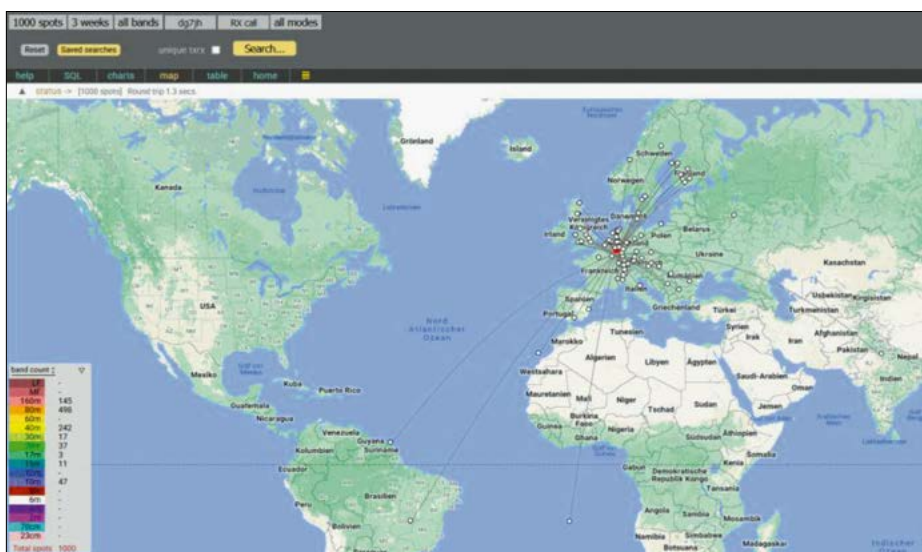


Bild 9: Grafische Auswertung der WSPR-Aussendungen mit dem μ BitX auf der Plattform WSPR Rocks (<https://wsprrocks.com>)

Es gäbe sicherlich noch vieles, was an der Firmware verändert oder verbessert werden könnte. Insbesondere die Benutzeroberfläche des Displays ist Geschmacksache und lässt sich auch ohne tiefgehende Programmierkenntnisse anpassen.

Meine Überlegungen gehen aktuell dahin, für einen mobilen Einsatz der μ BitX-WSPR-Bake mit wechselnden Antennen eine variable Einstellung der Zeitintervalle und Bänder für die Aussendungen unter Nutzung des Touch-Displays zu realisieren. Dies jedoch würde mehr Speicherplatz erfordern und rückt daher die Verwendung eines *Arduino Nano Every* in den Fokus, der nach meiner Kenntnis pin- und befehlskompatibel ist und 48 KB RAM aufweist.

Für den Einsatz im Shack bin ich mit dem umgebauten μ BitX sehr zufrieden. Die neue Stationsbake arbeitet zuverlässig und energiesparend und ich finde es spannend und aufschlussreich, wie sich über eine bestimmte Zeitschiene die Empfangbarkeit meiner Station in den unter-

schiedlichen Bändern verändert, Bild 9. Die Leistungsgrenzen meiner Antennen werden so recht deutlich, wodurch ich nun konkrete Anhaltspunkte für Verbesserungen habe.

Ich betreibe die neue Bake nicht rund um die Uhr, sondern nach Bedarf und Interesse. Über den Computer sind Änderungen am Sendeintervall oder eine geänderte Bandzusammenstellung schnell auf den μ BitX übertragen. Praktischerweise befindet sich in der Gehäuserückseite eine Mikro-USB-Buchse, die direkt mit dem Arduino Nano verbunden ist.

Auch könnte ich mir vorstellen, mit einem entsprechend modifizierten μ BitX WSPR-Experimente im MW- und LW-

Bereich durchzuführen. Die hierzu passenden Filter und Antennen wollen allerdings erst einmal gebaut sein.

j.herrig@online.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: Indischer QRP-Transceiver-Bausatz für 40 m: BITX40. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 6, S. 546–548
- [2] Serlé, E., PE3ES: Inbetriebnahme und Einsatz des QRP-Transceiver-Bausatzes μ BITX. FUNKAMATEUR 69 (2020) H 7, S. 570–573
- [3] HF Signals: μ BitX-v6. www.hfsignals.com/index.php/uBitX-v6
- [4] Lee, S., KD8CEC: μ BitX Firmware für Nextion-Display. www.hamskey.com
- [5] Woods, M., ZL1AXG: μ BitX – The All-band HF Amateur Radio Transceiver. <https://ubitx.net>
- [6] Lee, S., KD8CEC: Frequency Adjustment of μ BitX (Si5351) – How to calibration. www.hamskey.com/2018/05/frequency-adjustment-of-ubitx-si5351.html
- [7] Lee, S., KD8CEC: μ BitX Manager. https://github.com/pdlee/ubitx/releases/download/v1.11/uBITX_Manager_V1.11.zip
- [8] Arduino: Arduino IDE. www.arduino.cc/en/software
- [9] Herrig, J., DG7JH: Firmware μ BitX WSPR-Bake. <https://github.com/Jochen-bit/ubitxv6/archive/refs/heads/master.zip>

Einschaltstrombegrenzung für Gleichspannungslasten

MICHAEL FRANKE

Elektronische Geräte besitzen häufig Stützkondensatoren mit hoher Kapazität am Versorgungsspannungseingang. Werden diese an eine niederohmige Spannungsquelle geschaltet, tritt ein kurzer, aber hoher Lade­stromstoß auf, der die Kontakte des Schalters stark belastet und schneller verschleiß­en lässt. Im Beitrag wird ein leicht nachrüstbares kleines Modul zur wirksamen Reduzierung dieses Stromes beschrieben.

Anlass zum Bau der nachfolgend beschriebenen Module war eine Messapparatur, die durch ein im Dauerbetrieb arbeitendes, für 30 V/1,2 A ausgelegtes Netzteil gespeist werden sollte. Zum Ein- und Ausschalten wollte ich zunächst einen Kippschalter vorsehen. Jedoch war absehbar, dass dabei der eingangsseitig vorhandene Kondensator einen hohen Lade­stromstoß verursachen würde. Für einen Vorabtest schloss ich einen 470-µF-Elektrolytkondensator am schon laufenden Netzteil an. Bild 6 zeigt die zeitlichen Verläufe der Kondensatorspannung

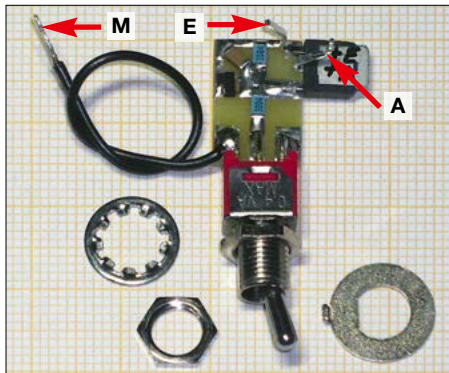


Bild 1: Die Bauelemente des Moduls finden auf einer kleinen Platine Platz, die an die Kontakte des Kippschalters gelötet wird. Foto und Screenshots: Franke

(blau) und des mit einem Stromwandler erfassten Ladestroms (rot). Erkennbar ist ein Kontaktprellen mit kurzzeitigen Stromspitzen bis fast 80 A. Ähnliche oder noch größere Transienten treten auf, wenn als Spannungsquelle Blei- oder Lithium-Akkumulatoren zum Einsatz kommen, da diese in der Regel sehr niedrige Innenwiderstände aufweisen.

Solche Stromspitzen belasten alle beteiligten Komponenten und können Schalterkontakte sogar verkleben lassen. Außerdem erzeugen sie elektromagnetische und drahtgebundene Störungen. Nicht zuletzt reagieren manche Netzteile und Spannungswandler auf hohe Laststromspitzen mit Abschalten. Ein sanfter Anlauf wäre also wünschenswert.

■ Strombegrenzung durch zeitliche Verzögerung

Das realisierte kleine Modul in Bild 1 beruht auf einer einfachen Schaltung, Bild 3. Da Gate- und Source-Anschluss des p-Kanal-MOSFETs T1 über den Widerstand R2 auf demselben Potenzial liegen, sperrt T1 zunächst. Zum Einschalten ist S1 zu betätigen. Durch die nun über R2 abfallende Spannung wird die Gate-Source-Strecke durchgesteuert. Deren Kapazität ist vernachlässigbar gegenüber der von C1. Die Ladezeitkonstante ergibt sich zu $\tau_L = C_1 \cdot (R_1 \parallel R_2)$, mit der vorliegenden Dimensionierung also 1,5 s. Je nach Eingangsspannung, Laststrom und MOSFET-Kennlinie ist die Einschaltverzögerung häufig kleiner, beim Muster lag sie bei $\tau_L = 0,5$ s.

Sinn des Ganzen ist das verlangsamte Durchfahren des Übergangsbereiches zwischen Sperren und Leiten von T1. Dadurch wird der Eingangskondensator der angeschlossenen Last schonender aufgeladen, sodass der Ladestrom (inrush current) beträchtlich geringer ausfällt. Sobald T1 voll durchgesteuert ist, wirkt nur noch sein Einschaltwiderstand. Dieser beträgt beim verwendeten IRFU9024N $R_{DSon} = 0,17 \Omega$. Bei einem angenommenen Laststrom nach dem Aufladen von $I_L = 1$ A beträgt der Spannungsabfall dann 0,17 V. Die Verlustleistung von $P_V = R_{DSon} \cdot I_L^2 = 0,17$ W erwärmt T1 nur geringfügig.

Je nach Anwendung kann für T1 ein p-Kanal-MOSFET mit anderen Werten für U_{DSmax} , I_{Dmax} und R_{DSon} eingesetzt werden. Eine kleine Übersicht enthält [1].

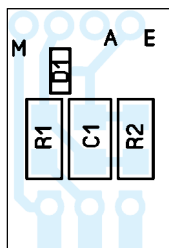
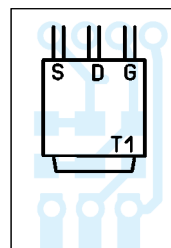


Bild 2: Bestückungsplan des Moduls nach Bild 3 und ...



Bei www.reichelt.de sind weitere geeignete Typen erhältlich.

Die Zeitverläufe beim Einschalten lassen sich mit Simulationsprogrammen wie LTSpice ermitteln. Einfacher sind ein Steckbrett-Testaufbau sowie ein Oszilloskop zur Darstellung der Messergebnisse von Strom und Spannung.

■ Aufbau und Ergebnisse

Wie Bild 1 zeigt, sind die SMD-Bauelemente auf die Platineseite zu löten, auf der auch die Kontakte des Schalters auf-

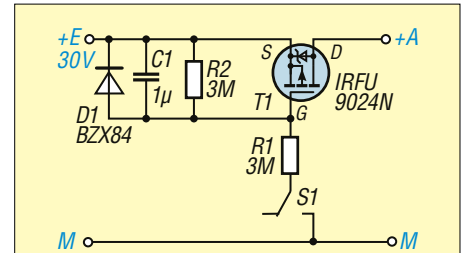


Bild 3: Schaltung des Strombegrenzungsmoduls, S1 in Ausschaltstellung

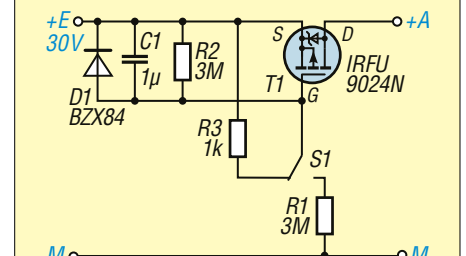


Bild 4: Modifizierte Strombegrenzungsschaltung; S1 in Ausschaltstellung

gelötet werden. Die Drain- und Source-Anschlüsse von T1 habe ich so gebogen, dass sie als Anschlüsse für die Drähte zur Spannungsschiene fungieren können. Bei der Variante in Bild 1 ist T1 noch seitlich neben der Platine angeordnet. Bei den nachfolgend aufgebauten Modulen liegt er platzsparend auf der Unterseite.

Zuletzt erfolgt das Anlöten der Kontakte des Kippschalters auf den Pads bzw. in den Lötäugen. Im Muster fand ein Miniaturschalter (www.farnell.de, Bestellnummer 9473041) Verwendung. Der in der Stückliste als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de angegebene Typ genügt aber auch.

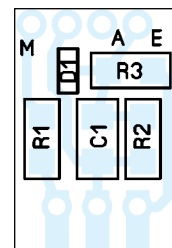


Bild 5: ... der Ausführung nach Bild 4; Originalabmessungen jeweils 10,5 mm x 15,5 mm

Mit dem Modul wiederholte ich den eingangs beschriebenen Test. Für die Messung des Stromverlaufs kam statt des schnellen Stromwandlers ein 0,33- Ω -Shuntwiderstand am Fußpunkt des 470- μ F-Kondensators zum Einsatz. Die rote Kurve in Bild 7 zeigt den Ladestrom, der nur noch maximal 0,27 A beträgt. Aus dem ungefähr dreieckförmigen Verlauf $i(t)$ lässt sich ein Zeitintegral von etwa 100 ms \cdot 0,27 A \cdot 0,5 = 13,5 mAs ablesen. Dieser Wert entspricht erwartungsgemäß dem des vollständig geladenen Kondensators:

$$Q = C_L \cdot U_E = 470 \mu\text{F} \cdot 30 \text{ V} = 14,1 \text{ mAs}$$

Eine grobe numerische Integration in Bild 7 ergibt für die beim Einschaltvorgang in T1 umgesetzte Wärmeenergie knapp 0,2 Ws. Dies ist vernachlässigbar wenig. T1 benötigt demnach keine Kühlung. Nach dem Ausschalten von S1 verging beim Muster eine Verzögerungszeit von 4 s (rechnerisch beträgt $\tau_E = C_1 \cdot R_2 = 3 \text{ s}$), bis die angeschlossene Last ihre Funktion einstellte.

Da der Schalter in der Regel bereits vorhanden ist, belaufen sich die Kosten der restlichen Bauelemente auf etwa 0,60 €.

■ Variationsmöglichkeiten

Bei niedriger Eingangsspannung müssen R1 und R2 so dimensioniert werden, dass T1 noch sicher durchsteuert. Mit $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$ wäre dies bei 12 V gewährleistet.

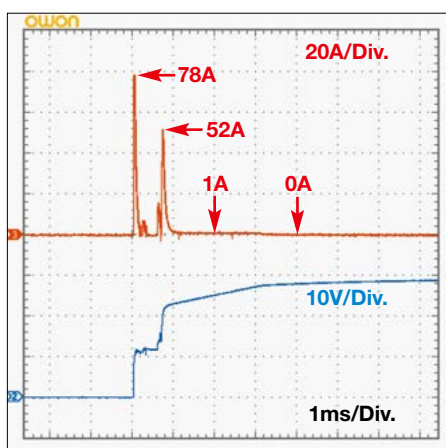


Bild 6: Gemessene Strom- (rot) und Spannungsverläufe (blau) ohne Strombegrenzung ...

Zu beachten ist, dass R1 die Zeitkonstante beim Einschalten beeinflusst.

Eine Kombination aus großem Laststrom und hoher Zeitkonstante kann unter Umständen die von T1 in Wärme umgesetzte Energie insbesondere beim Ausschaltvorgang über ein vernachlässigbares oder ungefährliches Maß ansteigen lassen. Um T1 nicht kühlen zu müssen, bietet sich eine kleine Schaltungsänderung wie in Bild 4 an. Beim Ausschalten entlädt R3 dann die Gate-Source-Strecke in $\tau_E = C_1 \cdot R_3 = 1 \text{ ms}$. Die ausgangsseitige Last wird also nahezu sofort stromlos. Auf die Geschwindigkeit beim Einschalten hat dies keinen Einfluss.

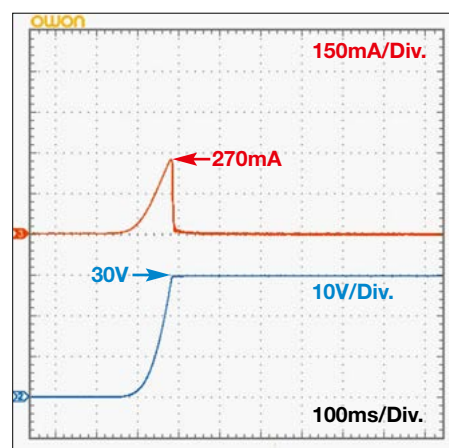


Bild 7: ... und mit Strombegrenzung beim Aufladen eines 470- μ F-Kondensators am Steckernetzteil 30 V/1,2 A

Als Ergänzung zum Beitrag stehen im Download-Bereich auf www.funkamateur.de beide Layouts zum Herunterladen zur Verfügung. Zu beachten ist, dass diese Schaltungsvarianten keinen Kurzschlussschutz am Ausgang bieten. Ist dieser erforderlich, kann eine Schaltung gemäß [2] verwendet werden. emmmf@posteo.de

Literatur

- [1] FA-Bauelementeinformation: P-Kanal-Leistungs-MOSFETs mit niedrigen Einschaltwiderständen. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 4, S. 293–294
- [2] Franke, M.: Modul zur Strombegrenzung mit optionaler Schalfunktion. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 1, S. 34–35

Android-App FT8CN erhielt Update

FT8CN ist eine Alternative zu Desktop-basierten FT8/FT4-Programmen, was diese App besonders für den Portabelbetrieb interessant macht. Unterstützt werden zahlreiche Transceiver verschiedener Hersteller. Die neben dem Funkbetrieb gebotenen Möglichkeiten reichen von der automatischen Zeitsynchronisation über die Kartendarstellung von Funkverbindungen bis hin zu einem Modus für Kurzwellenhörer.

Die App FT8CN hatte bereits am 4. Januar 2025 ein Update auf Version 0.93 erhalten. Die von Meng F. Lin, BG7YOZ, entwickelte und bei [1] kostenlos verfügbare Anwendung ermöglicht es, die Digimodes FT8 und FT4 direkt auf Android-Geräten zu nutzen. Eine Beschreibung ist u. a. in [2] zu finden.

Das Update bringt einige Verbesserungen mit sich. So ermöglicht die *QSO Log Sharing* genannte, neue Funktionen den Nutzern, ihre Funkverbindungsdaten einfach zu teilen und auszutauschen. Besonders praktisch ist auch der automati-

sche Log-Upload von Verbindungsdaten zu *CloudLog* und *QRZ.com*. Derzeit gibt es noch Hinweise, dass der Upload zur letztgenannten Website nicht immer funktioniert. Mit dem Update kam außerdem eine erweiterte Warnfunktion hinzu, die konfigurierbare SWV- und ALC-Warnmeldungen umfasst.

Neben den neuen Features wurden auch Fehler behoben: Die Berechnung der Sendeüberwachungszeit (*TX watchdog time*) funktioniert nun korrekt und das Problem beim Download von Log-Daten, bei denen anschließend der erste Eintrag fehlte, wurde gelöst.

Ist die App schon auf dem Smartphone installiert, so lässt sich das Update von dort aus aufrufen.

Aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung bleibt FT8CN eine attraktive Option für Funkamateure und KW-Hörer, die ihre Station portabel oder platzsparend betreiben möchten.

Thomas Gräve, DJ2TG
dj2tg@dark.de



Ausschnitt der Bedienoberfläche der Android-App FT8CN Screenshot: DJ2TG

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Wang, G., N0BOY: FT8CN. <https://github.com/N0BOY/FT8CN/>
- [2] Gräve, T., DJ2TG: FT8CN und iFTx: FT8-Portabelbetrieb mit dem Smartphone. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 944–945

Infrarot-Fernsteuerung für Elektronikprojekte

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Infrarot-Fernbedienungen werden in der heutigen Zeit für viele Anwendungen, besonders in der Heimelektronik, eingesetzt. Daher liegt es nahe, auch eigene Projekte auf diese Weise zu steuern. Nachfolgend werden ein passendes Empfangs- und ein Sendemodul beschrieben. Letzteres lässt sich anhand der IR-Signale anderer Fernbedienungen auch anlernen und auf diese Weise mit ganzen Steuersequenzen ausstatten.

Fernbedienungen sind aus der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Die manuelle Steuerung von Geräten wird durch ihren Einsatz nicht nur erheblich komfortabler, sondern oft auch einfacher. Je nach Anwendung nutzt man Steuergeräte, die Signale drahtlos per Funk, Ultraschall oder Infrarot übertragen. Kabelgebundene Fernbedienungen findet man heutzutage ebenfalls noch, wenn auch meist im Industriebereich, beispielsweise zur Steuerung von Hebeanlagen in Werkstätten, da es dort zu viele Störquellen gibt, die eine

tragungsprotokoll. Es verbreitete sich schnell und wurde später durch die erweiterten Versionen RC6 und RC6A ersetzt. Ähnliche Übertragungsprotokolle fernöstlicher Entwickler folgten.

■ IR-Sendemodul

Die Schaltung des IR-Sendemoduls der im Folgenden beschriebenen Fernsteuerung ist in Bild 2 dargestellt. Als Mikrocontroller kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz. Da das IR-Sendemodul an beliebiger Stelle nutzbar sein soll und

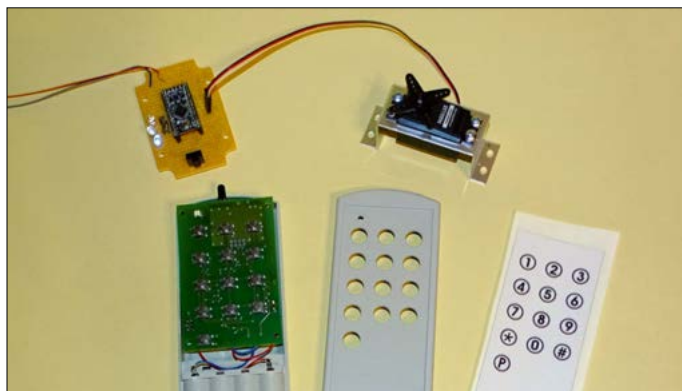


Bild 1:
Gehäuse für das
IR-Sendemodul
mit Oberschale und
bedruckter Folie;
darüber befindet
sich der Versuchs-
aufbau des Emp-
fangsmoduls mit ei-
nem Arduino-Board
zur Steuerung eines
Servomotors.

Foto: Sander

drahtlose Signalübertragung beeinträchtigen würden.

Die ersten Exemplare von Infrarot-Fernbedienungen im Konsumgüterbereich wurden in den 1970er-Jahren von der *Zenith Radio Corporation* entwickelt. Schon damals lag die Wellenlänge der Signale im nahen Infrarotbereich bei etwa 950 nm. Dies schloss Störungen durch Sonnen- oder Umgebungslicht weitgehend aus, da die genannte Wellenlänge dort nur stark gedämpft vorkommt. Außerdem ließen sich durch die Übertragung digitaler Signale eine Vielzahl von Funktionen realisieren.

Doch mit zunehmender Anzahl der in einem Haushalt vorhandenen per IR steuerbaren Geräte waren gegenseitige Störungen nicht mehr ausgeschlossen und die gezielte Steuerung eines Geräts kaum noch möglich. Ende der 1980er-Jahre entwickelte *Philips* deshalb das RC5-Über-

deshalb nur die Versorgung aus einer Batterie infrage kommt, muss die Stromaufnahme möglichst niedrig sein. Aus diesem Grund wird der Mikrocontroller mit 3,6864 MHz getaktet.

An den Pins PC0 bis PC3 und PD4 bis PD6 ist die aus 12 Tasten bestehende Matrix angeschlossen. Die Taste S13 ist zum Anlernen von Steuerbefehlen vorgesehen, dazu im Abschnitt *Firmware* mehr. An den Zeilenleitungen der Matrix, die zu den Pins PC0 bis PC3 führen, sind Doppeldioden so eingebaut, dass deren Anoden über einen Widerstand an der Betriebsspannung liegen. Im Schlafmodus des Mikrocontrollers liegt Low-Pegel an den Spaltenleitungen (Pins PD4 bis PD6). Sobald eine Taste betätigt wird, löst der über einer der Dioden am Eingang INT1 liegende Low-Pegel einen Interrupt aus, der den Mikrocontroller „aufweckt“.

Die bei der IR-Signalübertragung genutzte Impulsfolge gibt der Mikrocontroller am Pin PB2 aus. Der damit angesteuerte Transistor T2 fungiert als Treiber für die an X2 angeschlossene Infrarot-LED. Für diese LED findet der Typ SFH4547 Verwendung. Diese LED arbeitet bei einer Wellenlänge von 940 nm und liefert mit bis zu 112 mW/sr ein ausreichend starkes IR-Signal, um selbst größere Entfernungen überbrücken zu können.

Zusätzlich ist bei dieser Schaltung der IR-Empfänger TSOP38236 an Pin INT0 des Mikrocontrollers angeschlossen. Wie im Abschnitt *Firmware* erläutert, wird dieser Empfänger für die Einstellung der zu anzulernenden Sequenz benutzt. Während der Nutzung des Moduls zur Fernsteuerung wird der TSOP38236 nicht verwendet. Da dieser Empfänger-IC jedoch eine Stromaufnahme von 3 mA aufweist, was beim Betrieb die Nutzungsdauer der Batterie verkürzen würde, habe ich den Schaltungsteil rund um den P-Kanal-MOSFET T1 (BSS84) vorgesehen. Dieser lässt sich wegen seiner Gate-Source-Schwellspannung von 2 V durch den Mikrocontroller ein- und ausschalten. Da er in der Betriebsspannungsleitung zum IR-Empfänger IC2 liegt, lässt sich Letzterer vollkommen abschalten.

Die über Pin PB1 des Mikrocontrollers angesteuerte LED1 wird bei der Einstellung der Fernbedienungsfunktionen als Statusanzeige genutzt, wie im Abschnitt *Firmware* beschrieben.

Bei dem hier verwendeten Gehäuse sind bereits Halterungen für vier 1,5-V-Batterien des Typs Mignon (AA) vorhanden. Die Fernbedienung kann auch aus vier ebenso großen 1,2-V-Akkumulatorzellen versorgt werden. Lediglich die an X2 angeschlossene Sende-IR-Diode wird direkt aus der Batterie-/Versorgungsspannung gespeist. Der Rest der Fernbedienungssenders erfordert eine Betriebsspannung von 3,3 V. Diese stellt der lineare Spannungsregler TS520CX533 bereit. Bei diesem Typ darf die Spannungsdifferenz zwischen Ein- und Ausgang abhängig vom Strom bis auf etwa 200 mV absinken, ohne dass der Linearregler fehlerhaft arbeitet. Dies gewährleistet auch dann noch eine stabile Spannungsversorgung, wenn die Batteriezellen bereits stark entladen sind. Insgesamt kann die Klemmenspannung der Zellen bis auf 3,5 V absinken. Erst bei einem niedrigeren Wert arbeitet der Linearregler nicht mehr als Spannungsstabilisator.

■ IR-Empfangsmodul

Für den Aufbau eigener Projekte mit dem eingangs beschriebenen IR-Sendemodul

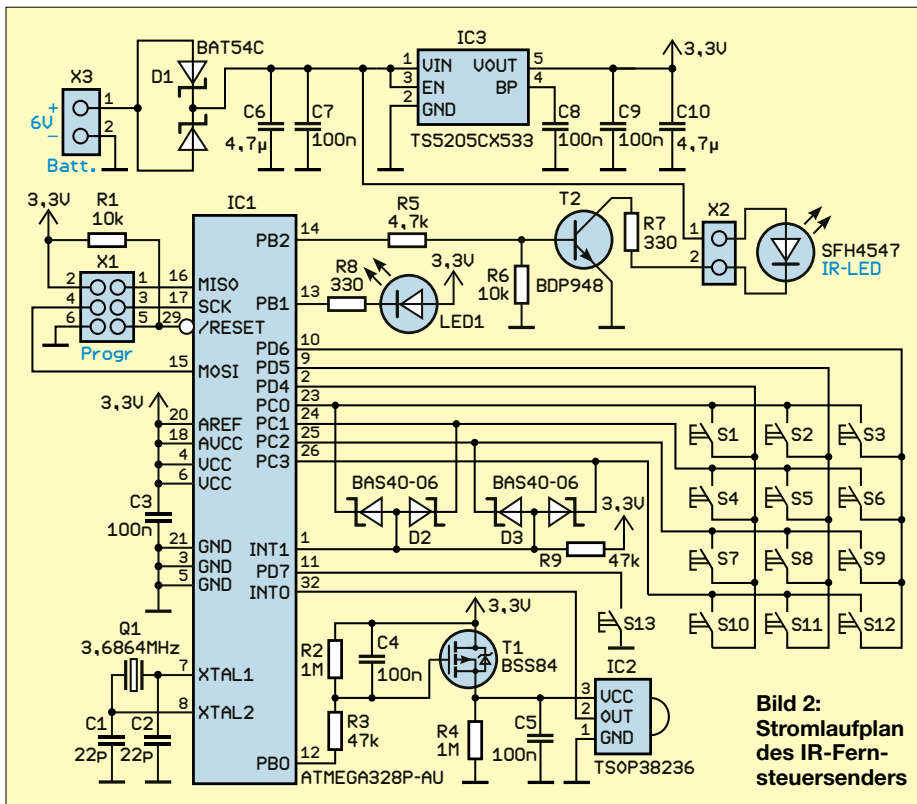


Bild 2:
Stromlaufplan
des IR-Fernstellers

hat sich ein kompaktes IR-Empfangsmodul bewährt, das lediglich einen IR-Empfänger-IC und einen Mikrocontroller umfasst. In Bild 3 ist die einfache Schaltung dargestellt. Als Mikrocontroller kommt ebenfalls ein ATmega328P-AU zum Einsatz. Er wird mit 16 MHz getaktet, um auch komplexe Steueraufgaben zügig abarbeiten zu können. Diese lassen sich entsprechend der Anwendung gleich in die Firmware integrieren.

Für den IR-Empfänger-IC findet wiederum ein TSOP38236 Verwendung. Dessen Ausgang ist mit dem Eingang INTO des Mikrocontrollers verbunden.

Am Steckverbinder X2 sind die Pins PD5 bis PD7 und PB0 bis PB2 herausgeführt. X2 ist für den Anschluss der zu steuernden Geräte oder Module vorgesehen. Während an allen herausgeführten Pins Digitalsignale ausgegeben werden können, lassen sich an PB0 bis PB2 beispielsweise auch von der Firmware erzeugte PWM-Signale ausgeben. Letztere eignen sich beispielsweise zur Ansteuerung von Servomotoren, aber auch zur Helligkeitssteuerung von selbst aufgebauten LED-Lampen.

Die Schaltung lässt sich aus einer Spannungsquelle von 7 V bis 12 V versorgen. Die stabile Betriebsspannung von 5 V stellt der lineare Spannungsregler IC3 (TS1117BCW-5.0) bereit. Wenn das IR-Empfangsmodul in einem Gerät untergebracht werden soll, das bereits über eine 5-V-Spannungsschiene verfügt, kann der Linearregler samt Verpolschutzdiode D1

entfallen. In diesem Fall lassen sich die 5 V direkt als Betriebsspannung des IR-Empfängermoduls nutzen.

■ Firmware

Die Firmware für die Mikrocontroller auf dem IR-Sende- und dem IR-Empfangsmodul habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Die IR-Übertragung basiert auf dem ausführlich in [1] beschriebenen RC-5-Datenprotokoll. In der Grundversion ist dem Empfangsmodul eine feste Adresse zugeordnet, die für beliebige Anwendungen freigegeben ist. Es sollte daher nicht zum unbeabsichtigten Schalten anderer im Haushalt vorhandener Geräte kommen.

Die Tasten S1 bis S6 werden paarweise zum Steuern des Tastverhältnisses der drei am Steckverbinder X2 herausgeführten PWM-Signale verwendet, siehe Abschnitt *IR-Empfangsmodul*. Mithilfe der Tasten S7 bis S9 lassen sich die an den anderen drei Anschlüssen des Empfangsmoduls angeschlossenen Baugruppen ein- und ausschalten. Diese Tasten besitzen eine Toggle-Funktion. Nach einer kurzen Betätigungspause wechselt die Schaltfunktion. Die Tasten S10 bis S12 lassen sich mit der derzeitigen Software für die Steuerung von Heimelektronik nutzen. Um der neuen Fernbedienung die erforderliche Steuersequenz beizubringen, muss diese von der alten Fernbedienung „lernen“. Beide Fernbedienungen sind dafür aufeinander auszurichten.

Im ersten Schritt ist auf der neuen Fernbedienung die Taste S13 zu betätigen und gedrückt zu halten, um deren Mikrocontroller zu „wecken“ und den Programmierungsvorgang zu starten. Danach werden zusätzlich die zu programmierende Taste gedrückt und gehalten sowie auf der bisher genutzten Fernbedienung die gewünschte Tastenfolge eingegeben. Die LED1 der neuen Fernbedienung blinkt kurz nach jedem vollständig empfangenen IR-Signal.

Speicherbar sind auch Sequenzen von mehreren Tastenbetätigungen, beispielsweise der Umschaltung auf das Fernsehgerät, gefolgt von der Umschaltung auf einen bestimmten Sender. Der Programmierungsvorgang wird erst beim Loslassen der Taste S13 beendet und die aufgenommene Sequenz dann im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert.

Eine so konfigurierte Taste lässt sich beliebig oft neu programmieren. Bei Bedarf kann man so auch die Tasten S1 bis S9 zum Steuern vorhandener Heimelektronik verwenden.

Das Hinterlegen von ganzen Fernsteuersequenzen hat den Vorteil, nicht mehrere Tasten nacheinander betätigen zu müssen. Außerdem lassen sich auf diese Weise von den Eltern für Kinder „genehmigte“ Fernsender vorgeben.

■ Nachbau

Für den einfachen Nachbau des IR-Sende- und des IR-Empfangsmoduls habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Pla-

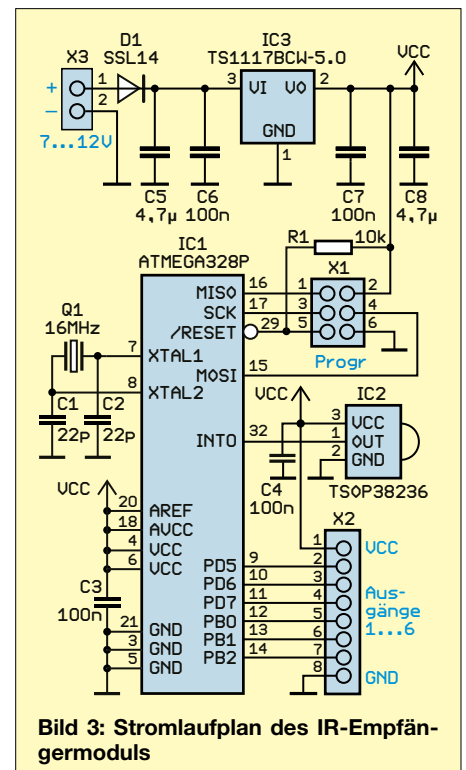


Bild 3: Stromlaufplan des IR-Empfängermoduls

tinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de bereit. Auf Anfrage sind sie bei [2] einzeln, als Bausätze oder fertig bestückt, jeweils mit programmierten Mikrocontrollern, erhältlich. Der Quelltext wird auf Wunsch mitgeliefert. Bei der Bestellung hinsichtlich der Steueraufgaben geäußerte Wünsche werden berücksichtigt. Die Bestückungspläne beider Platinen sind in den Bildern 4 bis 6 dargestellt.

Als Gehäuse für das IR-Sendemodul nutze ich den Typ HH-3570-G von *Bud Industries*. Er ist mit 182 mm × 28 mm × 65 mm ausreichend klein, weist aber eine relativ große Fläche für Taster auf und besitzt ein Batteriefach für vier Mignon-Zellen. Die 89 mm × 58,5 mm große Platine ist für den Einbau in dieses Gehäuse ausgelegt. Bis auf den IR-Empfänger-IC TSOP32836 und die IR-LED SFH4547 finden SMD-Bauelemente Verwendung. Auch die Kurzhubtaster der Serie DTSM haben eine SMD-Bauform.

Die Bestückung aller Bauelemente sollte anhand der in [3] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben und dünnem Lötzinn möglich sein.

Auf der Platinenseite mit den Tastern ist auch die LED1 aufzulöten.

Anschließend lötet man den IR-Empfänger-IC und die IR-LED so ein, dass sie auf die lange Seite bzw. die Front des Gehäuses gerichtet sind. Dadurch lässt sich das Gehäuse im Bereich des Batteriefachs

sicher mit der Hand halten und auf das IR-Empfangsmodul ausrichten, während man mit der zweiten Hand die gewünschte Taste betätigt.

Das Kunststoffgehäuse lässt sich problemlos bearbeiten. Ohnehin sind auf der Oberschale nur 13 Bohrungen mit je 10 mm Durchmesser für die Tasten und eine 3-mm-Bohrung für LED1 erforderlich. Als Bohrschablone habe ich eine Universalplatine mit 2,54-mm-Raster verwendet. Diese ist so zuzuschneiden, dass sie von außen in den etwas tiefer liegenden Teil der Gehäuseoberschale passt. Danach ist an jedem Lötauge, an dem sich später die Mitte einer Taste befinden soll, eine 1-mm-Pilotbohrung anzubringen. Nach dem Entfernen der Bohrschablone kontrolliert man, ob alle Pilotbohrungen vorhanden sind und an den richtigen Stellen sitzen. Erst wenn diese Kontrolle erfolgreich verlief, sollte man die Bohrungen für die Taster auf 10 mm Durchmesser und die für die LED auf 3 mm erweitern.

Im zweiten Bearbeitungsschritt sind die Bohrungen für die IR-LED und den IR-Empfänger an der Frontseite bzw. auf der Längsseite der Gehäuseunterschale anzubringen. Die Position dieser Bohrungen lässt sich gut ermitteln, wenn die Leiterplatte in der Gehäuseoberschale festgeschraubt wurde. Der IR-Empfänger erfordert einen rechteckigen Durchbruch und die IR-LED eine 6-mm-Bohrung.

Als Taster lassen sich die der Serie DTSM-6x verwenden. Deren Betätigungsstifte ragen bis 11,3 mm über die Platinenoberfläche und somit recht weit aus dem Gehäuse heraus. Die Stifte der hier verwendeten DTSM-63 sind jedoch so kurz, dass sie in den 10-mm-Bohrungen nur knapp bis an die Gehäuseoberfläche reichen. Ihr Einsatz ist von Vorteil, da in diesem Fall selbst dann kein Signal ausgelöst wird, wenn man die IR-Fernbedie-

nung ungewollt mit der Tastenseite auf den Tisch legt.

Die Oberfläche des Gehäuses habe ich mit einer selbst bedruckbaren Folie versehen. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, eine zweite, glasklare Folie ohne Bedruckung darüberzukleben, damit die Beschriftung der unteren Folie nicht abgerieben werden kann.

Damit sich die Oberseite des nur 3,5 mm dicken Betätigungsstifts nicht durch die relativ dünne Folie drücken kann, ist nach dem Aufkleben der Folien in jeder Tastenbohrung mittig eine kleine, dünne Scheibe aus weichem Material mit 5 mm Durchmesser einzulegen. Aufgrund der dort noch vorhandenen Klebstoffschicht kann sie nicht verrutschen. Zum Ausstanzen der Scheiben aus einem größeren Materialstück eignet sich z. B. ein Papierlocher.

Nach dem Festschrauben der bestückten Leiterplatte ist diese über kurze Drähte mit dem eingebauten Batteriehalter zu verlöten.

Die Bestückung der Platine für das IR-Empfangsmodul erfolgt in gleicher Weise. Hier gibt es nur den IR-Empfänger-IC und die Stiftleisten als bedrahtete Bauelemente. Da diese Platine nur 44 mm × 27 mm groß ist, lässt sie sich an geeigneter Stelle in das Gehäuse des zu steuernden Geräts integrieren. Damit man den IR-Empfänger-IC hinter einem Durchbruch an der Gehäusefrontseite befestigen kann, ist dieser über kurze Drähte mit der Leiterplatte zu verbinden.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander, K.: Prüfgerät für Infrarot-Fernbedienungen. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 6, S. 454–456
- [2] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024), H. 11, S. 868–871

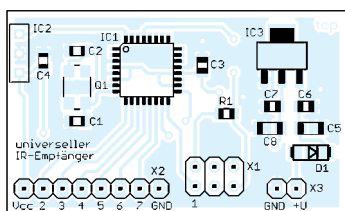


Bild 4: Bestückungsplan des IR-Empfängermoduls; Abmessungen 40 mm × 27 mm

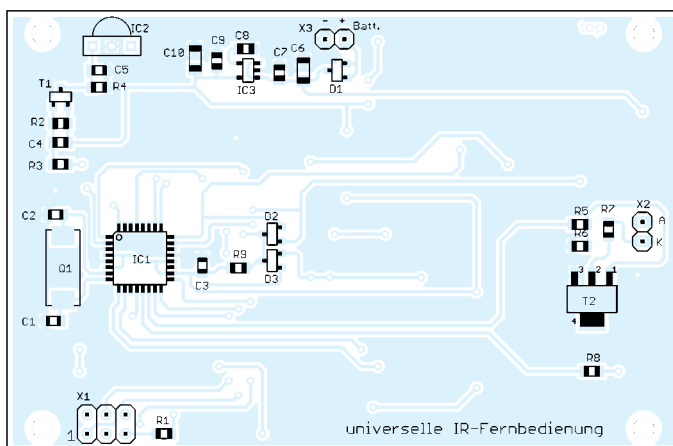


Bild 5: Bestückungsplan der Unterseite der Platine des IR-Sendemoduls, ...

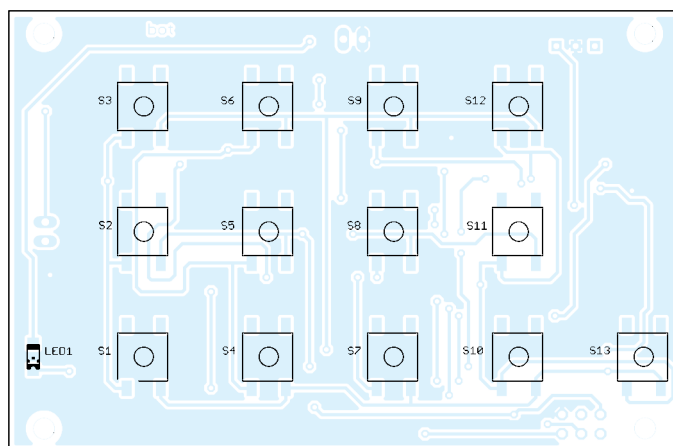


Bild 6: ... auf dessen Oberseite die Taster aufzulöten sind; Abmessungen 89 mm × 58,5 mm

**Strom-, Spannungs-, Leistungsmonitor
mit I²C-Bus-Interface**

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung an VS	U_B		6	V
Eingangsspannung an VBUS, IN–, IN+	U_E	–0,3	40	V
Eingangsstrom an VBUS, IN–, IN+	I_E		5	mA
Ausgangsstrom an SDA, SCL, Alert	I_{AD}		10	mA
Steuerspannung an SDA, SCL, A0, A1	U_{ED}	GND–0,3	6	V
Sperrschichttemperatur	ϑ_j	–65	150	°C

Kennwerte ($U_B = 3,3\text{ V}$, $U_{VBUS} = U_{IN+} = 12\text{ V}$, $\Delta U_{IN} = 0\text{ mV}$, $\vartheta_B = -25\text{ °C}$)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung an VS	U_B	2,7		5,5	V
Betriebsruhestrom					
Messmodus	I_{B0}		310	400	μA
Power-Down-Modus	I_{B0PD}		2	5	μA
Eingangsspannung an VBUS, IN–, IN+	U_E	0		36	V
Shuntspannung	ΔU_S	–81,92		81,92	mV
Eingangsstrom an IN–, IN+	I_E			8	μA
Eingangsimpedanz an VBUS	R_{VBUS}		830		k Ω
Messwertfehler					
Shuntspannung	ΔU_S		0,02	0,1	%
Eingangsspannung	ΔU_E		0,02	0,1	%
Leistung	ΔP		0,05	0,2	%
I ² C-Busspannungen	U_{I2C}	1,8		5	V
ADU-Auflösung	ADU		16		Bit
Betriebstemperatur	ϑ_B	–40		125	°C

Hersteller

Texas Instruments Inc., Dallas, Texas,
USA, www.ti.com

Bezugsquellen

Mouser Electronics, www.mouser.de
Digi-Key Corporation, www.digikey.de

Blockschaltbild

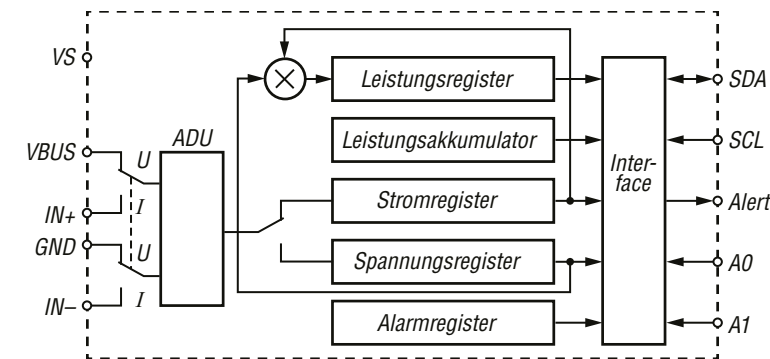


Bild 1: Blockschaltbild des INA233

Kurzcharakteristik

- Messspannung 0 V bis 36 V
- Shuntwiderstand auf High-side oder Low-side einsetzbar
- Messfehler $\leq 0,1\%$
- I²C-Bus mit 1,8 V bis 5 V
- 16 einstellbare I²C-Bus-Adressen
- Betriebsspannung 2,7 V bis 5,5 V
- im VSSOP-10-Gehäuse (SMD) verfügbar

Beschreibung

Der INA233 ist ein Strom-, Spannungs- und Leistungsmonitor mit einer I²C-, SMBus- und PMBus-kompatiblen Schnittstelle, die digitale Busspannungen von 1,8 V bis 5 V unterstützt. Der IC überwacht und meldet vorgegebene Wertüberschreitungen für Strom, Spannung und Leistung am Ausgang *Alert*.

Es sind Energie- oder Durchschnittsleistungsberechnungen möglich. Programmierbare Kalibrierwerte, Umsetzzeiten und Mittelwertbildung ermöglichen in Kombination mit einem internen Multiplikator (Verstärkungsfaktor) die direkte Messwertausgabe der Stromstärke in Ampere und der Leistung in Watt. Die Messspannung U_M darf zwischen 0 V und 36 V variieren.

Anschlussbelegung

- Pin 1, 2: I²C-Adressbits (A1, A0)
- Pin 3: Alarmausgang (Alert)
- Pin 4: I²C-Bus-Daten (SDA)
- Pin 5: I²C-Bus-Takt (SCL)
- Pin 6: Betriebsspannung (VS)
- Pin 7: Masse (GND)
- Pin 8: Messspannung (VBUS)
- Pin 9, 10: Strommesseingänge (IN–, IN+)

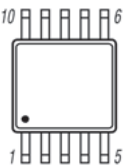


Bild 2: Pinbelegung VSSOP-10

Wichtige Diagramme

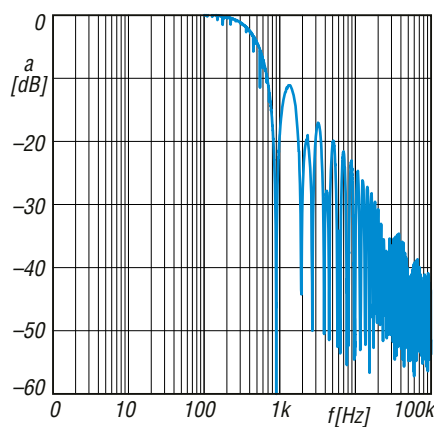


Bild 3: Frequenzgang a bei der Messwerterfassung in Abhängigkeit von der Frequenz f der Eingangsspannung U_E

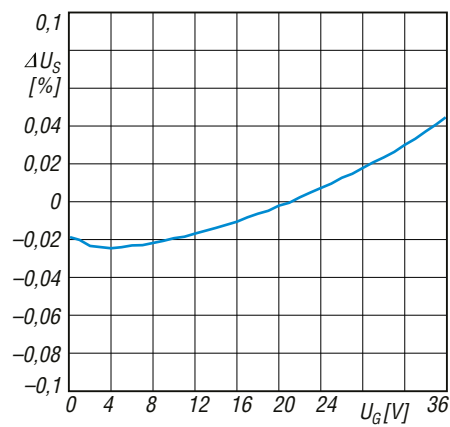


Bild 4: Messwertabweichung ΔU_S am Shunt-Widerstand in Abhängigkeit von der Gleichtaktspannung U_G an den Eingängen $IN-$ und $IN+$

Funktion

Die I²C-Bus-Adresse des INA233 lässt sich durch entsprechende Verbindungen der Adressanschlüsse A1 und A0 mit der Betriebsspannungsleitung VS, dem Massepotenzial GND oder den I²C-Busleitungen SCL und SDA vorgeben.

A1	A0	I ² C-Bus-Adresse
GND	GND	100 0000
GND	VS	100 0001
GND	SDA	100 0010
GND	SCL	100 0011
VS	GND	100 0100
VS	VS	100 0101
VS	SDA	100 0110
VS	SCL	100 0111
SDA	GND	100 1000
SDA	VS	100 1001
SDA	SDA	100 1010
SDA	SCL	100 1011
SCL	GND	100 1100
SCL	VS	100 1101
SCL	SDA	100 1110
SCL	SCL	100 1111

Der zur Strommessung erforderliche niederohmige Widerstand (Shunt) kann sowohl in die Versorgungsspannungsleitung zur Last (High-side) als auch in dessen Masseleitung (Low-side) eingefügt werden. Beide Schaltungsvarianten sind in Bild 5 dargestellt.

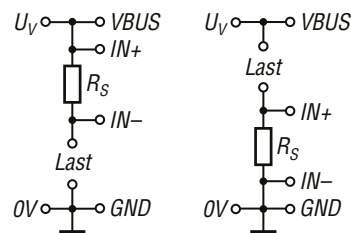


Bild 5: Es ist möglich, den Messwiderstand R_S sowohl in die Masseleitung zur Last (links) als auch in die Spannungsleitung (rechts) einzufügen.

Applikationsschaltung

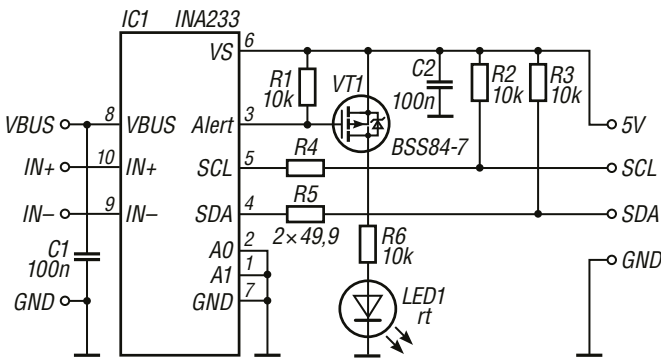


Bild 6: Stromlaufplan des Entwicklungs-Boards des INA233 bei Nutzung einer auf 100 0000 eingestellten I²C-Bus-Adresse und interner Grenzwertsignalisierung; die Meldung der Überschreitung des für Strom, Messspannung oder Leistung eingestellten Grenzwerts erfolgt hier über die LED1. Alternativ lässt sich der Signalpegel am Ausgang *Alert* auswerten, wobei dann ein Pull-up-Widerstand von 10 kΩ an diesem Anschluss erforderlich ist. Das Einfügen in den Messkreis kann entsprechend Bild 5 wahlweise in der Spannungsleitung oder der Masseleitung zur Last erfolgen.



Sender

Frequenzbereiche*

160-m-Band	1,800 ... 2,000 MHz	15-m-Band	21,000 ... 21,450 MHz
80-m-Band	3,500 ... 4,000 MHz	12-m-Band	24,890 ... 24,990 MHz
40-m-Band	7,000 ... 7,200 MHz	10-m-Band	28,000 ... 29,700 MHz
30-m-Band	10,000 ... 10,150 MHz	6-m-Band	50,000 ... 54,000 MHz
20-m-Band	14,000 ... 14,350 MHz	2-m-Band	144,00 ... 146,00 MHz
17-m-Band	18,068 ... 18,168 MHz	70-cm-Band	430,00 ... 440,00 MHz

Sendeleistung CW, SSB, FM usw.

mit SBR-52LI	0,5 ... 6 W	AM	0,5 ... 1,5 W
bei 13,8 V extern	0,5 ... 10 W		0,5 ... 2,5 W

Sonstiges

Trägerunterdrückung	> 60 dB
Oberwellenunterdrückung	> 50 dB (> 63 dB @ 6 m, > 60 dB @ 2 m/70 cm)
Unterdrückung des unerwünschten Seitenbandes	> 60 dB
FM-Hub	2,5 kHz (narrow) / 5 kHz (wide)

*) nutzbare Frequenzbereiche variieren je nach Länderversion, 4-m-Band nur bei UK-Version freigeschaltet

Empfänger

Prinzip	Direktabstimmung mit DSP-Nachsetzer (< 48 MHz) Direktabstimmung mit Down-Konverter und DSP-Nachsetzer (> 48 MHz) ZF: Hauptband 44,5...49,5 MHz, Subband 41,3...44,3 MHz
---------	---

Empfindlichkeit	SSB @ 10 dB S/N	FM @ 12 dB SINAD	AM @ 10 dB S/N
0,5 ... 1,8 MHz*	k. A.	k. A.	7,9 µV
1,8 ... 30 MHz*	0,16 µV	0,25 µV (28 ... 30 MHz)	2,0 µV
50 ... 54 MHz*	0,125 µV	0,2 µV	1,0 µV
144 ... 146 MHz**	0,125 µV	0,125 µV	1,0 µV
430 ... 440 MHz**	0,125 µV	0,125 µV	1,0 µV

Selektivität

	-6 dB	-60 dB
CW @ BW = 500 Hz	> 0,5 kHz	< 0,75 kHz
SSB @ BW = 2,4 kHz	> 2,4 kHz	< 3,6 kHz
AM @ BW = 6 kHz	> 6,0 kHz	< 15 kHz
FM @ BW = 12 kHz	> 12 kHz	< 25 kHz

Sonstiges

Clarifier-Variation	± 9,995 kHz
Spiegelfrequenzdämpfung	> 70 dB (> 60 dB über 50 MHz)
NF-Ausgangsleistung	> 1,5 W an 4 Ω (k = 10 %)

*) Vorverstärker 2 und IPO eingeschaltet **) Vorverstärker eingeschaltet

Besonderheiten (Auswahl)

- 100/50-W-HF-Einheit SPA-1 als Zubehör für den stationären Betrieb verfügbar
- ultrahelles 4,3-Zoll-Farb-TFT-Touchdisplay
- Wasserfall-, Spektroskop- und 3DSS-Darstellung
- IPO-Funktion und zwei wahlweise zuschaltbare HF-Vorverstärker
- ausgezeichnete Großsignaleigenschaften
- Primary Memory Group-Funktion zur Überwachung von bis zu fünf VHF/UHF-Kanälen
- Memory Channel Band Auto Grouping-Funktion für die Speicherung von Kanälen
- QRP-Modus wählbar (Begrenzung auf 5 W)
- Dualer Empfang (nicht für KW/KW)
- Slot für Micro-SD-Karten
- Eingangsabschwächer
- Bandstapelregister
- zwei DSPs (Haupt- und Subband) mit Konturfilter, ZF-Shift, Störaustaster, Notch-Filter, Rauschminderung
- parametrischer Mikrofonequalizer

Allgemeines

Allmode-QRP-SDR-Transceiver für die KW-Bänder sowie 6 m, 2 m und 70 cm

Hersteller Yaesu Musen Co. Ltd.
Japan

Markteinführung 8/2025 (Deutschland)

Preis etwa 1700 € (8/2025)

Frequenzbereiche

RX 0,03 ... 174 MHz,
400 ... 470 MHz
TX KW-Amateurfunkbänder,
6-m-, 2-m- und 70-cm

Abstimmungsschritte 1/5/10/20 Hz
(1 Hz bei Fine Tuning)

Sendarten LSB/USB, AM, FM, CW,
C4FM, DATA-Modes

Antennenanschluss 2 x BNC

Betriebsspannung 13,8 V DC ± 15 %

Stromaufnahme

RX (mit Signal) 0,9 A

TX (@13,8 V) 3 A

Temperaturbereich -10 ... 50 °C

Frequenzstabilität 0,5 ppm

Maße (B x H x T) 213 x 89 x 55 mm³

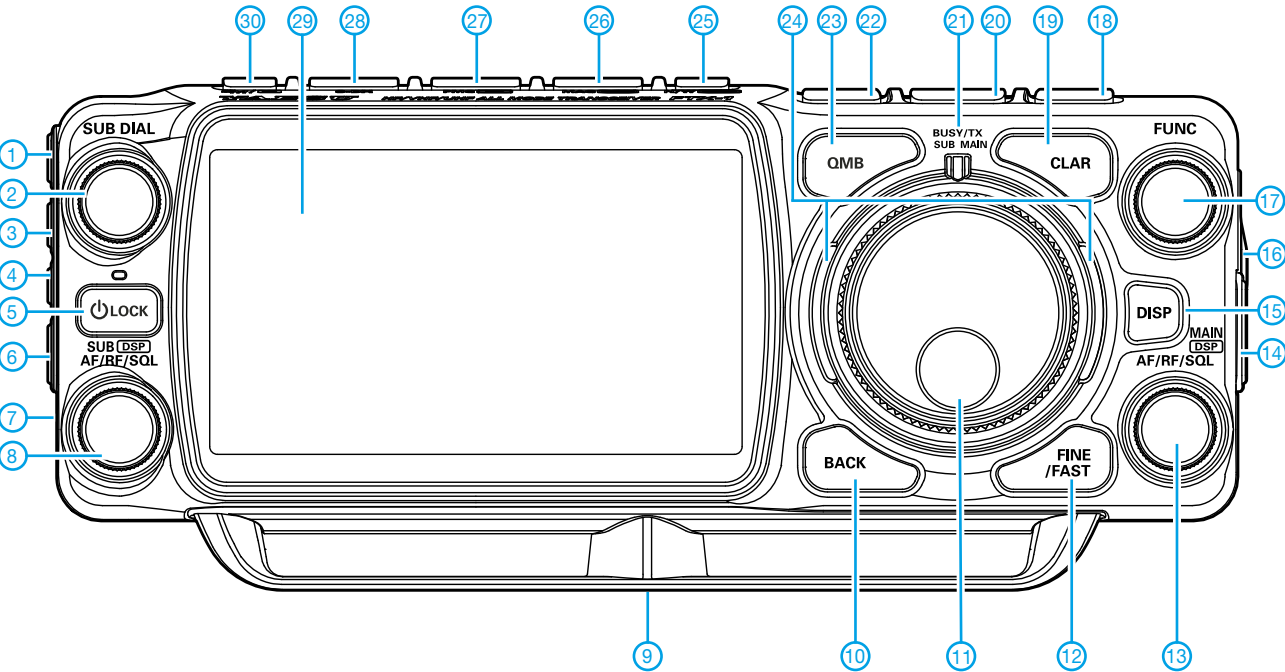
Gesamtmasse 1,25 kg

Lieferumfang Bedienungsanleitung,
Akkupack SBR-52LI,
Handmikrofon SSM-75E,
DC-Kabel, Sicherung,
Buchsenabdeckungen

Zubehör, optional (Auswahl)

SPA-1	100/50-W-HF-Einheit
M-1	Referenz-Tischmikrofon
M-70	Tischmikrofon
M-90D	Tischmikrofon
M-100	Tischmikrofon
FC-40	externer Antennenkoppler für Langdrahtantennen
FC-80	externer automatischer Antennenkoppler
FC-90	externer Antennenkoppler für Langdrahtantennen
ATAS-25	aktiv abgestimmte Antenne
ATAS-120A	aktiv abgestimmte Antenne
FGPS-5	GPS-Antenne
BU-6	Bluetooth-Einheit
SSM-BT20	Bluetooth-Headset

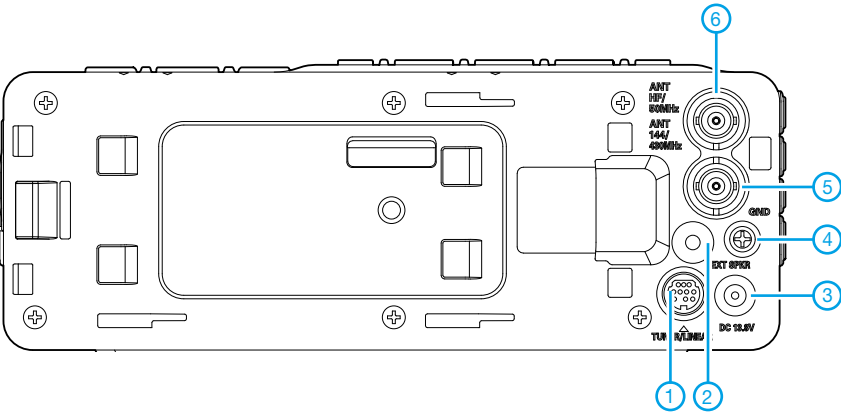
Frontseite (Auswahl)



Auswahl

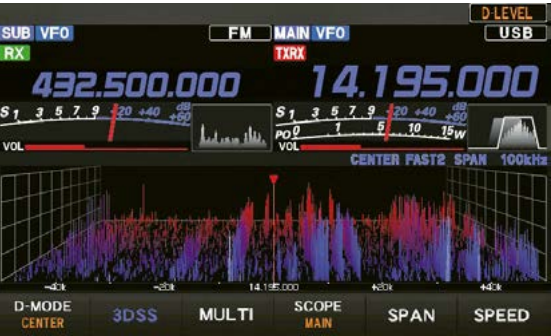
- | | | |
|---|--|---------------------------------------|
| 1 - Kopfhörerbuchse | 10 - Taste Back/DSP-Reset | 19 - Taste für Clarifier |
| 2 - Abstimmknopf (SUB-Band) | 11 - Hauptabstimmknopf | 20 - Umschalttaste VFO/Speicher |
| 3 - CW-Tastenbuchse | 12 - Taste für Feinabstimmung | 21 - RX/TX-LED |
| 4 - Buchse für GPS-Antenne | 13 - Steller für Lautstärke, HF-Verstärkung/Squelch-Pegel (MAIN) | 22 - Taste für Split-Betrieb |
| 5 - Ein/Aus-Taste/Verriegelungstaste | 14 - Slot für Micro-SD-Karte | 23 - Taste für Quick-Memory-Bank |
| 6 - USB-Buchse zur CAT-Steuerung, NF-Ein-/Ausgabe sowie zum Aufladen des Akkumulators | 15 - Taste für Bildschirmsteuerung | 24 - Anzeige VFO-Modus |
| 7 - Mikrofonbuchse | 16 - Terminal für optionales Bluetooth-Modul BU-6 | 25 - Taste für Bandbreitenwahl |
| 8 - Steller für Lautstärke, HF-Verstärkung/Squelch-Pegel (SUB-Band) | 17 - Multifunktionsknopf | 26 - Bandwahl-/Speichergruppenwahl |
| 9 - Gewinde für Halterung | 18 - Taste für Übernahme des Speicherinhalts in den VFO | 27 - Taste für primäre Speichergruppe |
| | | 28 - Taste HF-Abschwächer |
| | | 29 - TFT-Farbdisplay |
| | | 30 - Taste für Gruppenmonitorfunktion |

Rückseite mit Anschlüssen



- 1 - Buchse für externen Antennenkoppler bzw. zur Steuerung einer Linearendstufe
- 2 - Buchse für externen Lautsprecher
- 3 - Spannungsversorgungsbuchse 13,8 V
- 4 - Klemmschraube für Erdung
- 5 - Antennenbuchse 144/430 MHz
- 6 - Antennenbuchse KW/50 MHz

Display (Beispiele)



Verkürzte Vertikalantenne für das 60-m-Band

Dr.-Ing. CHRISTOPH KUNZE – DK6ED

Kommerziell gefertigte Antennen für das 60-m-Band sind nur in geringer Auswahl erhältlich. In den meisten Fällen ist daher die Umsetzung eigener Ideen gefragt. Hierbei gilt es jedoch insbesondere dann einiges zu beachten, wenn es um eine verkürzte vertikale Ausführung geht.

Bei der Planung einer Antenne für das 60-m-Band empfiehlt es sich aufgrund der geringen zulässigen Leistung von 9 W ERP, großen Wert auf einen hohen Wirkungsgrad zu legen. Dem entgegen kommt dabei der mit nur 15 kHz sehr schmale Frequenzbereich, der für den Amateurfunk zugelassen ist.



Bild 1: Masthalterung aus verzinktem U-Profil; auf das Aluminiumrohr wird der Teleskopmast (links) gesteckt. Foto: DK6ED

Da die Abmessungen einer Antenne bei einer Wellenlänge von 60 m relativ groß ausfallen, entschied ich mich für einen Vertikalstrahler. Aber selbst in einer vollen $\lambda/4$ -Ausdehnung betrüge die Höhe noch 14 m, was zu einem hohen konstruktiven Aufwand und möglicherweise sogar zu baurechtlichen Problemen führen könnte.

Konzeptionelle Überlegungen

Basis des Antennenträgers sollte ein GFK-Teleskopmast von 10 m Länge sein. Seine Halterung aus verzinktem U-Profil weist eine Länge von 1 m über dem Boden auf und das mit Bügelschellen daran befestigte Montagerohr aus Aluminium ragt nochmals 25 cm darüber hinaus. Auf dieses letzte Segment wird der Mast aufgesteckt, wodurch eine mechanische Gesamtlänge von 11 m als Antennenträger zur Verfügung steht.

Hinsichtlich der für die elektrische Verlängerung des Strahlers erforderlichen

Spule stellte sich die Frage nach deren Positionierung. Gemäß dem Grundsatz „Strom strahlt“ sollte eine Verkürzung des Antennenstrahlers nicht im Strombauch, in diesem Fall also in der Nähe des Fußpunktes, erfolgen. Eine dort montierte Spule wäre zwar leicht abzugleichen, allerdings würde dann der stark strahlende Teil der Antenne, in dem sich der Strombauch befindet, „aufgewickelt“, womit dieser seine Funktion nicht mehr erfüllen könnte. Da ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden soll, muss die Verlängerungsspule somit so weit wie möglich vom Fußpunkt entfernt angeordnet werden.

Antenne

Aus diesen Überlegungen entstand die Lösung nach Bild 2. Die Spule befindet sich in ungefähr 9,5 m Höhe und damit noch weitgehend im Stromknoten. Der sich anschließende restliche Teil des Strahlers ist mit nur 1,95 m sehr kurz gewählt und dient insbesondere zu Abgleichzwecken. Die Maßangaben in Bild 2 beziehen sich auf die verwendeten Drahtlängen.

Der untere Teil des Strahlers ist mit Lautsprecherlitze ausgeführt. Ein Querschnitt von 4 mm^2 erschien mir hier im Hinblick auf geringere Verluste sinnvoll. Die Simu-

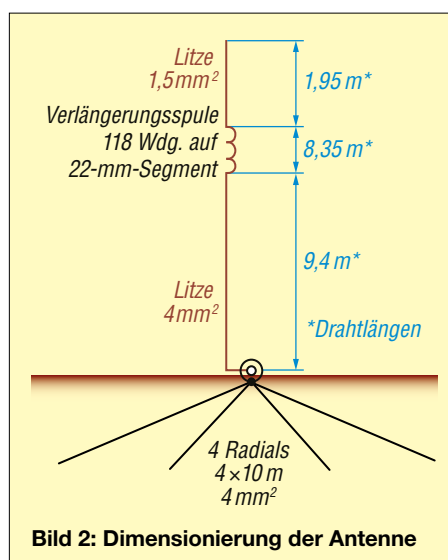


Bild 2: Dimensionierung der Antenne

lation mit EZNEC ergab, dass bei den vorgegebenen Längen für die Resonanz im 60-m-Band eine Induktivität von $15 \mu\text{H}$ erforderlich ist. Damit sich die meisten Segmente des Mastes einschieben lassen, wickelte ich 8,35 m Litze als Spule direkt auf das Mastsegment. Es hat an dieser Stelle einen Durchmesser von 22 mm, weshalb 118 Windungen auf 0,34 m aufzubringen waren. Um den Mast vollständig einschieben zu können, müsste die Spule mit neu berechneter Windungszahl auf einem Kunststoffrohr hergestellt werden.

Sowohl die Spule als auch das letzte Teilstück bis zur Antennenspitze erstellte ich aus $1,5 \text{ mm}^2$ -Litze. Diese Ausführung ist robust und eine Lötstelle an der Verbindungsstelle zwischen dem oberen Spulende und dem darüberliegenden Strahler entfällt. Die Anzahl von 118 Windungen erscheint zu Anfang schwierig auszuführen. Wenn man jedoch die insgesamt erforderlichen rund 10,3 m Litze vorher auf einen Holzstab aufwickelt und an der Antennenspitze mit der oberen Strahlerhälfte beginnt, gelingt die Herstellung problemlos.

Die in Bild 2 angegebenen Maße sind bei der Ausführung unbedingt einzuhalten, damit sich Resonanz auf dem 60-m-Band einstellt. Ist die Montage eines 10-m-Mastes nicht möglich, kann ein Teil der unteren Drahtlänge gleichmäßig verteilt in großen Windungen um eine etwas kürzere Ausführung gewickelt werden.

Erdung

Das Erdnetz ist bei dieser Art Vertikalstrahler besonders wichtig. Ich habe Versuche mit zwei Radialsystemen durchgeführt. Die erste Ausführung bestand aus vier Radials mit einer Länge von je 10 m. Die Litze hatte den gleichen Querschnitt wie der untere Teil des Strahlers. Als Faustformel sollte die Länge der nicht resonanten Gegengewichte etwa der Masthöhe entsprechen. Die zweite Variante war ein optimiertes Erdnetz aus vierzig eingegrabenen Radials mit einer Länge von jeweils 20 m.

Ergebnis

Die Antenne hat eine Bandbreite von 200 kHz, bezogen auf ein SWV von $s = 2$. Bei der Resonanzfrequenz habe ich ein SWV von $s = 1,1$ gemessen. Der Wert war bei beiden Erdnetzen gleich. Beim Funkbetrieb konnte ich aufgrund des starken Schwunds keinen wesentlichen Unterschied feststellen. In der Sendearbeit FT8 ließen sich mit der zugelassenen Sendeleistung bei guten Bedingungen alle Kontinente erreichen. dk6ed@t-online.de

Aufhebung der Blockade nach Software-Update beim Pluto Plus

Dipl.-Ing. RÜDIGER MÖLLER – DJ1MR

Die SDR-Hardware auf Basis des Adalm Pluto erfreut sich seit einigen Jahren zunehmender Beliebtheit, wie viele SDR-Selbstbauprojekte zeigen. Weiterentwicklungen der Firmware erscheinen in relativ kurzen Zeitabständen. Beim Update kann es jedoch aus den unterschiedlichsten Gründen zu einem umfassenden Blockadezustand kommen. Dann steht leider auch der für das Update zuständige DFU-Betriebsmodus nicht mehr zur Verfügung. Nachstehend wird beschrieben, wie sich dieses Problem lösen lässt.

Der Pluto Plus ist ein softwaredefinierter Transceiver mit jeweils zwei Empfänger-eingängen und Senderausgängen, Bild 1. Ich selbst setze ihn in einem kombinierten SDR-Transceiver für den Funkbetrieb über QO-100 und im 2-m- und 70-cm-Band ein [1].



Bild 1: SDR-Transceiver Pluto Plus und dessen Anschlüsse an den Schmalseiten des Gehäuses

Die Hardware des Pluto Plus entspricht im Wesentlichen der seines namensähnlichen Vorgängers *Adalm Pluto* von *Analog Devices*. Der mit der Standard-Firmware nutzbare Frequenzbereich reicht von 70 MHz bis 6 GHz. Im Internet findet man auf <https://github.com/plutoplus/plutoplus> detaillierte technische Informationen zum Pluto Plus. Diese umfassen neben den Firmwarevarianten auch die Schaltungsunterlagen, die Leiterplattenlayouts sowie Hinweise zum Betrieb und zu den Anschlüssen.

Im Gegensatz zu seinem Vorgänger besitzt der Pluto Plus ein Gehäuse aus Aluminium, was der Abschirmung und Wärmeabfuhr zugutekommt. Durch den vorhandenen Gigabit-Ethernetanschluss gestaltet sich seine Integration in ein lokales Netzwerk (LAN) sehr einfach.

Der Pluto Plus verfügt über einen spannungsgesteuerten, temperaturkompensierten Oszillator mit einer Frequenzstabilität von 0,5 ppm, wohingegen der Oszillator des *Adalm Pluto* nur mit 25 ppm aufwarten konnte. Beide basieren auf dem HF-Transceiverschaltkreis AD9363 und einem *Xilinx Zynq 7010 hybrid* als FPGA/CPU.

In den Pluto Plus ist zusätzlich ein Micro-SD-Kartenleser integriert, von dem auch gebootet werden kann. Dazu ist auf der Geräteplatine ein Jumper zu stecken. Mit dem Kartenleser ist der Pluto Plus auf Firmware-Updates gut vorbereitet, nicht zuletzt deshalb, weil damit insgesamt wesentlich mehr Speicherplatz zur Verfügung steht.

Um die beschriebenen Maßnahmen zur Beseitigung der Softwareblockade besser zu verstehen, ist es hilfreich, die grundlegende Vorgehensweise bei der Konfiguration und beim Update zu kennen. Daher gehe ich zunächst auf diese beiden Themen näher ein.

■ Initialkonfiguration

Vor der erstmaligen Inbetriebnahme ist dem Pluto Plus eine IP-Adresse zuzuweisen. Dazu verbindet man ihn mithilfe eines USB-Kabels über die mit *DATA* beschriftete Micro-USB-Buchse, Bild 1, mit dem Computer.

Im Betriebssystem Windows taucht dann ein zusätzliches Laufwerk mit der Bezeichnung *PlutoSDR* auf, Bild 2. Darin befindet sich unter anderem eine Datei *config.txt*, die dann zu editieren ist. Dort sind unter der Zeile *[USB_ETHERNET]* eine IP-Adresse aus dem vorgesehenen

LAN-Subnetz und die Netzmaske einzutragen.

Die geänderte Datei ist abzuspeichern und das Laufwerk *PlutoSDR* anschließend „auszuwerfen“, indem man in der Windows-Taskleiste das Symbol für *Hardware sicher entfernen* einblendet und dort das *PlutoSDR*-Laufwerk auswählt, Bild 3. Der Pluto Plus übernimmt dann beim Start die auf diesem Wege hinterlegte IP-Adresse. Mittels Ping-Befehl an der Windows-Befehlskosole (Aufruf mit *cmd*) lässt sich dies überprüfen.

■ Software-Aktualisierung

Im Auslieferungszustand ist der Pluto Plus bereits mit einer im Flash-Speicher abgelegten Firmware versehen. Derzeit ist dies zumeist eine etwas ältere Version mit der Bezeichnung *fw-v0.32-1-g7bdc-dirty*. Die Erweiterung *dirty* im Namen zeigt an, dass diese Firmwareversion die Gigabit-Ethernetschnittstelle bedienen kann. Eine Micro-SD-Karte gehört nicht zum Lieferumfang.

Die aktuell verfügbare Firmwareversion für den Pluto Plus ist *v0.37-dirty*. Mit dieser Version habe ich leider mehrfach „Schiffbruch erlitten“.

Das Vorgehen beim Firmware-Update ist u. a. im bereits genannten Git-Hub-Repository beschrieben. Schlägt diese Standardlösung fehl, kann man den Weg über ein sogenanntes *Device Firmware Upgrade* (DFU) gehen. Diese Vorgehensweise wird ebenfalls im Git-Hub-Repository und zahlreichen Videos auf *YouTube* beschrieben. Sehr hilfreich ist auch der *Virtual Classroom for ADI University*, welcher unter <https://ez.analog.com/>

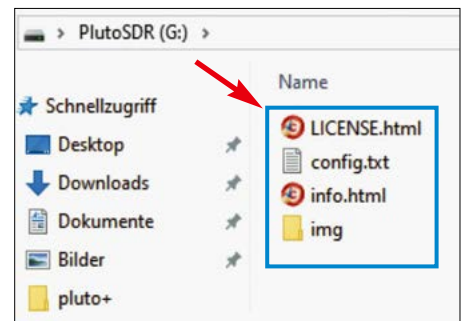


Bild 2: Inhalt des Laufwerks *PlutoSDR*

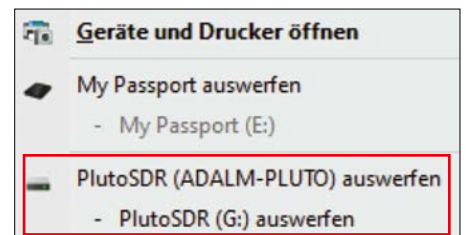


Bild 3: Auswerfen des Pluto-Plus-Laufwerks über die Taskleiste von Windows

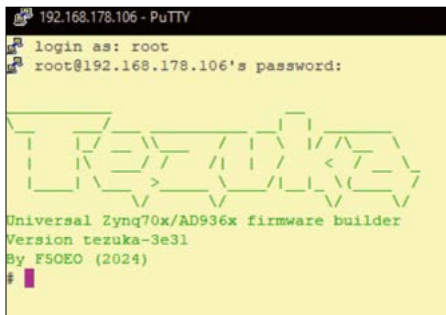


Bild 4: Startfenster der Tezuka-Firmware mit Login-Bildschirm des Pluto Plus

adieducation/university-program erreichbar ist.

Leider kommt es häufig vor, dass nach einem gescheiterten Firmware-Update selbst der DFU-Modus nicht mehr verfügbar ist. Der Pluto Plus ist diesbezüglich sehr anfällig. In diesem Zustand half bislang nur eine aufwendige Wiederher-

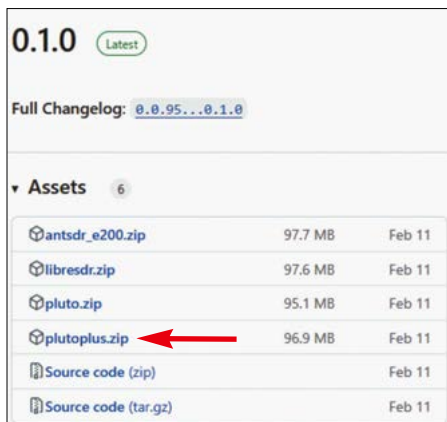


Bild 5: Anzeige der verfügbaren Varianten der Tezuka-Firmware

stellung des Betriebszustands mittels JTAG-Cable-Modem, UART-Adapter und der Software Vivado Lab Edition. JTAG (benannt nach der Joint Test Action Group) ist ein Industriestandard zum Überprüfen und Testen von Baugruppen nach der Herstellung. UART steht für Universal Asynchronous Receiver/Transmitter und definiert ein Protokoll für den Austausch von seriellen Daten zwischen zwei Geräten.

UART nutzt lediglich zwei Leitungen zwischen Sender und Empfänger, um in beiden Richtungen zu senden und zu empfangen. Die Anwendung dieser Methode ist aber eher etwas für Spezialisten, siehe Abschnitt Alternative Methode.

Ich habe mich nach einem fehlgeschlagenen Firmware-Update des Pluto Plus mit dieser Methode notgedrungen näher beschäftigen müssen. Glücklicherweise zeigt Evariste Courjaud, F5OEO, wie es auch wesentlich eleganter und leichter gehen kann, den vollständig blockierten Pluto Plus wieder zum Leben zu erwe-

cken. Nachfolgend beschreibe ich diese relativ einfache Methode.

■ Wiederherstellung mithilfe der Software von F5OEO

Für den Pluto Plus gibt es auch eine Firmwareversion mit der Bezeichnung Tezuka. Diese stammt von F5OEO und lässt sich von https://github.com/F5OEO/tezuka_fw/releases herunterladen. Bild 4 zeigt das Startfenster der Firmware nach dem Einloggen via Secure Shell (SSH) mittels Terminalprogramm Putty [2]. Auf diesem Weg kann man sich über das SSH-Protokoll als Nutzer root mit dem Passwort analog anmelden.

Der Befehl ifconfig liefert einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Interfaces. Unter eth0 findet sich die in der Datei config.txt hinterlegte IP-Adresse wieder. Die Tezuka-Software ist universell für Zynq/AD9363-basierte SDR-Transceiver wie PlutoSDR, Pluto Plus, AntSDR (e200) und LibreSDR einsetzbar. Sie verfügt u. a. über folgende interessante Eigenschaften:

- Audio gadget als Soundkarte (Virtual Cable wird nicht benötigt)
- Boot-Unterstützung durch SD-Karte für erleichtertes Update-Prozedere, kein Risiko beim Beschreiben des Programmspeichers, höhere Speicherkapazität dank SD-Karte
- PTT-Ausgabeport MIO0
- Unterstützung der Software MaiaSDR

Installation bei einem noch funktionierendem Pluto Plus

Von https://github.com/F5OEO/tezuka_fw/releases lädt man sich die Firmware für den Pluto Plus herunter. Bild 5 zeigt eine Auswahl der unter diesem Link gegenwärtig zur Verfügung stehenden Varianten der Tezuka-Firmware für die Pluto-Familie, den Libre SDR und den antsdr-e200.

Die für den Pluto Plus vorgesehene Archivdatei plutoplus.zip ist zu entpacken. Sie enthält die in Bild 6 dargestellten Softwarekomponenten. Links sind jene erkennbar, die für ein übliches Software-Update via Windows-Laufwerk Pluto-

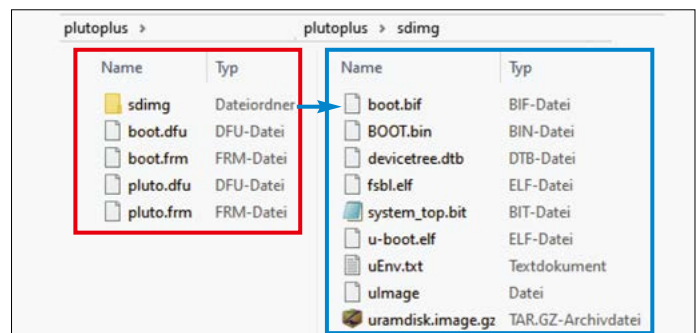


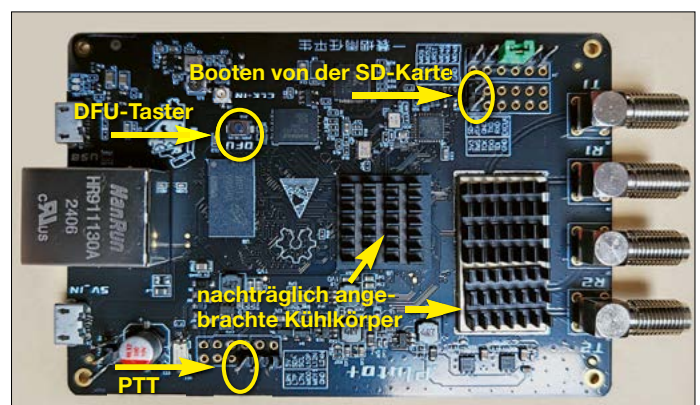
Bild 6: Inhalt der ZIP-Archivdatei (rot umrandet) und des Ordners sdimg für den Pluto Plus (blau umrandet)

- Frequenzbereichserweiterung auf 47,5 MHz bis 6 GHz
- Umschaltmöglichkeit der Empfangseingänge RX1/RX2 und der Sendeausgänge TX1/TX2 mittels Datei config.txt und Einzelbefehlen über SSH-Protokoll (Terminalprogramm)
- komplexer 8-Bit-Modus zur Erweiterung der Streaming-Bandbreite zum PC (14 MHz über USB und 45 MHz über Gigabit-Ethernet)

SDR erforderlich sind. Eine Ausnahme bildet der Ordner sdimg. Die Bezeichnung steht für SD-Karten-Image. Der Inhalt dieses Ordners bildet die Grundlage für die nachfolgend erörterte Wiederherstellungsprozedur für den Pluto Plus nach einer totalen Blockade.

Ist der Pluto Plus allerdings noch komplett funktionsfähig, muss man lediglich den auf der linken Seite in Bild 6 rot eingerahmten Ordnerinhalt – mit Ausnahme

Bild 7: Ausgebaute Platine des Pluto Plus; die Anschlüsse, die man für das Booten von der SD-Karte und den PTT-Zusatzanschluss MIO0 benötigt, sind hier markiert.



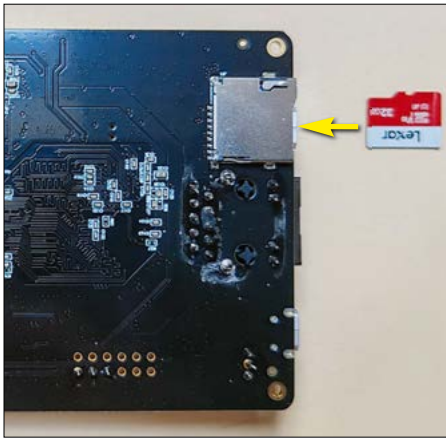


Bild 8: Rückseite der Pluto-Plus-Platine mit Micro-SD-Kartenleser

des Ordners *sdimg* – in das *PlutoSDR*-Laufwerk kopieren, siehe Abschnitt *Initialkonfiguration* und Bild 2. Dieses Laufwerk ist dann „auszuwerfen“ und es ist so lange zu warten, bis die neue Software vom Pluto Plus in den Programmspeicher geladen wurde. Ist man zu ungeduldig oder gibt es eine Unterbrechung der USB-Verbindung zum PC, hat dies meist die vollständige Blockade des Pluto Plus zur Folge. Dieser Effekt kann aber auch dann auftreten, wenn die neue Firmware noch einen Fehler enthält oder es Kontakt- bzw. Stromversorgungsprobleme am USB-Anschluss des PC während der Phase des Speicherns der Programmdateien gibt.

Wiederherstellung des Pluto Plus nach vollständiger Blockade

Die Platine des Pluto Plus ist zunächst aus dem Gehäuse auszubauen, indem die vier Schrauben auf der Seite herausgedreht werden, auf der sich die Ethernetbuchse befindet. Auch die Befestigungsmuttern der vier SMA-Buchsen sind vollständig zu lösen. Die Leiterplatte lässt sich dann aus dem Gehäuse herausziehen. Will man erstmalig von der SD-Karte booten, dann ist auf dem Pluto Plus eine zweipolige Stiftleiste nachzurüsten, siehe Bild 7. Dort sind auch die beiden selbstklebenden Kühlkörper zu erkennen, die ich auf dem FPGA und dem AD9363 zur besseren Wärmeabfuhr angebracht habe. Auf die neue Stiftleiste mit den Anschlussbezeichnungen *3V3* und *SD-H* wird ein Jumper gesteckt. Dann ist eine Micro-SD-Karte mit maximal 32 GB Speicherkapazität im FAT32-Format zu formatieren. Dies kann man z. B. mit einem USB-SD-Kartenlesegerät bewerkstelligen oder mit einem Notebook, das über einen eingebauten Kartenleser verfügt. Nutzer des *Libre SDR Pluto* sollten nur 16-GB-Karten nutzen.

Die zuvor im Ordner *sdimg* befindlichen Dateien sind in das Stammverzeichnis der Micro-SD-Karte zu kopieren. Die Karte ist vorsichtig in den auf der Unterseite der Platine befindlichen Kartenleser einzuschieben, bis sie einrastet, siehe Bild 8.

Wiederherstellungsvorgang

Neben der auf dem Gehäuse mit *DATA* beschrifteten USB-Buchse des Pluto Plus befinden sich zwei LEDs mit den Bezeichnungen LED1 (blau) und LED2 (grün). Diese sind beim Wiederherstellungsvorgang im Blick zu behalten. Die grüne LED blinkt beim Startvorgang und leuchtet dauerhaft, wenn das Gerät betriebsbereit ist. Während der in Bild 7 markierte DFU-Taster gedrückt wird, ist die genannte USB-Buchse der Platine des Pluto Plus mittels eines USB-Kabels mit dem PC zu verbinden. Der DFU-Taster ist in gedrückter Stellung zu halten, am besten mithilfe eines kleinen Plastikstifts. Die mit *+5V-IN* bezeichnete zweite USB-Buchse bleibt in dieser Phase leer.

Wenn die blaue LED1 nach einer Weile zu flackern beginnt, ist der DFU-Taster loszulassen. Dann wartet man so lange, bis dieses Flackern endet und im Windows-Explorer das *PlutoSDR*-Laufwerk wieder erscheint, siehe Bild 2. Im *Gerätemanager* von Windows ist dann nachzuschauen, welcher COM-Port dem Pluto Plus zugewiesen wurde. Im Beispiel in Bild 9 ist dies *COM12*.

Mithilfe des Terminalprogramms *Putty* loggt man sich dann als *root* via *serial protocol*, *115200 Baud* und *8N1* mit dem Passwort *analog* ein. Mit dem Befehl *ifconfig* lässt sich in Erfahrung bringen, ob die Ethernetschnittstelle *eth0* verfügbar ist, siehe auch Bild 4.

Im Windows-Explorer öffnet man die im *PlutoSDR*-Laufwerk vorhandene Datei *config.txt* und trägt unter der Zeile *[USB_ETHERNET]* die gewünschte IP-Adresse sowie die Subnetzmaske ein. Die genannte Datei ist danach abzuspei-

chern. Anschließend werden in das *PlutoSDR*-Laufwerk die Dateien *pluto.frm* und *boot.frm* kopiert, wie links in Bild 6 dargestellt. Es ist darauf zu achten, dass nur diese beiden Dateien in das Laufwerksverzeichnis kopiert werden.

Anschließend verbindet man den Pluto Plus über seine Ethernetbuchse mit dem LAN, in dem sich auch der PC befindet. Das *PlutoSDR*-Laufwerk ist anschließend „auszuwerfen“, siehe Bild 3.

Nach dieser Aktion dauert es einen Moment, bis die blaue LED1 nicht mehr flackert und das Pluto-Plus-Laufwerk erscheint daraufhin erneut im Windows-Explorer. Der Pluto Plus sollte jetzt via *Putty*-Konsole und *SSH*-Protokoll erreichbar sein.

Nun ist der Pluto Plus durch Abziehen des USB-Kabels von der Stromversorgung zu trennen. Die Micro-SD-Karte und der Jumper zwischen den Pins *3V3* und *SD-H* sind zu entfernen. Danach wird der Pluto Plus über beide USB-Kabel mit dem PC verbunden und sollte dann wieder vom internen Programmspeicher starten. Die Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft ist damit abgeschlossen.

Alternative Methode

Wie bereits angedeutet, wird in der Ergänzung zu diesem Beitrag eine alternative Wiederherstellungsmethode auf Basis eines Kabelmodems vom Typ *Xilinx* und eines USB/UART-Adapters beschrieben. Diese ist wesentlich anspruchsvoller, da man sich mit der Skriptsprache *TCL* (*Tool Command Language*) auskennen sollte. Die diesbezüglichen Ausführungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Insbesondere Befehlssatzänderungen in der *TCL*-Konsole oder Inkonsistenzen in der *Vivado*-Software können hier Schwierigkeiten bereiten. Darüber hinaus weisen einige *TCL*-Skripte Fehler auf bzw. sind veraltet, weil sich inzwischen die *TCL*-Syntax geändert hat. Wer sich jedoch gerne mit Softwareproblemen auseinandersetzt, für den bietet diese Methode reichlich Gelegenheit dazu. Ich habe sie als recht „abenteuerlich“ empfunden und bevorzuge die oben vorgestellte relativ einfache Lösung mit dem SD-Karten-Image von *F5OEO*.

rue.moeller@t-online.de



Bild 9: Reaktivierter COM-Port des Pluto Plus nach dem Booten von der SD-Karte
Fotos und Screenshots: DJ1MR

Literatur

- [1] Möller, R., DJ1MR: Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100. *FUNKAMATEUR* 74 (2025) H. 2, S. 128–131; H. 3, S. 216–219; H. 4, S. 300–303
- [2] Terminalprogramm *Putty*: www.putty.org

Pulsbreitenmodulator im Klasse-E-Betrieb für den AM-Minisender (2)

THOMAS SCHILLER – DC7GB

Nach der Beschreibung des Funktionsprinzips und der verwendeten Schaltung im ersten Teil des Beitrags geht es im Folgenden um weitere Details und Eigenschaften des eingesetzten Pulsbreitenmodulators. Einige Hinweise zur Bauelementeauswahl und Schaltungsoptimierung runden den Beitrag ab.

Die Verluste in den Drosseln des Mittelwertfilters führen zu deren Erwärmung. Dadurch ändern sich die magnetischen Eigenschaften des betreffenden Ferritkerns und somit die Induktivität. Das Filter wird verstimmt und kann die vorgegebenen Daten nicht mehr vollständig einhalten.

Der Filterausgang speist den Klasse-E-Modulator. Dessen Stromaufnahme bestimmt den Wert des am Filterausgang wirkenden Abschlusswiderstandes. Er ist dynamisch abhängig von der durch U_M eingestellten HF-Ausgangsleistung. Der Filterausgang hat ebenso wie der Filtereingang keine von der Modulationsfrequenz unabhängige Impedanz. Eine reflexionsfreie Anpassung des Filterausgangs ist daher kaum möglich.

■ Geschalteter Modulator

Mathematisch betrachtet, multipliziert die Klasse-E-Stufe mit T3 das Ausgangssignal U_{Mod} des PWM-Filters mit der HF-Spannung $u_{f0} = \sin(HF)$. Dazu schaltet er die Spannung U_{Mod} im Takt der Trägerfrequenz f_0 für eine halbe Periode über eine niederohmige Koppelwicklung an L1 und trennt die Einspeisung für die zweite Hälfte ab. Dies entspricht der Multiplikation von U_{Mod} mit einem Recht-

ecksignal der Frequenz f_0 . Das Mischprodukt besteht aus dem HF-Träger u_{f0} und bei Symmetrie der Umschaltung nur aus den Oberschwingungen $u_{f3}/3, u_{f5}/5, u_{f7}/7$ usw.

Zur Vereinfachung sollen das erwünschte HF-Grundsignal $u_{f0} = \sin(HF)$ und ein sinusförmiges Modulationssignal $\sin(NF)$ am Ausgang des Mittelwertfilters betrachtet werden. Es besteht aus:

$$U_{Mod} = \frac{1}{2} U_M + m \cdot \frac{1}{2} U_M \cdot \sin(NF)$$

Dies ist die Summe aus dem Mittelwert des PWM-Signals (im Idealfall $\frac{1}{2} U_M$) und der vom Modulationsgrad m abhängigen, hier sinusförmigen Modulationsspannung. U_{Mod} wird durch den schaltenden Modulator mit dem Träger multipliziert (Oberschwingungen nicht berücksichtigt):

$$u_{f0} = U_{Mod} \cdot \sin(HF)$$

$$u_{f0} = [\frac{1}{2} U_M + m \cdot \frac{1}{2} U_M \cdot \sin(NF)] \cdot \sin(HF)$$

Nach Umstellung der Gleichung erhält man das Ergebnis:

$$u_{f0} = \frac{1}{2} U_M [\sin(HF) + m \cdot \sin(NF) \cdot \sin(HF)]$$

Es besteht in der eckigen Klammer aus dem Trägersignal, zu dem ein vom Modulationsgrad m abhängiger Anteil addiert wird. Dies sind die beiden Seitenbänder, die bei einer Amplitudenmodulation entstehen, siehe auch [1].

Die wichtigste Erkenntnis ist an dieser Stelle, dass beide Anteile von der Höhe des Wertes U_M abhängen. Daraus folgt, dass die Ausgangsleistung des PWM-AM-Experimentalsenders nur durch die Gleichspannung U_M eingestellt werden kann! Der Träger und die beiden Seitenbänder ändern sich in gleichem Maße. Dies ist mit analogen Modulatoren nicht so einfach möglich, denn deren NF-Verstärkung bleibt bei Änderungen der Betriebsspannung U_M nahezu konstant.

Die so simple Klasse-E-Treiberstufe ist also ein multiplikativer Amplitudenmodulator. Durch den gesperrten T3 fließt

kein Strom, im durchgesteuerten Zustand liegt sein Widerstand im Milliohm-Bereich. In beiden Fällen ist die Verlustleistung etwa null. Sie kann nur während des Umschaltens für wenige Nanosekunden entstehen und ist daher frequenzabhängig. Der Wirkungsgrad einer Klasse-E-Stufe nimmt mit steigender Frequenz ab.

Für die zunächst nicht betrachteten Oberschwingungen gelten die aufgeführten Gleichungen sinngemäß. Dies bedeutet, dass alle Oberschwingungen in gleicher Weise amplitudenmoduliert werden. Sie sind durch einen Tiefpass ausreichend zu unterdrücken. Darin unterscheidet sich diese Schaltung nicht grundlegend vom additiven Modulator in [1]. Ein symmetrischer, analoger, multiplikativer Modulator, z.B. mit dem Schaltkreis NE612 und nachfolgendem Trägerzusatz, hat zu meist einen geringeren Oberschwingungsanteil, da er linear arbeitet und ohne Begrenzung auskommt.

■ Ausgangsleistung und Wirkungsgrad

Für T3 wird der N-Kanal-MOSFET IRLML0030 [5] verwendet. Dessen Bahnwiderstand $R_{DS(on)}$ liegt im Bereich um 30 mΩ und ist damit etwa zwei Größenordnungen kleiner als bei den Standard-MOSFETs BSS123 oder BS170. Der IRLML0030, ebenso wie der P-MOS-Typ IRLML9301, kann im vollständig durchgeschalteten Zustand Ströme um 3 A im Dauerbetrieb übertragen. Bei gepulstem Betrieb ist dieser Wert sogar noch höher. Der Maximalstrom I_M wird im Minisender durch den vorgeschalteten Spannungs-

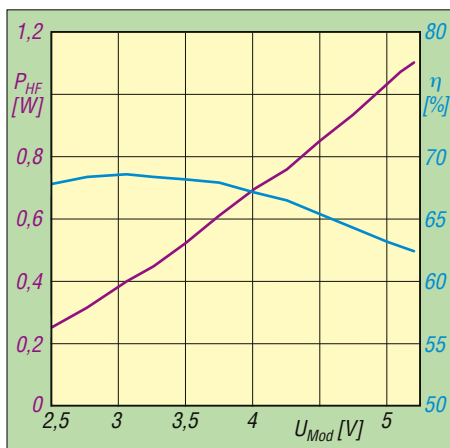


Bild 9: Ausgangsleistung und Wirkungsgrad des Klasse-E-Modulators in Abhängigkeit von der Modulator-Gleichspannung U_{Mod} am Ausgang des Mittelwertfilters

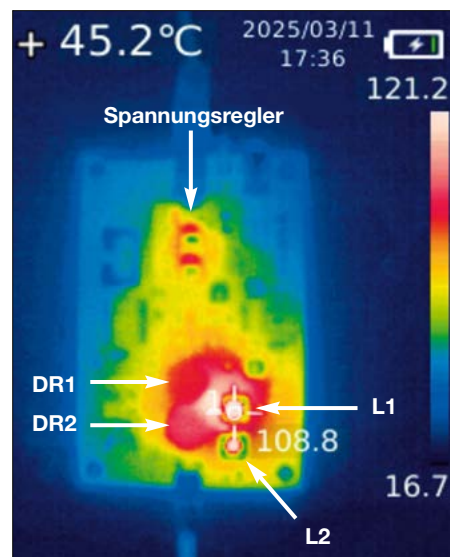


Bild 10: Wärmebildaufnahme vom PWM-Minisender bei 1,1 W HF-Ausgangsleistung; das kritische Bauteil L1 heizt sich durch Kernverluste bis etwa 108 °C auf. Der gleichstromfreie Auskoppelkreis mit L2 erwärmt sich hingegen kaum.

regler auf 0,8 A begrenzt. Würden im Mittelwertfilter, bestehend aus Dr1 und Dr2, keine Verluste auftreten, so könnte man bei $U_M = 5 \text{ V}$ und $I_M = 0,8 \text{ A}$ eine mittlere HF-Leistung von theoretisch $P = 0,707 \cdot U_M/2 \cdot I_M = 0,707 \cdot 2,5 \text{ V} \cdot 0,8 \text{ A} \approx 1,4 \text{ W}$ in HF-Energie umsetzen. Dies gilt für eine Spannungssteuerung am Filtereingang (J5 geschlossen), bei der es keine Spannungsteilung durch den Abschluss am Filtereingang gibt und die HF-Ausgangsleistung deshalb um 6 dB ansteigt.

Die in der Praxis erzielten Werte des Klasse-E-Modulators lassen sich Bild 9 entnehmen. Die erreichte Ausgangsleistung (violette Linie) ist erstaunlich und kommt der Abschätzung schon recht nahe. Der Wirkungsgrad (blaue Linie) erreicht im Experimentalaufbau nicht die anfangs erwarteten hohen Werte von über 90 %. Der Abfall zu höheren Spannungen U_{Mod} zeigt, dass Ummagnetisierungsverluste in den Ferrit-Kernmaterialien dafür verantwortlich sind. Diese nehmen mit steigender Ausgangsleistung überproportional zu, sodass der Wirkungsgrad nicht konstant bleiben kann und abnimmt. Bei nur rein ohmschen Verlusten wäre dies nicht möglich.

Verlustleistungen erkennt man ganz einfach an sich erwärmenden Bauelementen. In Bild 10 sind die wärmeren Zonen in roter bis weißer Färbung bei einer HF-Ausgangsleistung von 1,1 W auf der PWM-Minisenderplatine deutlich sichtbar. Die Drosseln Dr1 und Dr2 setzen selbst nur 173 mW in Wärme um. Im Bild erkennt man, dass beide durch die etwa 108 °C heiße Spule L1 mit aufgeheizt werden. Hier besteht noch Optimierungsbedarf. L2 unterhalb von L1 ist unkritisch und sogar kühler als die beiden Drosseln. L1 und L2 wurden mit einem Neosid-Filterbausatz 7A1S (Kern F2, braun, ohne Ferritkappe), realisiert.

■ Ursachen für Verzerrungen

In analogen Systemen entstehen Verzerrungen durch Nichtlinearitäten der Übertragungskennlinie. Die Übertragung des Nutzsignals ist dabei nicht konstant, sondern von der Signalamplitude abhängig. Die Funktion der Kennlinie enthält dann mehr oder weniger starke exponentielle Anteile, die zu ganzzahligen harmonischen Oberschwingungen im Ausgangssignal führen. Bei Mehrtonsignalen können durch Intermodulation auch Mischfrequenzen entstehen.

Das Spektrum des Experimentalsenders bei $U_M = 5 \text{ V}$ zeigt das Bild 11. Die Modulation erfolgte mit einem 800-Hz-Sinussignal über den ganzen analogen Ver-

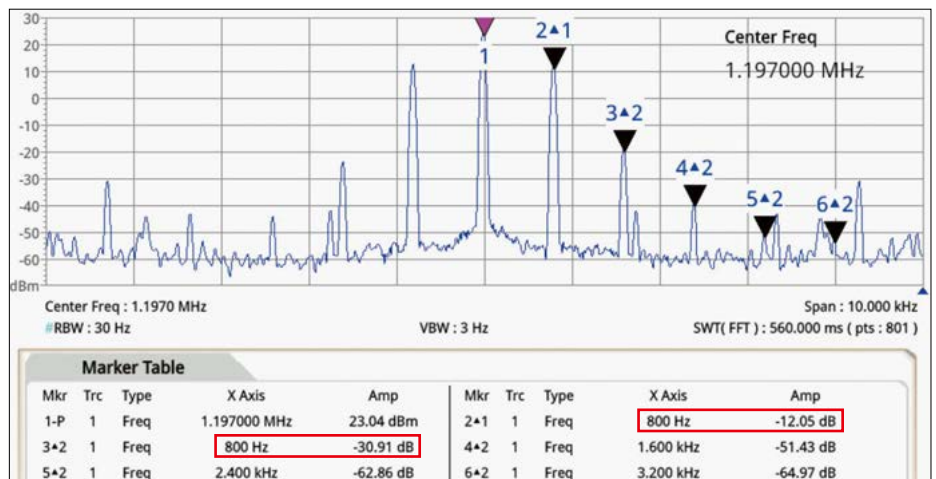


Bild 11: Ausgangssignalspektrum des PWM-Minisenders bei $U_M = 5 \text{ V}$ und 800-Hz-Sinussignal sowie $m = 0,5$. Es entstehen Harmonische (Marker 3 bis 6 bezogen auf Marker 2) und dazwischen Intermodulationsprodukte durch nicht lineare magnetische Störeffekte.

arbeitungsweg, die A/D-Umsetzung und die digitale PWM-Aufbereitung. Der Modulationsgrad beträgt $m = 0,5$. Die ersten beiden Seitenlinien rechts und links vom Träger müssen dann zu diesem einen Amplitudenabstand von 12 dB haben (siehe Markertabelle, erste Zeile, rechts). Die Tabellenwerte 3 bis 6 sind auf die Amplitude dieses ersten Seitenbandes bezogen. So ist die erste Harmonische bei 1,6 kHz – und somit 800 Hz Abstand in der Tabelle zu Marke 2 – bereits um 30,91 dB abgefallen. Berechnet man aus den angezeigten Differenzen der Markertabelle 3 bis 6 zur Amplitude des Markers 2 den sich nach einer AM-Demodulation ergebenden Klirrfaktor, so ergibt sich $k_{\text{ges}} \approx 2,9 \%$. Dieser Wert ist in etwa so hoch wie beim additiven Modulator mit MMIC-Endstufe [1].

Die weiteren Seitenlinien des Signals in Bild 11 haben ihren Ursprung in Nichtlinearitäten der Kernmaterialien in Dr1, Dr2 und L1. Sie führen in den magnetischen Kernen zu Intermodulationen, die in Bild 11 mindestens 34 dB unter dem Nutzsinal der ersten Seitenlinie (Marker 2) und 46 dB unter dem Träger (Marker 1) liegen. Alle nicht linearen Effekte lassen sich durch eine Optimierung der magnetischen Komponenten noch deutlich weiter absenken.

PWM-Demodulationsverzerrungen sind auch abhängig von der zeitlichen Qualität des PWM-Signals. Diese kann selbst noch nach der Erzeugung durch flankenabhängige Laufzeiten der Schaltstufen (z. B. Speichereffekte) und durch magnetische Nichtlinearitäten beeinflusst werden. Die dadurch entstehenden zeitlichen Verzerrungen äußern sich nach der Mittelwertbildung in Amplitudenfehlern im NF-Signal und damit auch in nichtlinearen Verzerrungen. Dieser Einfluss wurde im

vorliegenden Fall noch nicht weiter untersucht.

■ Optimierung

Bei der Analyse des PWM-Modulators zeigte sich sehr schnell, dass die Drosselspulen des Mittelwertfilters kritische Bauelemente sind. Will man geringe Abmessungen und wenig Streuverluste haben, so bieten sich Bauelemente aus Ferritmaterial an. Ringkerne sind für die vom Gleichstrom durchflossenen Spulen Dr1, Dr2 und L1 jedoch ungünstig, da deren Arbeitspunkt stark in nicht lineare Bereiche verschoben werden kann. Versuche mit (F)T70-Kernen waren nicht erfolgreich. Mit gestapelten Kernen bzw. grundsätzlich bei größeren Querschnitten lässt sich dies in den Griff bekommen, man braucht dann aber unverhältnismäßig viel Platz.

Die Lösung liegt in der Verwendung von Drosseln mit Luftspalt. Dadurch steigt jedoch leider auch der ohmsche Drahtwiderstand, da mehr Windungen erforderlich sind. Im letzten Versuchsaufbau konnte der Verlustwiderstand der Drosseln in der Summe auf $R_{V(\text{Dr})} \approx 0,98 \Omega$ gesenkt werden.

Das Ziel wäre leichter zu erreichen, wenn die PWM-Frequenz höher sein könnte. Die erforderlichen Induktivitätswerte, die ohmschen Filterverluste und die Bauelementeabmessungen wären dann kleiner und die Dämpfung der PWM-Frequenz würde ansteigen. Sie äußert sich bei AM durch zwei störende Seitenlinien 62,5 kHz rechts und links neben dem Träger. Durch Bandfilter auf der Endfrequenz sollten diese noch unter den hier erreichten Wert von immerhin -62 dB abgesenkt werden. Ersetzt man den Neosid-Spulenkörper durch eine offene Ferritdrossel vom Typ *Fastron 05HCP-470K-51* und koppelt

die Modulationsimpulse über 3,5 Wdg. 0,8 CuL ein, so ergibt sich bei $U_{\text{Mod}} = 1,8 \text{ V}$ bereits eine Ausgangsleistung von +24,5 dBm (entspricht etwa 280 mW). Bei $U_{\text{Mod}} = 3,6 \text{ V}$ ist es 1 W. Höhere Werte für U_{Mod} lassen sich in der Schaltung nicht mehr einstellen. Der Grund dafür ist, dass jetzt die Verluste in den Drosseln Dr1 und Dr2 des Mittelwertfilters eine noch höhere Energieabgabe verhindern, da an deren ohmschen Drahtwiderständen der Spannungsabfall ansteigt. Der einstellbare Spannungsregler kommt nun bei höheren Werten von U_{M} in die Strombegrenzung. Deshalb war mehr als 1 W Ausgangsleistung im Testaufbau nicht möglich. Die Optimierung von L1 durch eine Drossel als Schwingkreisinduktivität mit sehr niederohmiger primärer Einkopplung zeigt, dass das Klasse-D-Konzept mit den kleinen, niederohmigen SMD-FETs – insbesondere mit T3 im Modulator – noch nicht am Ende seiner Möglichkeiten angekommen ist, Bild 12. Mit niederohmigeren Drosseln im Mittelwertfilter und einer stärkeren stabilisierten Gleichstromversorgung kann die erzielbare Ausgangsleistung noch erhöht werden. Aus dem Verlauf des Wirkungsgrads in Bild 9 ist ersichtlich, dass etwa 34 % der dem PWM-Minisender am Filtereingang zugeführten Energie in der Ausgangsschaltung in Verlustwärme umgesetzt werden. Der Anteil der beiden Drosseln liegt bei knapp 10 %. Der Rest von bis zu 24 % entfällt auf die HF-Einkopplung mit L1, die ebenfalls durch einen Gleichstrom vormagnetisiert wird.

■ Modulationsverzerrungen und vergleichende Betrachtungen

Hier liegt auch die wichtigste Ursache für die in Bild 11 erkennbaren Intermodulationsprodukte. L1 hat eine sehr flache Abgleichkurve, die nicht allein auf die niederohmige Ankopplung, sondern auch auf den magnetischen Sättigungseffekt zurückzuführen ist. Grundsätzlich sollten deshalb die von Gleichstrom durchflossenen Spulen Dr1, Dr2 und L1 deutlich überdimensioniert werden, um deren nicht linearen Einfluss und Verluste möglichst gering zu halten.

In der Tabelle sind die HF-Ausgangs- und Gleichstrom-Eingangsleistung sowie der Wirkungsgrad einiger Testaufbauten gegenübergestellt. Der Vergleich ist nicht ganz fair, denn der in [1] verwendete MMIC als Endstufe könnte bei gleicher Stromaufnahme und höherer Ansteuerung maximal 70 mW liefern. Doch selbst dann würde der Wirkungsgrad von [1], ohne Berücksichtigung der noch nötigen zu-



Bild 12: Die modifizierte Einkoppelspule L1 (Pfeil) verbessert den Wirkungsgrad des Modulators erheblich und verlagert die Hauptverluste nach Dr1 und Dr2.

sätzlichen Verstärkerstufe, auf bestenfalls 28 % ansteigen. Der Vorteil des PWM-Prinzips bleibt deutlich erkennbar und ist noch ausbaufähig. Noch höhere Ausgangsleistungen mit MOSFET-Schaltern werden derzeit technologisch durch den Maximalwert $U_{\text{M}} = U_{\text{GS}} \approx 20 \text{ V}$ begrenzt. Eine Leistungserhöhung ist jedoch auch durch einen höheren Drain-Strom in T3 möglich. So sind realistische Werte von 20 V bei 10 A (und höher) problemlos zu erreichen. Damit käme man bei einem Wirkungsgrad von 67 % bereits auf $P_{\text{HF}} \approx 130 \text{ W}$ und zwar ohne die Notwendigkeit einer zusätzlichen HF-Endstufe! Das Mittelwertfilter müsste dann jedoch sehr geringe ohmsche Verluste haben und würde dadurch mechanisch größer und aufwendiger.

■ Fazit und Ausblick

Im Vordergrund stand nicht die Absicht, einen MW-Experimentalsender mit „hoher“ Ausgangsleistung zu konstruieren. Vielmehr ging es um die Untersuchung der Eigenschaften des PWM-Modulators im Vergleich zu herkömmlichen Amplitudenmodulatoren. Deren Eigenschaften [1] konnten nun mit den Ergebnissen der PWM-Aufbereitung verglichen werden. Es bot sich deshalb an, die Experimente mit dem vorhandenen AM-Testsender auch im 1-MHz-Bereich durchzuführen. Die verwendete digitale PWM-Aufbereitung ist ein guter Kompromiss, um mit geringem Aufwand zum Ziel zu gelangen. Nachteilig ist allerdings, dass die Verluste der induktiven Bauteile bei hohen Strömen und tiefen Frequenzen schon recht große Bauformen erfordern.

Ausgangsleistung und Wirkungsgrad unterschiedlicher Modulatorkonzepte

Modulator-konzept	P_{out} [mW]	P_{DC} [mW]	φ [%]
multiplikativ mit NE612	0,02	12	0,17
additiv mit MMIC [1]	20	335	6
PWM-TX ($U_{\text{M}} = 5 \text{ V}$)	251	373	67
PWM-TX ($U_{\text{M}} = 10 \text{ V}$)	1100	1760	63

Pulsbreitenmodulation (PWM) und Klasse-E-Verstärker sind keine neuartige Technik. Erste Amateurfunkanwendungen zeigen das Potenzial, das darin steckt und mit dem AM-Minisender untersucht werden konnte. Mit modernen Halbleiterbauelementen und einer noch vielfach ungeübten Schaltungstechnik öffnen sich so völlig neuartige Lösungswege.

Anwendungen von Klasse-E-HF-Leistungsverstärkern im UKW-Bereich und höher findet man z. B. in der Radartechnik, bei einigen Herstellern als theoretische Abhandlung [6] oder in der Forschung [7], [8]. Im kommerziellen Amateurfunk wird diese Technik noch wenig beachtet. Dennoch gibt es hier längst Entwicklungsarbeiten. Karl Meinzer, DJ4ZC, hat PWM bereits 1979 bei OSCAR7 eingesetzt [9].

Seine Arbeit scheint in Vergessenheit geraten zu sein, denn das Funktionsprinzip wird 2010 erneut beschrieben [10], leider jedoch ohne Referenz auf [9]. Saulo Quaggio, PY2KO, stellt in [11] eine 2-kW-Endstufe vor, die das Verfahren von DJ4ZC verwendet. Und schließlich gibt es auf dieser Basis mittlerweile einen kleinen, vollständig digital arbeitenden QRP-KW-PWM-Transceiver in Klasse-E-Technik und auf Arduino-Basis [12] mit erstaunlich geringem Aufwand. Zukünftige Entwicklungen werden bestimmt zu weiteren interessanten Ergebnissen führen.

Ich weise abschließend noch einmal auf die Einhaltung der Funkamateurenbekannten und z. B. in [1] erwähnten gesetzlichen Vorschriften beim Betrieb des Experimentalsenders hin. dc7gb@vfdb.org

Literatur

- [5] Infineon: Datenblatt IRLML0030; www.infineon.com → Product Search → IRLML0030
- [6] Paolucci, M.; Green, P.: Benefits of GaN e-mode HEMTs in wireless power transfer. www.infineon.com/dgdl/Infineon-5_WhitePaper_Benefits_of_GaN_e-mode_HEMTs_in_wireless_power_transfer_EN-Whitepaper-v01_01-EN.pdf
- [7] Javid, M.; Kitchen, J.: Switch-Mode RF Power Amplifiers for Hybrid CMOS/GaN All-Digital Transmitters. https://mtt.org/app/uploads/2020/12/05_Final-Report_Javid.pdf
- [8] Grebennikov, A.: A High-Efficiency Transmission-Line GaN HEMT Class E Power Amplifier. www.highfrequencyelectronics.com/Dec09/HFE1209_Grebennikov.pdf
- [9] Meinzer, K., DJ4ZC: Lineare Nachrichtensatellitentransponder durch nicht lineare Signalzerlegung. <https://amsat-dl.org/en/helaps>
- [10] Vasić, M. u. a.: High Efficiency Power Amplifier Based on Envelope Elimination and Restoration Technique. https://oa.upm.es/7900/2/INVE_MEM_2010_79469.pdf
- [11] Quaggio, S., PY2KO: An Innovative 2-kW Linear Tube Amplifier. QEX 26 (2006) H. 7/8, S. 19–29
- [12] Kläring, M., DL2MAN; Home of the (tr)uSDX. <https://dl2man.de>; siehe auch Ergänzungen zum Beitrag im FA-Download-Bereich

Sat-Box – Transceiversteuerung für den Funkbetrieb via QO-100

ROLAND KAISER – OE2ROL

Bei Funkverbindungen über den satellitengestützten Amateurfunktransponder QO-100 mit einem VHF/UHF-Transceiver als Nachsetzer können sich Frequenzanzeige und Nachführung des zweiten VFO als schwierig erweisen. Die im Folgenden beschriebene Sat-Box arbeitet mit einem Yaesu- oder Icom-Transceiver zusammen und löst dieses Problem.

Dieses Projekt richtet sich an Funkamateure, die ihren VHF/UHF-Transceiver in der Sendeart SSB für den Betrieb über den Amateurfunktransponder QO-100 als Nachsetzer nutzen und die sich die Frequenz- und -darstellung etwas komfortabler wünschen. Vorteil der nachfolgend beschriebenen Sat-Box ist, dass die echten

7000 und IC-7100. Mittlerweile habe ich auch eine Sat-Box für den Icom IC-705 konstruiert. Deren Verbindung zum Transceiver ist drahtlos via Bluetooth realisiert. Da ihre restlichen Funktionen denen der drahtgebundenen Variante gleichen, beschreibe ich nachfolgend nur Letztere.

Funktionsweise

Die Sat-Box darf erst nach dem Einschalten des Transceivers mit Spannung versorgt werden und nachdem die im Kasten dargestellten Menüs angepasst wurden. Ansonsten gehen die ersten Schritte zum Umschalten des Transceivers in den Satelliten-Modus verloren, wodurch Fehlfunktionen auftreten können. Während dieser Initialisierung werden der 1. VFO auf das Empfangsband eingestellt und der 2. VFO auf das zum Senden genutzte Band, anschließend vor dem Aktivieren des Split-Betriebs auf beiden Bändern jeweils SSB als Sendeart eingeschaltet. In der Grundeinstellung ist die Empfangsfrequenz auf die mittlere Bake im Downlink-Bereich des QO-100 gestellt, also auf 10 489,75 MHz, und der 2. VFO auf die entsprechende Frequenz im Uplink-Bereich. Anschließend ist es durch Betätigung des Hauptabstimmknopfs am Transceiver möglich, synchron die Sende- und Empfangsfrequenz zu ändern.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung der Sat-Box ist einfach, siehe Bild 10. Zur Steuerung des Transceivers über die RS232-Schnittstelle oder das CI-V-Interface dient ein Arduino Nano V3.0. Dieser fragt die am Transceiver mit dem Hauptabstimmknopf eingestellte Fre-

quenz des 1. VFO ab und zieht die Frequenz des 2. VFO entsprechend nach. Auf dem direkt angeschlossenen, vierzeiligen LC-Display werden die realen Sende- und Empfangsfrequenzen ausgegeben. Die Diode D3 dient als Verpolschutz. Der Linearregler IC2 stabilisiert die am Steckverbinder K1 anliegende Versorgungsspannung von 12 V auf 9 V, die dem Mikrocontrollerboard zugeführt wird. Der für die Bluetooth-Variante der Sat-Box erforderliche 5-V-Linearregler IC3 dient gleichzeitig der Hintergrundbeleuchtung des LC-Displays. Mithilfe von R7 lässt sich der Kontrast der Anzeige einstellen.

Der Transistor T1 dient zur Anpassung der Pegel zwischen der RS232-Schnittstelle und dem Arduino-Board, an dessen Eingängen nur maximal 5 V liegen dürfen. In der Gegenrichtung dient der Transistor T2 zur Anpassung von 5 V auf 12 V. Die Sat-Box ist beim Yaesu FT-991A an die Buchse GPS/CAT anzuschließen.



Bild 3: Anzeige der tatsächlichen Sende- und Empfangsfrequenzen; der Transceiverstatus ist durch einen Stern gekennzeichnet.

Die in Bild 10 grau gezeichneten Leitungen und Bauelemente bilden eine CI-V-Schnittstelle für den Anschluss eines Icom-Transceivers oder eines Yaesu-Transceivers mit CAT-Schnittstelle. Eine Pegelanpassung ist hier nicht erforderlich. Die Z-Dioden D1 und D2 schützen die Arduino-Ports vor Überspannungen. Je nachdem, welcher Transceiver gesteuert werden soll, können sich außerdem unterschiedliche Bestückungen beider Schnittstellenschaltungen ergeben. Die Taster S1 bis S3 dienen zur Navigation im Einstellmenü der Sat-Box und zur Vorgabe der Werte, siehe Abschnitt Konfiguration. Die Stromaufnahme der Schaltung inklusive Displayhintergrundbeleuchtung beträgt bei mittlerer Helligkeit nur etwa 60 mA, wodurch sich die Sat-Box auch gut für die Versorgung aus einem Akkumulator während des Portabelbetriebs eignet.

Konfiguration

Aus der Frequenzanzeige der Sat-Box in Bild 3 gelangt man durch einen kurzen Druck auf die Taste *Menu* in das Einstellmenü. Im ersten Menüpunkt *TX Oszillator* ist die im Up-Konverter genutzte Oszillatorfrequenz einzustellen. Dies erfolgt mithilfe der Tasten *Up* und *Down* in der beim dritten Menüpunkt (*Step Size*) vorgegebenen Schrittweite. Im vorliegenden Fall sind



Bild 1: Die hier auf einem Yaesu FT-991A stehende Sat-Box besitzt noch kein Gehäuse. Fotos: OE2ROL

Sende- und Empfangsfrequenzen angezeigt werden, obwohl sich Up- und Down-Konverter im Signalweg befinden, Bild 2. Außerdem steuert sie den zweiten VFO im Transceiver so an, dass dessen Frequenz den Änderungen am Hauptdrehknopf des Transceivers automatisch folgt. Derzeit lassen sich u. a. folgende Transceiver steuern: Yaesu FT-817, FT-818, FT-857, FT-897, FT-991, FT-991A sowie alle Icom-Transceiver mit einem CI-V-Anschluss, darunter z. B. Icom IC-706, IC-

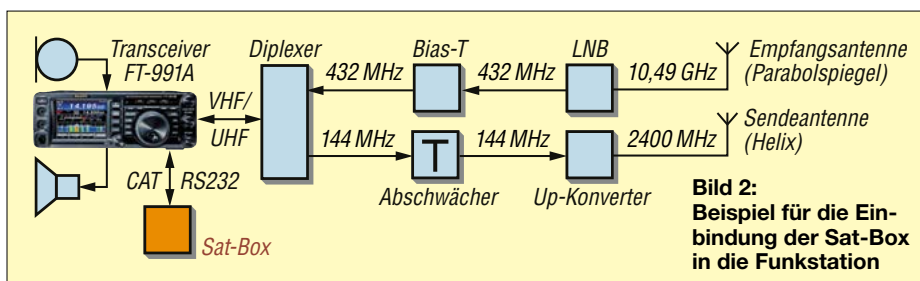


Bild 2: Beispiel für die Einbindung der Sat-Box in die Funkstation

TX Oscillator [Hz]
2256000000

Bild 4: Im ersten Punkt des Einstellmenüs lässt sich die Oszillatorfrequenz des Up-Konverters vorgeben.

RX Oscillator [Hz/10]
1005700000

Bild 5: Der zweite Menüpunkt dient zur Einstellung der am LNB-Mischer wirksamen Oszillatorfrequenz, siehe Text.

Step size
10 Hz

Bild 6: Im dritten Menüpunkt wird die Schrittgeschwindigkeit der Menüs vorgegeben.

Split Offset [Hz]
0

Bild 7: Die im vierten Menüpunkt eingestellte Split-Frequenz wird nicht im EEPROM gespeichert.

store Offsets?
down or menu= No
up= Yes

Bild 8: Dieser Menüpunkt dient zum Abspeichern der eingestellten Werte.

RIT [Hz]
10

Bild 9: Die Änderung der RIT-Frequenz ist direkt aus der Frequenzanzeige, Bild 3, möglich.

2400,25 MHz – 144,25 MHz = 2256 MHz einzustellen, Bild 4. Erst nach dem Speichern des eingestellten Betrags im letzten Menüpunkt, Bild 8, steht dieser Wert beim erneuten Einschalten der Sat-Box wieder zur Verfügung. Ansonsten sind die Werte der Frequenzanzeige fehlerhaft und die betreffenden Einstellungen gehen beim Ausschalten der Sat-Box verloren.

Ein nochmaliger kurzer Druck auf die Taste *Menu* führt zum Menüpunkt *RX Oscillator*, in dem die Oszillatorfrequenz des LNB vorgegeben wird. Hier beträgt sie 10 489,75 MHz – 433,75 MHz = 10 057 MHz, Bild 5. Zu beachten ist, dass hierbei die durch 10 geteilte Oszillatorfrequenz angezeigt wird. Hinsichtlich der Schrittweite und des Speicherns gilt das zuvor Erwähnte.

Der nächste Druck auf die Taste *Menu* führt zum *Split Offset*. Wie in den vorherigen Menüs lässt sich dieser Wert per Tasten und vorgegebener Schrittweite einstellen, in diesem Fall in beiden Richtungen, sodass man z. B. sowohl nach der Anforderung *5 up* um 5 kHz (Einstellwert 5000 Hz) oberhalb oder nach *10 down* um 10 kHz (Einstellwert –10 000 Hz) unterhalb der Empfangsfrequenz senden kann. Ein weiterer Druck auf *Menu* bewirkt den Sprung zum Menüpunkt *Step size*, Bild 6. Bei jeder Betätigung der Tasten *Up* oder *Down* wird die in den Menüs und der RIT verwendete Schrittweite um den Faktor 10 vergrößert oder verringert. Der Einstellbereich reicht von 10 Hz bis 100 MHz.

Die RIT lässt sich direkt aus der Frequenzanzeige (Bild 3) über die Tasten *Up* und *Down* ändern, wobei bei jeder Betä-

Einstellungen im Yaesu FT-991A

Menü 028: GPS/232C SELECT	RS232C
Menü 029: 029 232 RATE	9600 bps
Menü 033: 232C TOT	10 msec

tigung für kurze Zeit der eingestellte Wert angezeigt wird, Bild 9.

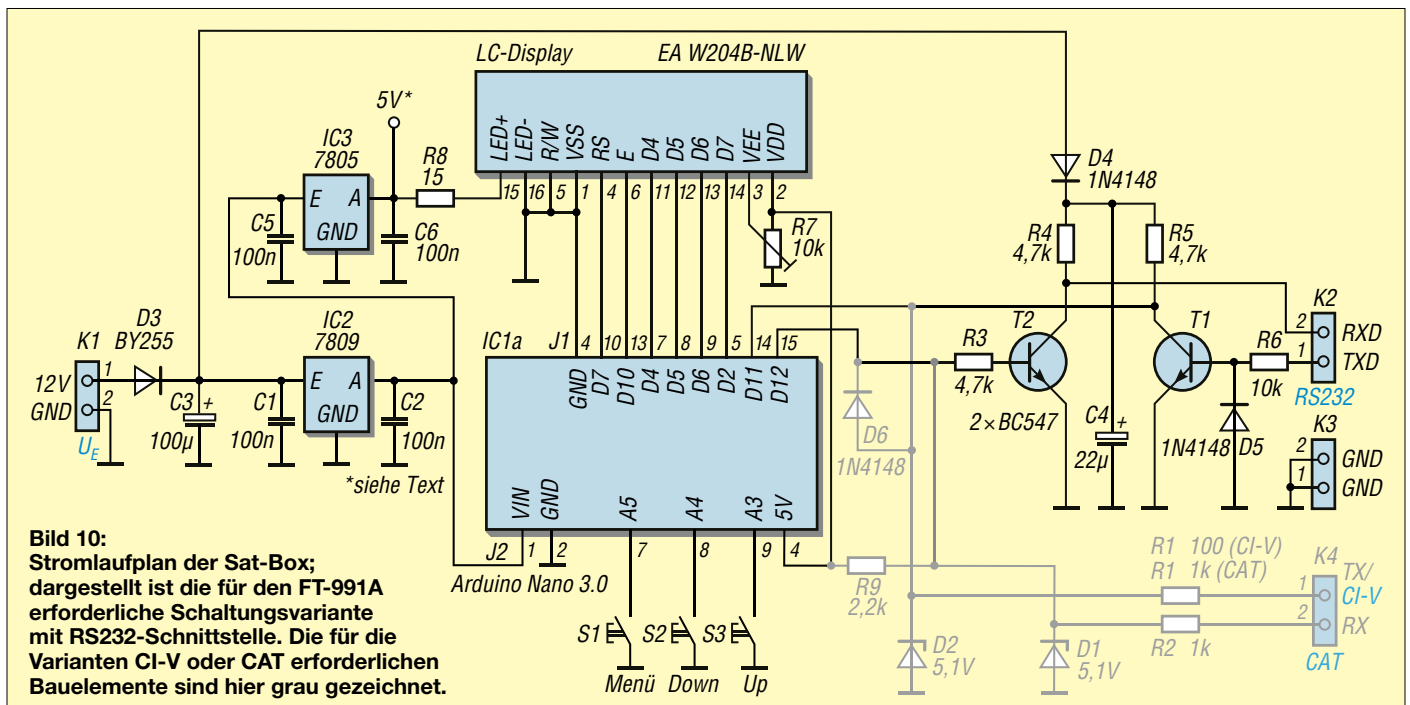
Der letzte Menüpunkt, Bild 8, dient zur Speicherung der Einstellungen im EEPROM des Mikrocontrollers, sodass diese beim erneuten Anlegen der Versorgungsspannung an der Sat-Box wieder zur Verfügung stehen. Mit der nächsten Betätigung der Taste *Menu* wird der Konfigurationsmodus verlassen.

Das gleichzeitige Betätigen der Tasten *Up* und *Down* während der Frequenzanzeige löst ein Reset der gesamten Sat-Box aus. Danach sind die Empfangsfrequenz wieder auf die mittlere Bake, der Split-Offset auf 0 Hz und die Schrittweite auf 10 Hz eingestellt.

Nachbau

Die hier beschriebene Sat-Box sollte sich einfach nachbauen lassen, da nur wenige bedrahtete Bauelemente und handelsübliche Baugruppen benötigt werden. Die Einstellungen im Transceiver und in der Sat-Box sind auf ein Minimum begrenzt. Wer eine unbestückte Platine benötigt, kann sich per E-Mail an mich wenden. Bestückungsplan und Stückliste für diese und andere Sat-Box-Varianten stehen auf meiner Website www.oe2rol.com zum Herunterladen zur Verfügung, ebenso der Arduino-Sketch und Dateien für den 3D-Druck eines passenden Gehäuses.

roland.kaiser@sbg.at



Dachterrasse als Antennenstandort

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Dachterrassen bieten gegenüber dem Balkon einer Etagenwohnung den Vorteil, dass Antennenkonstruktionen nicht durch darüberliegende Gebäudeteile begrenzt werden. Der Beitrag beschreibt die Nutzung einer Dachterrasse als Standort von drei Antennen, die den Frequenzbereich aller Amateurfunkbänder von 80 m bis 6 m abdecken.

In [1] wurde die Nutzung eines Balkons für den temporären Aufbau einer Drahtantenne mit einem Teleskopmast als Träger beschrieben. Diese Schilderung veranlasste mich, die Gemeinsamkeiten und



Bild 1: Ansicht der alten Dipolkonstruktion vor dem Sturm Fotos: DJ6JZ

die Unterschiede zu den hier verwendeten Lösungen darzulegen. Denn jeder Standort hat seine eigenen Gegebenheiten, die hinsichtlich des Antennenbaus zu berücksichtigen sind.

■ Vorgeschichte

Am hiesigen Standort kamen im Verlauf der letzten 15 Jahre mehrere Antennenkonstruktionen zum Einsatz, deren Eigenschaften im täglichen Betrieb nicht immer den Erwartungen entsprachen. Eine Magnetantenne mit 1,7 m Umfang erwies sich im Nahfeld als Quelle extremer, störender Beeinflussungen – der Betrieb eines PC im Shack war aufgrund der geringen Entfernung von etwa 3 m zur Antenne praktisch unmöglich.

Die Kombination von zwei Multiband-Dipolen – zum Einsatz kamen ein Fünfband-Dipol für 80 m, 40 m, 20 m, 15 m und 10 m und ein Dreiband-Dipol für die WARC-Bänder – erwies sich als deutlich unproblematischer.

Das böse Erwachen kam jedoch am 9.6. 2014. Ich konnte vor dem Einsetzen des

Sturmtiefs *Ela* noch die Markise einfahren, doch für das Absenken des Teleskopmasts, dessen Segmente einzeln durch Metallklammern gesichert waren, blieb keine Zeit mehr, Bild 1. Ich war froh, noch die Terrassentür schließen zu können. Innerhalb von Minuten war der ganze Straßenzug nicht wiederzuerkennen. Umgefallene Bäume, zertrümmerte Autos – mein gebrochener Glasfibernast war dabei das geringste Problem. Gleichwohl führte dieses Ereignis zu einem erweiterten Anforderungsprofil – Bewährtes sollte beibehalten, Schwachstellen vermieden werden.

■ Wiederaufbau

Als Schwachstelle wurden die Übergänge der konischen Teleskopteile erkannt, welche gegeneinander zu verdrehen sind, um die Segmente gegen das Herabrutschen zu sichern. Dies mag für temporäre Aufbauten das Mittel der Wahl sein, nicht jedoch für dauerhafte Installationen. Metallschellen können diesen Schwachpunkt verbessern, sind aber, wenn es um Schnelligkeit geht, ein Hindernis. Man vermisst eine dritte Hand, um neben dem Halten eines Schraubendrehers und eines Ringschlüssels für die Kontermutter das abrupte Herabrutschen eines Segments zu verhindern.

Was auf einer Wiese bei schönem Sommerwetter einfach aussieht, kann sich auf einer Dachterrasse, bei aufkommendem Sturm oder winterlichen Temperaturen als deutlich herausfordernder darstellen!



Bild 3: Der Rotor ist auf einer Hartholzplatte verschraubt, die mit Blechen zwischen den Betonplatten gesichert wurde.



Bild 4: Eine Rotorplattform und ein Oberlager fixieren den drehbaren Mast.

Somit definierte ich folgende Merkmale:

- Rückbaubarkeit ohne Schaden an der Bausubstanz
- Eignung für permanenten Aufbau
- geringe Windlast
- Möglichkeit der schnellen Reduzierung der Aufbauhöhe

Diese Grundbedingungen ergänzte ich um eine nette Option: Für die höheren Bänder sollte eine Richtantenne zum Einsatz kommen. Ein Rotor war in Form eines KR-1000SDX noch im Hause, ebenso eine Rotorplattform mitsamt einem Oberlager. Als Antenne nutzte und nutze ich eine *Delta II* [2]. Hierbei handelt es sich um eine vertikale Schleifenantenne (engl. *Loop*), die bidirektional abstrahlt und für die Bänder von 20 m bis 6 m spezifiziert ist.

Bild 2: Gesamtansicht der Antennenanlage; die hellen Masten tragen die Antennen, die dunklen Masten dienen als Ausleger für die Dipolhälften.



Folgende Halterungskomponenten wurden verwendet: ein 12-m-GFK-Teleskopmast des Herstellers *von der Ley* als zentrale Befestigung von zwei Dipolen, die im Winkel von 90° zueinander angeordnet sind. Ein weiterer Teleskopmast gleicher Ausführung dient als Träger der Loop. Beide Masten sind durch Abspannungen in halber Höhe gesichert, Bild 2.

Das jeweils oberste Segment verbleibt unausgezogen im darunter befindlichen Rohr und erhöht somit dessen Stabilität. Jeweils ein Schenkel der Dipole endet an GFK-Angelruten, die halbschräg über die Begrenzung der Dachterrasse hinausragen und so die horizontal verfügbare Fläche erweitern. Die jeweils entgegengesetzten Dipolschenkel enden an unterschiedlichen Stellen des Hausdaches.

■ Halterungsdetails

Während der Dipolträger unten und am oberen Ende der Terrassenbegrenzung mithilfe von handelsüblichen Edelmetallschellen fixiert ist, ruht der Mast für die Schleifenantenne unten im Rotor, der wiederum mit einer zweischaligen Hartholzplatte verschraubt ist. Diese entspricht in ihren Abmessungen exakt den Maßen der Steinplatten, mit denen die Dachterrasse ausgelegt ist. Hier hätte ich einen Austausch vornehmen können, habe mich aber stattdessen zu einer Fixierung mittels Aluminiumelementen entschieden, Bild 3.

Am oberen Ende der Balkonbrüstung ist eine Rotorplattform mit Edelstahlschrauben befestigt, ein Oberlager gewährleistet die Drehbarkeit des Masts, Bild 4. Der Glasfibernast ist an beiden Einspann-

punkten durch eine Metall-Einspannhülse geschützt, die mittels eines speziellen Klebstoffs zu fixieren ist. Die Verbindung ist nach dem Aushärten dauerhaft. Wird eine solche Hülse oberhalb des untersten Segments angebracht, ist zu berücksichtigen, dass der Mast dann nicht mehr komplett einfahrbar ist, Bild 5.

Nach dem eingangs erwähnten Sturm-schaden kam es noch mehrmals zu Unwetterlagen, die den einen oder anderen



Bild 5:
Passende
Einspannhülsen
schützen die
Glasfibernasten
an den Einspann-
punkten.



Bild 6:
Die Besonderheit
der VDL-Masten
waren neben der
mechanischen
Stabilität die
einfach zu bedie-
nende Klemm-
halterung für
jedes Segment.

Baum beschädigten, aber ohne Folgen an der Antennenkonstruktion blieben. Jeder Mast kann innerhalb von 30 s auf eine Höhe von etwa 2 m abgelassen werden. Hierfür ist kein Werkzeug erforderlich. Eine Hand hält das einzufahrende Segment, die andere Hand betätigt einen Klappebel. Schraubenstellungen sind allenfalls dann zu verändern, wenn die

Einstellung eines Hebels neu justiert werden soll.

Produkte des Herstellers *von der Ley* sind nur noch gebraucht erhältlich. Es gibt jedoch z. B. bei WiMo ähnliche Maste, die ebenfalls über einen Fixiermechanismus verfügen. Über deren mechanische Eigenschaften kann ich jedoch keine Angaben machen. Es lohnt sich aber generell, beim Kauf eines GFK-Masts ein besonderes Augenmerk auf Details zu legen.

■ Fazit

Antennenkonstruktionen auf Balkonen oder Dachterrassen werden meist Individuallösungen erfordern. Mein Anspruch, auf allen Bändern von 40 m bis 4 m arbeiten zu können – 80 m funktioniert eingeschränkt –, ist umgesetzt, auch wenn die Grundfläche dies eigentlich nicht hergibt und allein schon die Nähe mehrerer Antennen zueinander Theoretiker verzweifeln lassen könnte. Das 60-m-Band geht „eigentlich“ gar nicht, es ist eine wirkliche Zwangsanpassung, die dem Transceiverausgang eine resonante Antenne vorgaukelt. Und trotzdem: Am 21.12.2016, einen Tag nach der Freigabe des 60-m-Bandes in Deutschland, gelang ein FT8-Kontakt mit Felix Riess, DP1POL, auf der Antarktisstation Neumeyer III. Manchmal führen sogar „unmögliche“ Antennen zu Erfolgen! *wpassmann@web.de*

Literatur

- [1] Meyer, I., DK3RED: Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 4, S. 305–307
- [2] Paßmann, W., DJ6JZ: Delta-11 – eine Schleifenantenne für 14 MHz bis 54 MHz. FUNKAMATEUR 69 (2019) H. 9, S. 816–817

Einzigartig
Präzise
Schnell
Lautlos

Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.


Das MAGNOVA® Oszilloskop


- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großer 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
 Telefon +49 (0)4342 90786-0





MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK
FA 9/25 • 727

Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeleinsatz

Redaktion FUNKAMATEUR

Ein SWV-Meter gehört heutzutage zur Standardausrüstung jeder Funkstation und ist praktisch in jedem Shack zu finden. Auch beim Portabelbetrieb kann es sinnvoll sein, das Stehwellenverhältnis nach dem Antennenaufbau zumindest grob zu bestimmen. Nachfolgend werden zwei Geräte vorgestellt, die für diesen Zweck geeignet sind.

Bei einem im Shack eingesetzten SWV-Messgerät erfolgt die Messwertdarstellung auf einem Display oder mithilfe eines Zeigerinstruments. Da Letzteres in der Regel empfindlich auf Erschütterungen reagiert, kommt es für den Transport zum Portabelstandort oft nicht infrage. Dort könnte es aber zuweilen gute Dienste leisten, wenn beim Antennenaufbau unbemerkt etwas schiefgeht oder verges-



Bild 1: Gehäusevorderseite des SWV-Indikators auf Basis eines Richtkopplers, ...

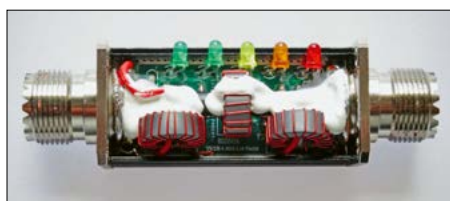


Bild 2: ... dessen Bauelemente im Inneren mit Vergussmasse fixiert sind

sen wird und dadurch die Antenne nicht wie gewünscht funktioniert. Wenn dann das verwendete Funkgerät oder der Antennenkoppler über kein eingebautes SWV-Meter verfügt, wäre ein robustes kleines Zusatzgerät eine gute Hilfe.

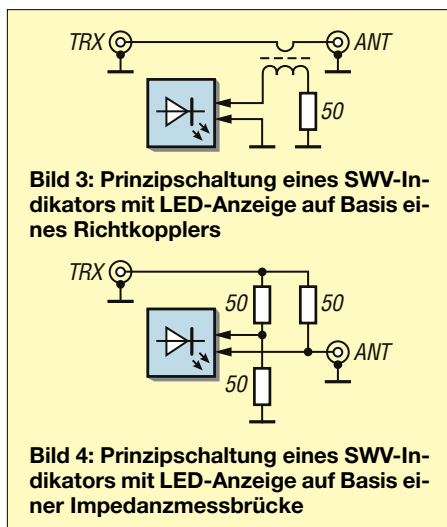
Die im Folgenden vorgestellten Ausführungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Funktionsprinzips und ihrer technischen Daten. Mit jeweils nur fünf bzw. sechs Anzeige-LEDs sind sie allerdings weniger als SWV-Messgeräte [1], sondern eher als SWV-Indikatoren anzusehen. Andererseits ist eine ungefähre Abschätzung des SWV beim Portabelbetrieb völlig ausreichend. Auf eine Nachkommastelle mehr oder weniger kommt es hier nicht an.

Erhältlich sind die beiden vorgestellten SWV-Indikatoren auf den Internet-Handelsplattformen Amazon und Aliexpress unter den Suchbegriffen Mini-SWR-Mess-

gerät bzw. Tragbares SWR-Messgerät. Leider werden diese Artikel ohne nähere Beschreibung angeboten. Obwohl es sich nur um einfache Geräte handelt, sucht man auch einen Schaltplan vergebens. Die Beschriftung verrät jedoch schon einiges über Anschluss und Anzeigemöglichkeiten. Aufgedruckte technische Daten sind jedoch erfahrungsgemäß mit Vorsicht zu genießen. Zum Glück ließen sich beide SWV-Indikatoren zerstörungsfrei öffnen, sodass anhand des Innenlebens und mithilfe einiger Tests weitere Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

■ SWV-Indikator auf Richtkopplerbasis

Beim ersten der getesteten SWV-Indikatoren lag die Vermutung nahe, dass dieser einen internen Richtkoppler nutzt. Ein wichtiges Merkmal ist die durchgehende Verbindung zwischen Ein- und Ausgangsbuchse, in der nur der Übertrager des Richtkopplers liegt, so wie in Bild 3 angedeutet. Nach dem Öffnen des Gehäuses bestätigte sich diese Vermutung, Bild 2. Das kleine Gerät ist laut Aufdruck für den KW-Bereich und eine Sendeleistung zwischen 5 W und 100 W ausgelegt. Der Blick ins Innere lässt dies plausibel erscheinen. Am Ein- und Ausgang des Indikators befindet sich jeweils eine SO239-Buchse.



Mithilfe eines kurzen Anschlusskabels, das mit zwei PL259-Steckern versehen ist und nicht zum Lieferumfang gehört, wird der Indikator unmittelbar am Senderausgang in die Zuleitung zur Antenne bzw. zum Antennenkoppler geschaltet. Er kann dort dauerhaft verbleiben, da er keine nennenswerte Durchgangsdämpfung besitzt. Beim Senden signalisiert er, welches SWV der Transceiver an seinem Antennenanschluss „sieht“.

Sobald der Sender ein Signal im angegebenen Leistungsbereich ausgibt, leuchtet eine der fünf LEDs. Die beiden grünen signalisieren ein SWV von $1 \leq s \leq 1,5$, die gelbe bedeutet einen $1,5 \leq s \leq 2$ und die orangefarbene und die rote LED zeigen an, dass ein Wert $s > 2$ oder gar $s > 3$ registriert wurde.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass das signalisierte SWV gut mit den Werten eines zum Vergleich herangezogenen SWV-Meters übereinstimmt. Bei einer Sendeleistung im QRP-Bereich zwischen 5 W und 10 W waren die Indikatorwerte allerdings etwas niedriger als die gemessenen. Hier leuchtete z. B. die grüne LED auch noch, als das SWV schon höher als 1,5 war.

■ SWV-Indikator mit Widerstandsmessbrücke

Das zweite kleine Zusatzgerät, das hinsichtlich seiner Funktion untersucht und im praktischen Betrieb getestet wurde, basiert auf einer Widerstandsmessbrücke, was sich beim „Hineinmessen“ mit dem Multimeter in den TRX-Anschluss schon andeutete und nach dem Öffnen des Gehäuses auch bestätigte, Bilder 6 und 7. Ähnlich aussehende „Verwandte“ sind auch auf weiteren Internetplattformen und bei anderen Händlern erhältlich, wahlweise mit BNC-Steckverbindern oder mit PL259-Stecker und SO239-Buchse versehen.

Laut der sehr knapp gehaltenen Spezifikation auf der Website ist dieser Indikator für einen Frequenzbereich von 1 MHz bis 30 MHz vorgesehen und für Eingangsleistungen von 0,5 W bis 10 W geeignet, wobei die Leistungsskala bis 12 W reicht. Die Anzeige des SWV erfolgt mithilfe von sechs rot leuchtenden LEDs. Die Stufung ist jedoch nicht linear. Leuchtet LED 1, hat das SWV einen Wert von $s = 1$, beim Leuchten von LED 2 beträgt er $s = 1,5$ usw., wobei LED 6 dann bei einem SWV von $s = 8$ leuchtet. Mit passenden Abschlusswiderständen hervorgerufene Zwischenwerte ließen sich gut anhand der Helligkeit der dann leuchtenden Nachbar-LEDs abschätzen. Das angezeigte SWV ist unabhängig von der Eingangsleistung



Bild 5: Skalen auf der Gehäusevorderseite des zweiten Indikators ...

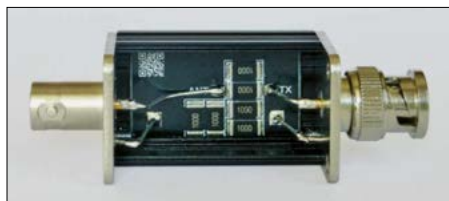


Bild 6: ... und die Dickschichtwiderstände der Messbrücke Fotos: Red. FA



Bild 7: Nach dem Abziehen des Aufklebers wird die Auswerteschaltung sichtbar.

und funktionierte beim Muster bis hinab zu 0,2 W.

Die Auswerteschaltung befindet sich direkt unter der aufgeklebten Kunststoffolie. Nach deren Abziehen kamen neben Dioden und einigen anderen passiven Bauelementen zwei 470- μ F-Kondensatoren als Energiespeicher sowie ein 3,3-V-Spannungsregler zum Vorschein. Zur Steuerung wird offenbar ein Mikrocontroller vom Typ *ATmega1130* genutzt.

Unklar blieb aufgrund der nur rudimentären Funktionsbeschreibung zunächst, nach welcher der drei zusätzlich aufge-

druckten Leistungsskalen man sich beim Ablesen richten sollte. Es fiel lediglich auf, dass dann, wenn kein Abstimmsignal mehr am Eingang anlag, mithilfe der scheinbar noch gespeicherten Restenergie eine kurzzeitige Leistungsanzeige erfolgte.

Systematisches Probieren führte jedoch zu folgender Erkenntnis: Lag die Eingangsleistung unter 1 W, galt die obere der drei Skalen. Dann „rutschte“ die leuchtende LED von rechts kommend zum endgültigen Wert. War eine Leistung zwischen 1 W und 6 W am Eingang vorhanden, leuchtete eine der LEDs unmittelbar und die mittlere Skala galt. Wurden mehr als 6 W zugeführt, „rutschte“ die aktivierte LED von links kommend zum endgültigen Wert. Somit brauchte man sich nur zu merken, dass der auf der Skala nicht beschriftete Bereich übersprungen werden musste.

Die Leistungsanzeige war ausreichend genau, wobei auch hier Zwischenwerte anhand benachbarter, leuchtender LEDs abschätzbar waren.

Die Auswerteschaltung dieses SWV-Indikators erhält ihre Energie aus dem Eingangssignal. Die vom Händler mit 1,2 mA angegebene Stromaufnahme führte zu keiner nennenswerten Abweichung bei den Anzeigergebnissen.

Da dieses kleine Gerät auf Basis einer Widerstandsmessbrücke arbeitet, jedoch kein Schalter für deren Umgehung (Bypass) vorhanden ist, musste man den Indikator folglich nach der Ermittlung des SWV-Werts aus dem Signalweg entfernen. Ansonsten wären 75 % der zugeführten Leistung an den sechs Dickschichtwiderständen im Innern als Verlustwärme ver-

loren gegangen, was definitiv keine Option ist.

Einen Vorteil hat diese Widerstandsmessbrücke jedoch: Selbst wenn der antennen-seitige Anschluss kurzgeschlossen würde oder offen bliebe, „sähe“ der Transceiver nur ein SWV von $s = 3$, was dieser in der Regel klaglos überstehen dürfte. Anderenfalls würde die Endstufe ihre Ausgangsleistung normalerweise herunterregeln, um keinen Schaden zu nehmen. Ein gewisses Ausfallrisiko besteht in diesem Fall aber trotzdem.

Ein findiger Bastler würde den mit der Widerstandsmessbrücke ausgestatteten SWV-Indikator bestimmt noch um einen zweipoligen Umschalter für eine Bypass-Funktion ergänzen. Platz dafür wäre in dem untersuchten Modell noch vorhanden.

■ Fazit

Selbst mit einem auf LEDs als Anzeige basierenden SWV-Indikator ließ sich das Stehwellenverhältnis für die Praxis hinreichend genau bestimmen. Unbestrittener Vorteil der beiden vorgestellten, in kompakten Gehäusen untergebrachten Geräte ist, dass sie sehr robust sind. Den zuweilen rauen Transport zum Portabelstandort dürften sie auf jeden Fall überstehen, was für so manches Zeigerinstrument nicht gilt. Außerdem erfordern sie keine separate Spannungsversorgung wie die meisten Digitalgeräte.

redaktion@funkamateurl.de

Literatur

- [1] Schiller, T., DC7GB: Wie funktionieren Richtkoppler und SWV-Messbrücken? FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 12, S. 967–971

Drehknopf für Elecraft K3

An meinem Transceiver *Elecraft K3* und nahezu zeitgleich auch am baugleichen Exemplar unserer Klubstation waren die kleinen Drehknöpfe der Doppelpotenzio-meter seitlich gerissen. Dabei handelt es sich um Potenziometer, deren Achse Zollmaße aufweist. Der Durchmesser der Hohlachse beträgt $\frac{1}{4}$ Zoll (6,35 mm), der Durchmesser der inneren Achse, auf der der defekte Knopf sitzt, $\frac{1}{8}$ Zoll (3,15 mm). Die kleinen Drehknöpfe scheinen eine Schwachstelle dieses Transceivers zu sein. Passender Ersatz war hierzulande nicht zu beschaffen oder nur zu unverhältnismäßig hohen Preisen erhältlich.

Also wurden die Drehknöpfe mithilfe eines 3D-Druckers selbst gefertigt. Das Bild zeigt in der oberen Reihe vier fertige Exemplare und in der unteren Reihe zwei

Rohlinge. Dazwischen liegen zwei weiße Markierungsplättchen und zwei Stiftschrauben M3×4 mm. Letztere sind in jedem gut sortierten Baumarkt erhältlich, wenn sie sich nicht ohnehin in der Bastelkiste finden lassen.

Die weißen Markierungsplättchen werden ohne Klebstoff in die Aussparung der Drehknopfrohlinge hineingedrückt. Für die Stiftschrauben ist ein M3-Gewinde in die seitliche, beim Druck freigelassene Bohrung zu schneiden. Vor dem Eindrehen der Stiftschraube ist die Bohrung für die Potenziometerachse mit einem 3,3-mm-Bohrer auf Maß zu bringen. Nach der Befestigung des Knopfs sollte dieser mit möglichst wenig Spiel auf der inneren Achse sitzen, sodass er beim Drehen nicht „eiert“.



Die mit weißem Filament hergestellten Markierungsstreifen passen exakt in die Nuten der Rohlinge. Klebstoff sollte nicht verwendet werden, da er den Kunststoff angreifen kann. Foto: DJ7GP

Die beiden für das 3D-Druckprogramm erforderlichen STL-Dateien stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zum Herunterladen zur Verfügung.

Peter-Jürgen Gödecke, DJ7GP
peter.goedecke@gmx.de

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Projekttag an der Realschule Friesenheim

Ultraschall-Detektive – Fledermäuse und ihre akustische Welt – unter diesem Motto fand am 26. und 27.7. ein Projekt an der Realschule und Werkrealschule Friesenheim statt. Unter der Leitung von Sascha Flum, DL4FCA, lernten die 16 interessierten Schüler der Klassenstufen 5 bis 8 erst einmal einiges über die Grundlagen der Schallausbreitung.

Mit einem Tongenerator testeten sie die Grenzen des menschlichen Hörempfindens aus. Bei Frequenzen um die 40 kHz half ihnen der AATiS-BatFinder, die Ultraschalltöne hörbar zu machen. Die Schüler fanden es sehr spannend, dass es jenseits unserer hörbaren Frequenzen noch eine ganz eigene akustische Welt gibt.

Ausgerüstet mit den Ultraschallempfängern wurden alle möglichen Ultraschallquellen untersucht. Jetzt, wo jeder mit den Detektoren umgehen konnte, ließen sich in Kleingruppen die fünf im Schulhaus versteckten Fledermaussender finden. Jede Ultraschallbake *FlediBot* war zudem mit einer Frage ausgestattet, die es zu beantworten galt. So konnten die Schüler Punkte sammeln. Für die schnellste Gruppe gab es noch zwei Extrapunkte.



Schülergruppe der RS Friesenheim

Foto: S. Kaltenbach

Am zweiten Tag lernten die Schüler den Einsatz von Ultraschall in der Technik kennen. Wie funktioniert z.B. der Einparkensensor am Auto oder der elektronische Zollstock aus dem Baumarkt? Mit dem Mikrocontroller *Calliope Mini* konnten sie daraufhin einen eigenen Abstandswarner programmieren.



Zum Abschluss sollte jede Kleingruppe noch einmal einen Sender verstecken, der von den anderen Gruppen gesucht werden konnte. Dabei wurde wohl eine der Gruppen beobachtet und der Sender anschließend entwendet. Am Versteck blieb nur der Befestigungsdraht zurück. Die Schüler waren sehr bestürzt, kamen aber auf die Idee, zumindest alle Klassen mit den Ultraschalldetektoren abzusuchen, falls sich der Sender noch in der Nähe befinden und noch eingeschaltet sein sollte. Leider blieb die Aktion erfolglos.



Vermisst: FlediBot Nr. 5

Foto: DH4KAV

Mithilfe des *Batoring*-Koffers des AATiS konnte ein spannendes und fächerübergreifendes Projekt durchgeführt werden.

Tnx Info Sascha Flum, DL4FCA

■ Elise 2.0 im Technikmuseum Solothurn

Die *ENTER Technikwelt* im schweizerischen Solothurn ist ein Technikmuseum der besonderen Art und bietet auf 10 000 m² eine Zeit-



Ausgestelltes Lichtsprechgerät im ENTER

reise durch die Technikgeschichte mit über 30 000 Ausstellungsstücken, davon viele interaktive Exponate zum Ausprobieren und Anfassen. Neben einer umfangreichen Rundfunkausstellung kommen hier insbesondere Automobilfreunde auf ihre Kosten. Das Museum erfreut sich nun auch einer Lichtsprechanlage, basierend auf zwei Lichttransceivern AS805, wie sie auch im AATiS-Phonic-Communicator verbaut sind.



Geöffnetes Lichtsprechgerät mit dem Bausatz Elise 2.0

Fotos: HB9FXK

Die Lichtsprechanlage ist inzwischen fertiggestellt und funktioniert einwandfrei. Sie wurde in das Museum integriert und erfreut die Besucher täglich aufs Neue. Besonders beeindruckend finden viele, dass Sprache allein mittels Licht übertragen werden kann – das sorgt immer wieder für Erstaunen.

Die Lichtsprechanlage ist Bestandteil des Funkraums der neuen Funkausstellung, die am 7.6. eingeweiht wurde. Das Museum verfügt zudem über einen eigenen Elektronikshop, der auch Ersatzteile für die Reparatur älterer Elektronikgeräte bereithält.

Für den nächsten Urlaub in der Schweiz ist das ENTER bestimmt ein lohnenswertes Ziel für einen Tagesausflug mit der ganzen Familie, wenn man sich nicht von Schweizer Eintrittspreisen abschrecken lässt. Aber auch Programmier- und Elektronik-Workshops zur MINT-Förderung von Jugendlichen werden dort angeboten. Weitere Informationen zur Anreise und zu den Veranstaltungen finden sich auf der Website des Museums unter: www.enter.ch

Tnx Info Walter Steiner, HB9FXK

■ Bausatzpaten gefunden

Im vorangegangenen AATiS-QTC starteten wir einen Aufruf nach Bausatzpaten für die Zusammenstellung und Verpackung der Bausätze AS001 (Morsetaste) und AS306 (LED-Taschenlampe). Noch am Erscheinungstag des Augustheftes des FUNKAMATEUR erklärte sich Uwe Wensauer, DK1KQ, spontan bereit, diese Aufgabe für beide Bausätze zu übernehmen. AS001 und AS306 gehören zu den am häufigsten nachgefragten Bausätzen aus dem AATiS-Programm, deren Lieferkette nun nicht mehr ins Stocken gerät. Danke an Uwe, DK1KQ, für diesen positiven Entschluss.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ President Bill 2 Plus

In modernen Pkw finden Jedermannfunker kaum noch einen Platz für den Einbau eines CB-Mobilgerätes herkömmlicher Größe in sicherer Bedienreichweite. Ein vereinzelt anzutreffendes Lösungsangebot der Gerätehersteller sind sogenannte *Blackbox*-Geräte, bei denen die Bedienung komplett über ein Handmikrofon mit integriertem Display erfolgt; der Transceiver selbst findet dabei einen sicheren Platz unter einem Sitz oder im Kofferraum des Fahrzeugs. Ein anderer Weg ist die Konstruktion besonders kleiner Mobiltransceiver, die dennoch den kompletten üblichen

sprechschwelle selbst praxisnah wählt. An den vier Ecken der Frontplatte liegt jeweils eine Drucktaste: *AM/FM* für den Wechsel zwischen den Sendarten, *EMG* für den Direktzugriff auf die Not- und Anrufkanäle 9 und 19 (umprogrammierbar), *ANL/NB/Hi-Cut* zur Aktivierung von Störfiltern. Ein Druck auf die Taste *F* öffnet den Zugriff auf weitere Funktionen (s. u.), die man nur selten benötigt oder ändert. Für die Kanalwahl sind ein Wippschalter auf der Frontseite sowie zwei Tasten auf der Oberseite des mitgelieferten Handmikrofons zuständig.

Ausstattung

Letzteres wird über eine herkömmliche sechspolige Mikrofonbuchse angeschlossen, was in dieser Geräteklasse bemerkenswert ist. Dadurch lassen sich ohne Adapter andere Mikrofone mit entsprechendem Stecker anschließen. President hat hierbei sicher auch an seine drahtlosen Mikrofone gedacht, also das *Remote Mike* und das *Remote Bluetooth Mike*. Rechts neben der Mikrofonbuchse gibt es als Zugabe unter einer Abdeckung eine



Das normal große Handmikrofon vermittelt einen Eindruck vom Mini-Format des President Bill 2 Plus. Für die Hintergrundbeleuchtung des Displays sind sieben Farben wählbar.

Werkfoto

Funktionsempfang eines CB-Funkgerätes bieten. Diese haben Abmessungen von typisch etwa 10 cm x 10 cm und sind bei mehreren Herstellern im Angebot. Die jüngste Neuauflage in diesem Segment kommt vom renommierten französischen Hersteller President Electronics, dessen Geräte hierzulande von Stabo über den Funkfachhandel vertrieben werden.

Das neue Mini-CB-Mobilgerät *President Bill II Plus* für 12-V-Betrieb hat die Abmessungen 102 mm x 100 mm x 25 mm bei einer Masse von 320 g. Es funkt mit den zugelassenen 4 W auf 40 AM- und bis zu 80-FM-Kanälen. Zusätzlich lassen sich fünf sogenannte *President*-Kanäle schalten. Diese rekrutieren sich aus den zugelassenen CB-Funkkanälen und sind eine Option bei neuen Geräten dieses Herstellers. Die Idee dahinter ist der vereinfachte Funkbetrieb für Gruppen, denen die auf fünf Kanäle konzentrierte Auswahl reicht.

Bedienkonzept

Sämtliche Bedienelemente sind trotz beengter Verhältnisse auf der Frontplatte gut zugänglich untergebracht. Zum Ein- und Ausschalten, für die Lautstärkewahl sowie zur manuellen Einstellung der Rauschsperr (Squelch) dient ein doppelter Drehknopf rechts neben dem Display. Statt des manuellen Squelch lässt sich eine automatische Rauschsperr (ASC) aktivieren, die die An-

USB-Ladebuchse mit 5 V und 2.1 A. Darüber lässt sich auch das ebenfalls drahtlose *Liberty Mic* betreiben. Das kleine hintergrundbeleuchtete LC-Display im Zentrum der Frontplatte ist dimmbar und zeigt gleichzeitig den aktuellen Kanal mitsamt zugehöriger Frequenz an. Eine Balkenanzeige dient als minimalistisches S-Meter. Hinzu kommen allerlei Kürzel für die aktuell aktivierten Zusatzfunktionen.

Dazu gehören eine mehrstufig anpassbare VOX-Funktion für Freisprechbetrieb, eine fünfstufige Störgeräuschreduzierung (NRC, *Noise Reduction Circuit*) für Senden und Empfang, weitere Störfilter (ANL, NB, Hi-Cut), abschaltbarer Quittungston, aktivierbarer Roger-Piep, Sendezeitbegrenzung. Bemerkenswert in dieser Geräteklasse ist der Suchlauf (*Scan*), von dem sich unerwünschte Kanäle manuell ausschließen lassen.

Zum Lieferumfang gehören das Funkgerät, ein Handmikrofon inklusive Mikrofonhalter, eine Schnellhalterung zum Einstecken, ein herkömmlicher Haltebügel, ein fest angeschlossenes Stromkabel mit Stecker für das 12-V-Bordnetz, eine gedruckte Bedienungsanleitung. Das *President Bill 2 Plus* ist für etwa 120 € im Funkfachhandel erhältlich.

■ Funk und Hund retten Leben

Anfang Juli ging eine Meldung durch die Medien, wonach ein Hund zur Rettung seines Halters erheblich beigetragen hatte. Demnach

war der vierbeinige Begleiter des Verunglückten der Held, doch ohne Funkgerät wäre alles nichts gewesen.

Die Ursprungsmeldung kam am 6. 7. von der *Schweizer Luftrettung Zermatt*. Ein Mann war am frühen Nachmittag mit seinem Hund auf dem Feegletscher unterwegs, als er plötzlich durch eine Schneebrücke brach und in eine Spalte stürzte. Der Chihuahua blieb am Rand der Spalte zurück. Glück im Unglück: Der Verunglückte hatte ein „Amateur-Walkie-Talkie“ bei sich, mit dem er Hilfe rufen konnte. Eine Person in der Nähe empfing den Notruf, konnte jedoch den Unfallort nicht lokalisieren. Um 15 Uhr startete eine Crew der *Air Zermatt* in Richtung Feegletscher. Vor Ort gestaltete sich die Suche nach der Einbruchsstelle schwierig, denn die Gletscherfläche war weit und das Loch kaum auszumachen.

Dann der entscheidende Moment: Einer der Rettungsspezialisten entdeckte auf einem Stein eine kleine Bewegung: der Chihuahua! Direkt daneben befand sich das Einsturzloch, durch das der Mann in die Spalte gefallen war. Dank des Verhaltens des Hundes konnte die Crew die genaue Unfallstelle lokalisieren. Die Retter seilten sich zum Verunglückten ab und konnten ihn bergen. Patient und Hund wurden ins Krankenhaus geflogen.

CB-Kalender

täglich	Untereibe-Runde 20 Uhr auf Kanal 78 FM (26,935 MHz) und 76 FM (26,915 MHz) Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhône-Runde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz) http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgie-Runde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz); https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0430-0625	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0558-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0600-0625	Radio Rumänien International – 9700
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldtausch – 6070 (Sa; D-r)
0600-2100	Radio Gloria – 6140 (Testsendungen via Radio Onda; LUX)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-1458	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (Sa, So; engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldtausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995 , 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1000-1100	Kölsch in die Welt – 6070 (unregelmäßig So; D-r; alt 9670)
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig; D-h)
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1030-1100	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (D-n; 2. So/Monat)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-1230)
1125-1225	Stimme von Türkiye – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1230	SM Radio Dessau – 6095 (D-n; 14. 9.)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880
1458-2200	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
1500-1600	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1658-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1700-1800	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1725-1825	Stimme von Türkiye – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1800-1900	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat und folgenden Fr; D-r)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 11 775, 13 810 (Musikprogramm)
1800-2000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425 , 12 015
1900-2000	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	C. M. Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 2000-; D-o via HCJB)
2100-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ehemals biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl., franz.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

Viele Stationen strahlen ihre Programme über Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie folgt gekennzeichnet:

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein, -k Kall/Eifel, -n Nauen, -o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg, -r Rohrbach, -w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck wiedergegeben. **Hans Weber**

BC-DX- Informationen

■ China setzt auf DRM

Anfang August hat die chinesische Nationale Radio- und Fernsehverwaltung (NRTA) die Veröffentlichung des Industriestandards GY/T 423-2025 mit dem Titel „Technische Spezifikationen für den digitalen Tonrundfunk auf Mittel- und Kurzwelle“ bekanntgegeben, nachdem dieser am 29. 7. 2025 offiziell erlassen worden war. Dies berichtete das DRM-Konsortium in einer Pressemitteilung. Mit dieser Veröffentlichung übernimmt die NRTA offiziell den globalen Standard Digital Radio Mondiale (DRM) als technische Grundlage

QSL

QSL Empfangsbestätigung

Radio Taiwan International
bestätigt hiermit den Empfangsbericht von
Herrn / Frau Harald Kuhl
über die Ausstrahlung des deutschen Programms von Radio Taiwan International
von der Sendeanlage Tamsui, Taiwan.

Datum: 04.07.2025
UTC: 1700-1730
Frequenz: 15145 kHz
Vielen Dank
Senderstandort: Tamsui, Taiwan

Im August sendete **Radio Taiwan International (RTI)** das deutschsprachige Programm an Wochenenden wieder zusätzlich über die Sendestelle Tamsui nach Europa. Empfangsberichte bestätigte man mit einer solchen Sonder-QSL-Karte.

für den digitalen Rundfunk auf Mittel- und Kurzwelle für den Inlandsrundfunk in der Volksrepublik China. Die NRTA ist eine Regulierungsbehörde auf Ministerialebene, die den Rundfunk und audiovisuelle Dienste in China beaufsichtigt. Sie veröffentlicht regelmäßig Industriestandards (GY/T), die empfohlene technische Spezifikationen für Rundfunkveranstalter und Hersteller festlegen. Digital Radio Mondiale ist ein internationaler Standard für den digitalen Rundfunk, der vom DRM-Konsortium entwickelt und vom Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) veröffentlicht wurde. Erstmals vor 20 Jahren während der Internationalen Funkausstellung 2005 in Berlin vorgestellt, ist DRM seitdem kaum über das Teststadium hinausgekommen. Die jetzige Ankündigung aus China bedeutet daher einen wesentlichen Schritt, der vor allem für die Empfängerhersteller bedeutend sein dürfte. Denn bislang gab es für den Empfang von DRM-Signalen mangels Nachfrage kaum

preisgünstige, alltagstaugliche Empfangsgeräte, was sich künftig ändern dürfte.

■ Zielgruppe Autofahrer

Im September 2023 gaben drei chinesische Regierungsorganisationen – das Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (MIIT), die Nationale Radio- und Fernsehverwaltung (NRTA) und die Staatliche Verwaltung für Marktregulierung (SAMR) – gemeinsam eine Empfehlung heraus, in der sie die chinesische Automobilindustrie dazu ermutigten, den DRM-Empfang auf AM-Bändern zu unterstützen. In derselben Empfehlung wurden zudem die Provinzsendsendeanstalten aufgefordert, den Einsatz von inländischen DRM-Rundfunkdiensten zu prüfen. Seitdem haben sich 31 Automobilhersteller und mehr als 70 chinesische Branchenakteure an diesem Prozess beteiligt. 2024 starteten das MIIT und die NRTA einen öffentlichen Prozess zur Überarbeitung und Entwicklung einer verbindlichen nationalen Norm für drahtlose Empfangssysteme in Fahrzeugen. Diese Konsultation endete am 25. Oktober 2024 mit der Entscheidung, mit der Ausarbeitung einer verbindlichen nationalen Norm fortzufahren; diese wurde nun veröffentlicht. Derzeit betreibt China durch *China National Radio* (CNR) sieben DRM-fähige Kurzwellsender für die nationale Versorgung hauptsächlich der dicht besiedelten östlichen Regionen. Diese DRM-Sender können bei Bedarf auch das gesamte Land versorgen oder für Auslandsendungen von *China Radio International* (CRI) eingesetzt werden. Fürs Inland sendet CNR derzeit in DRM u. a.:
– 0100 ... 0900 UTC, 13 825 kHz, 17 770 kHz,
– 2200 ... 1700 UTC, 21 530 kHz,
– 2100 ... 0700 UTC, 15 760 kHz,
– 0400 ... 0100 UTC, 13 810 kHz,
– 0800 ... 1200 UTC, 2200 ... 0100 UTC, 9655 kHz,
– 0100 ... 0400 UTC, 0800 ... 1100 UTC, 15 180 kHz.

■ Großbritannien und Kongo

Am 26. 9. stellt BBC Radio 4 Longwave die Ausstrahlung auf der Langwelle 198 kHz ein.

Vielen Dank für Ihren Empfangsbericht.
Thank you for your reception report.

Datum/ date: 6. 4. 2025
Sender/ transmitter: Welle 370
Körpers Wasserzeichen: Welle 370
Modulation: AM
Frequenz/ frequency: 6095 kHz
Zeit/ time UTC: 09:00 - 01:00
a/b/c/d: OK
welle370
Furtakberg 30 Senderhaus 1
15711 Körner Wasserhausen DAS FUNKREISER RADIO

Harald Kuhl
Postfach 2543
37045 Göttingen

welle370 bestätigte per QSL-Karte einen Empfangsbericht für eine Ausstrahlung auf 6095 kHz mit 100 kW über die Sendestelle Nauen.

To: **HARALD KUHL DL1AX**

Historical transmitter
SAQ
Alexanderson Alternator

Confirming your reception report of our
A1 mode transmission(s) on 17.2 kHz at the
SAQ 100 Year Anniversary Transmissions July 2nd 2025

Call Sign: SAQ
Transmitter: Alexanderson Alternator, electromechanical.
Location: World Heritage Grimeton Radio Station, Sweden.
Power: Ca 80 kW (max. 200 kW)
Antenna: Alexanderson multiple tuned - 6 towers 127m
In operation: Since 1924

ALEXANDER
SAQ Sweden
Friendship
Association
Chairman

Elektronische QSL-Karte vom Längstwellensender SAQ Grimeton aus Schweden für die Jubiläumssendung am 2. 7. 2025 mit 80 kW auf 17,2 kHz in Telegrafie.

Neu auf der Mittelwelle 1575 kHz sendet Radio Mi Amigo (www.lv18radio.uk) mit 1 W von Bord des Feuerschiffs LV18 in Harwich, Großbritannien. Nach fast zwei Jahren ist

QSL - AGDX via Radio HCJB

QSL-Karte Nr. A712025
der Arbeitsgemeinschaft DX e.V.
AGDX e.V. Postfach 1214
D-61282 Bad Homburg, Deutschland

Wir bestätigen hiermit dankend den Empfang
unserer AGDX-Sendung über Radio HCJB
am 20. April 2025
von 17.00 bis 17.40 Uhr UTC
auf der Frequenz 9999-9920-7945 kHz
Senderstandort: Weenemoor, Deutschland
Besten Dank!
Olaf Mertens
DX-Editor der AGDX

Harald Kuhl
Postfach 2543
37045 Göttingen
Deutschland

Die Hörervereinigung AGDX bestätigt Empfangsberichte für Ausstrahlungen über die Sendestelle Weenemoor (Radio HCJB Deutschland) mit einer detaillierten QSL-Karte; DX-Editor ist Olaf Mertens.

Radio Congo wieder auf 6115 kHz im 49-m-Band aktiv. Laut British DX Club stammte die erste Empfangsmeldung von Andre Gouws in Südafrika, doch hat Manuel Mendez die Station mit Nachrichten in Französisch mehrfach gegen 1800 UTC mit leisem Signal auch in Europa gehört. Rumänien schaltet seine Mittelwellen nachts ab und ermöglicht so den Empfang anderer Stationen. Betroffen sind u. a. 558 kHz, 567 kHz, 603 kHz, 630 kHz, 711 kHz, 855 kHz, 909 kHz, 1179 kHz, 1332 kHz, 1530 kHz.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.

ADDX

Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => **kostenlos:**
ADDX-Info-Paket anfordern:
www.addx.de/info.php

Ausbreitung September 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Das Maximum des gegenwärtigen 25. Sonnenfleckenzyklus war eindeutig im letzten Herbst, genauer im Oktober 2024. Die geglättete Sonnenfleckenzahl R_{12} betrug im Maximum 160,8. Wir klassifizieren deshalb das Maximum als hoch. Es kam als Überraschung. Nach dem niedrigen Maximum des Zyklus 24 deutete alles auf einen ebenfalls niedrigen Zyklus 25 hin. Auch die Astronomen stimmten mit dieser Prognose überein.

Für unseren Zweck ist der solare Flux, präziser die Flussdichte der solaren Radiostrahlung, bei einer Wellenlänge von 10,7 cm eine geeignetere Messgröße für die Sonnenaktivität als die Sonnenfleckenzahl. Ihre monatlichen Mittelwerte überstiegen im vergangenen Jahr dreimal 200 solare Fluxeinheiten

sfu, nämlich im August 247,4, im Oktober 215,7 und im November 201,3.

Trotzdem waren die Ausbreitungsbedingungen weit entfernt von unseren Erwartungen für das Prädikat gut. Den Zustand der Ionosphäre bestimmt unter anderem nicht nur die Intensität der solaren Strahlung. Weitere signifikante Faktoren sind der Zustrom solarer geladener Teilchen (Sonnenwind) und das Magnetfeld, eingeschlossen das interplanetare Magnetfeld.

Für September 2025 gelten folgende Vorhersagen für die Sonnenfleckenzahl R : NOAA/SWPC 135,7; SIDC (WDC-SILSO) 114 (klassische Methode) und 126 (kombinierte Methode). BOM SWS (Australien) prognostiziert 109,5. Unsere Ausbreitungsdiagramme beruhen auf $R = 110$.

Nach weit unter dem Mittelwert liegenden Ausbreitungsbedingungen im Mai und Juni 2025 brachte der Juli eine Verbesserung. Es war dennoch nicht das, was wir in einer Periode hoher Sonnenaktivität erwarten würden und gern gesehen hätten. Es gab weniger gestörte Tage, die Geschwindigkeit des Sonnenwinds verringerte sich, die Intensität und Orientierung des Sonnenwinds waren günsti-

ger für die Ionosphärenbedingungen. Das war in der zweiten Monathälfte der Fall. Am Monatsanfang vom 5. bis 7. Juli herrschten schlechte Ausbreitungsbedingungen.

Der September wird möglicherweise den Beginn des letzten Herbstes im 25. Sonnenfleckenmaximum markieren. Deshalb besteht berechtigte Hoffnung für die Öffnung des magischen 6-m-Bandes für DX-QSOs, während weit entfernte Stationen auf den oberen Kurzwellenbändern regelmäßig erscheinen werden.

Von Observatorien und Messungen stammen für Juli 2025 folgende Monatsmittelwerte: SIDC $R_1 = 125,6$; DRAO SF = 137,7 und Wingst $A = 14,8$. Für Januar 2025 lautet die geglättete Sonnenfleckenzahl $R_{12} = 146,3$.

Legende zu den Diagrammen

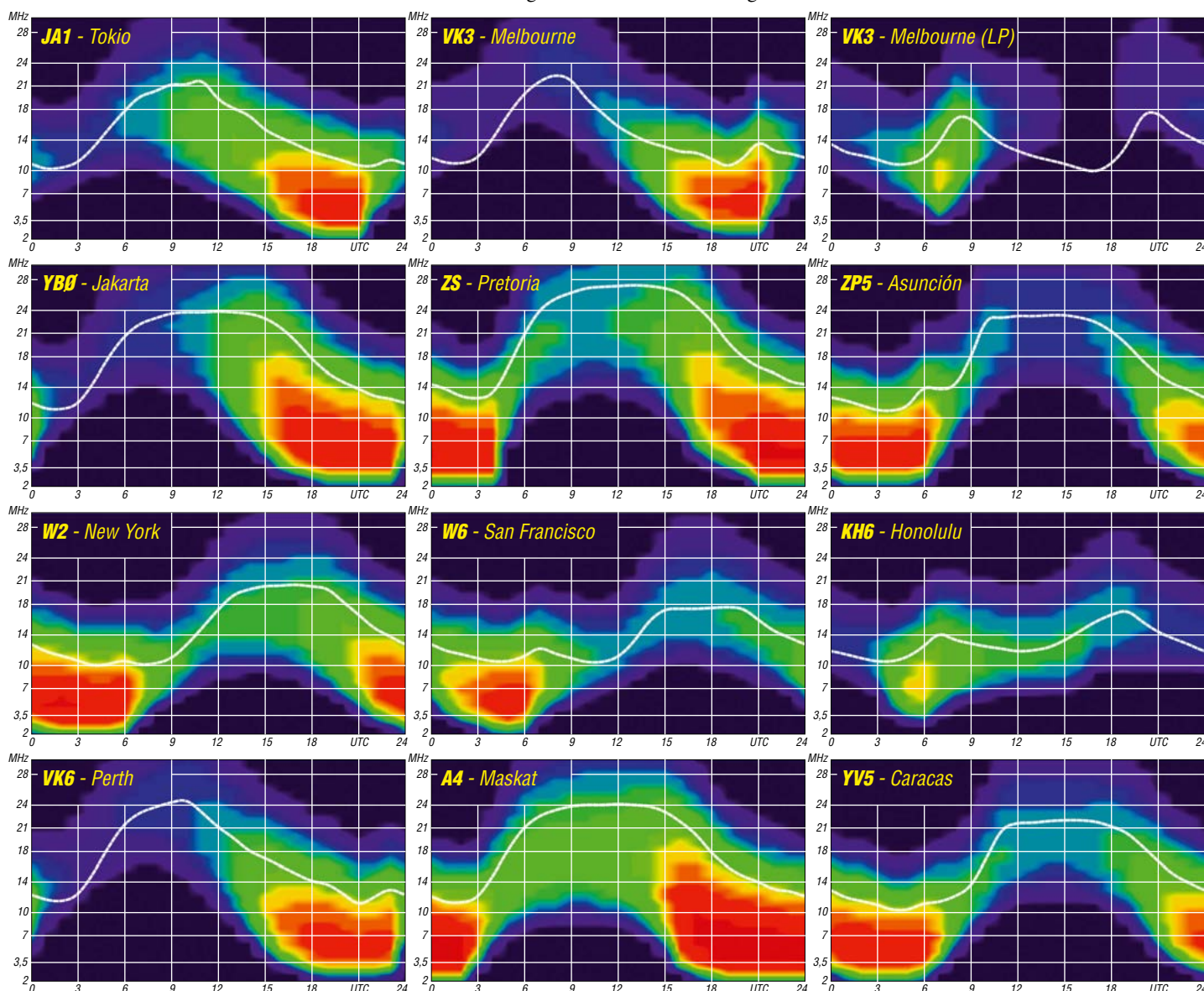
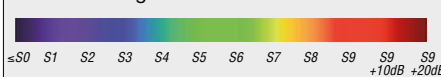
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ SOTA-News

LU: Seit dem 1. 8. ist die Assoziation LUR (Argentina – Catamarca) aktiv. Manager der Assoziation ist Hugo Daniel Salamanca, LU8RAM.

Gelistet sind zehn Regionen mit 786 Gipfeln. Höchster Berg ist dabei der Monte Pissis (**LUR/TG-001**) mit 6791 m Höhe in der Region TG (Tinogasta).

VE7: In der Assoziation British Columbia erfolgte die Aufnahme von 466 neuen Referenzen in den Regionen VE7/CE und VE7/KB.

LA: Bei **LA/VF-001**, **LA/TM-044** und **LA/AA-120** wurden Höhe und Position optimiert, **LA/AA-101** wegen Doppelung gestrichen. Neu aufgenommen ist jetzt Løytnantsvarden, **LA/AA-132**. Weitere Neuaufnahmen bzw. Korrekturen gab es in Spanien, Japan und Neuseeland/Nordinsel.

OE: Beim Brunschkopf (**OE/TI-657**) erfolgte eine Höhenkorrektur. **F:** Eine Namensänderung erfuhr **F/AM-073**, jetzt neu Roc Diolon.



Tiefkarspitze gesehen vom Pleisenspitz

Foto: Svičková; Lizenz: CC BY-SA 3.0

■ SOTA-Pläne

Wie Tom, DL1HBT, im *SOTA-Reflector* mitteilt, werden er und Kai, DL3HAH, vom 19. bis zum 21. 9. Berge in Nordrhein-Westfalen aktivieren. Genutzt werden dabei entweder ein IC-705 oder ein KX3. Als Antenne kommen eine Vertikal oder eine endgespeiste Drahtantenne (EFRW) zum Einsatz. Die QRP-Aktivität soll von 10 m bis 40 m in CW durchgeführt werden. Abhängig vom Wetter ist die Aktivierung von sechs Bergen geplant.

■ Letzter Gipfel in der Assoziation DL aktiviert

Andy, DL2DVE, berichtet im *Reflector* über die Aktivierung des letzten offenen Gipfels der Assoziation Deutsche Alpen. Der 18. 7. war der Tag, an dem Dzianis, DD1LD, mit 66 QSO den letzten nichtaktivierten Gipfel, die 2430 m hohe Tiefkarspitze, **DL/KW-014**, erklomm. Da-

mit wurden jetzt alle SOTA-Gipfel in Deutschland mindestens einmal aktiviert. Ausnahme ist dabei die Dammersfeldkuppe, **DM/BM-372**, die nicht zugänglich in einem militärischen Sperrgebiet liegt.

Dass es über 20 Jahre dauerte, bis die Tiefkarspitze in den Logs der Jäger auftauchte (das erste QSO führte Mario, DJ2MX, mit Dzianis), hatte gute Gründe. Der extrem schwierige Aufstieg verlangt große Wander- und vor allem Klettererfahrung. Gratulation an Dzianis!

■ GMA

Mario, DL4MFM, teilt im GMA-Forum mit, dass POTA für Chaser ab sofort vollständig in die GMA-Software integriert ist. POTA-Spots werden jetzt angezeigt, können aber auf Wunsch auch ausgeblendet werden (sowohl im DXC-Cluster in GMAwatch als auch im GMA All-in-One). Infoseiten zu POTA-Referenzen sind direkt mit POTA verlinkt.

POTA-Referenzen können bequem geloggt werden – einfach zum Beispiel im *GMAwatch* auf die Uhrzeit klicken. POTA-Referenzen werden beim Triathlon berücksichtigt, wenn dieser aktualisiert wird. Teilweise werden POTA-APIs verwendet: So kommen z. B. die Namen der Gebiete direkt von POTA – in der Hoffnung, dass deren Server flotter sind als unsere. POTA für Aktivierer ist in Planung.

Tnx Info DF3MC und DL2DVE

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Vorbereitung auf die Amateurfunkprüfung

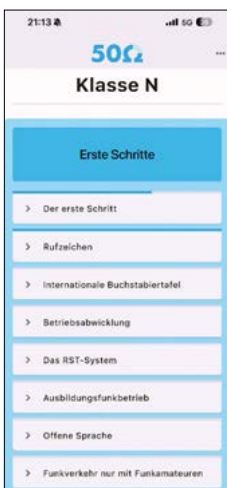
Vor etwas mehr als einem Jahr, am 24. 6. 2024, trat die novellierte Amateurfunkverordnung in Kraft. Darin wurden unter anderem Festlegungen zum Remote-Betrieb getroffen und der Ausbildungsfunkverkehr neu geregelt.

Das Präfix DN kennzeichnete in der Vergangenheit Stationen, die Ausbildungsfunkbetrieb durchführten. Die dafür zugeteilten Rufzeichen sind nur noch bis zum 31. 12. 2028 gültig. Die Neuvergabe mit dem Präfix DN9 erfolgt jetzt an die Inhaber der neu eingeführten Genehmigungsklasse N.

Die abgesenkten Prüfungsanforderungen dieser Klasse ermöglichen, wenn auch in Leistung und Frequenzbereichen eingeschränkt, einen leichteren Zugang zum Amateurfunk. Die Hauptaktivitäten werden dabei im 2-m- und 70-cm-Band liegen. Mit dem Zugang zum kompletten 10-m-Band lassen sich darüber hinaus auch erste Erfahrungen im Kurzwellenbereich sammeln.

In der Vergangenheit fanden die Ausbildung und Prüfungsvorbereitung hauptsächlich auf lokaler Ebene in den jeweiligen Ortsverbänden statt. Fehlende Räumlichkeiten und die

in den Mitgliederstatistiken ablesbare zunehmende Überalterung sind Gründe dafür, dass dieses Konzept heute nur noch in den wenigsten Fällen greift. Zentral organisierte Ausbildungsveranstaltungen, im Distrikt oder überregional, können diesen Zustand nur teilweise kompensieren. Längere Anfahrtswege oder Online-Lehrgänge mit fixem Zeitrahmen lassen sich nicht immer mit den persönlichen Gegebenheiten in Übereinstimmung bringen.



50Ohm – Der Trainer zu 50Ohm.de

Screenshot: DL7UAW

Letztendlich besteht immer die Möglichkeit, sich selbstständig auf die Prüfung vorzubereiten. Das dafür erforderliche Wissen lässt sich, neben dem reinen Selbststudium, auch über die im Internet zugänglichen Kursangebote aneignen. Eine Möglichkeit ist beispielsweise

der vom DARC e.V. bereitgestellte Online-Kurs *50Ohm*.

Speziell für die Genehmigungsklasse N wurde dieses Angebot um einen zusätzlichen Video-Kurs ergänzt. Michael, DL2YMR, stellt diesen auf seinem Youtube-Kanal kostenlos bereit.

Um zu ermitteln, ob das bereits erworbene Wissen auch einer Prüfungssituation standhält, können verschiedene Apps und Online-Applikationen weiterhelfen. Unter Android und iOS beispielsweise steht die App *50Ohm – Der Trainer* zu *50Ohm.de* zur Verfügung. Damit lässt sich auch unterwegs zu beliebiger Zeit trainieren.

Ohne Installation funktioniert die direkt im Internetbrowser nutzbare *AMFUP-App* (AmateurFunkPrüfung). Frank, DD2FP, hat mit seiner Web-Applikation einen Prüfungssimulator bereitgestellt, mit dem der vorhandene Wissensstand, ähnlich wie in einer realen Prüfungssituation, einem ersten Härtestest unterzogen werden kann.

Ein Selbstläufer ist der Weg zur Genehmigungsklasse N allerdings auch nicht. Apps und Kursangebote können letztendlich immer nur eine Unterstützung bieten. Das Schwierigste ist noch immer, trotz aller realen oder vorgeschobenen „Hinderungsgründe“ das ursprüngliche Lernziel nicht aus den Augen zu verlieren und konsequent zu verfolgen.

Literatur

[1] <https://www.bundesnetzagentur.de>

[2] <https://50ohm.de>

[3] <https://www.youtube.com/@DL2YMR>

[4] <https://amfupapp.streamlit.app>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 7.7. bis 5.8.2025

■ CondX

Wenn man die auf 81 Tage festgelegte Tendenz des 10,7-cm-Radiofluxes als das Maß der Dinge für den Stand des 25. Zyklus sieht, könnte man einen ganz leichten Trend nach oben, zumindest aber eine abgeflachte Kurve unterstellen. Auftakt für ein zweites Maximum? Man sollte das beobachten.



Der Monat Juli begann auf jeden Fall mit Sonnenaktivität, die sich in fünf M- und mehr als 150 C-Flares ausdrückte. Was Letztere angeht, ging es über die nächsten Wochen genauso weiter. Verglichen mit den Vorwochen blieb das geomagnetische Feld auch eher ruhig. K-Werte über 3 hatten eher Seltenheitswert. Koronale Massenauswürfe verfehlten die Erde zwar, jedoch wirkte sich der intensive Sonnenwind ungünstig auf die Ausbreitung aus. Mitte Juli lag die MUF2 für den 3000-km-Sprung häufig nur um die 20 MHz. Die Öffnung der oberen Bänder war keine Selbstverständlichkeit. Dafür bot die sporadische E-Schicht Gelegenheiten, auf 50 MHz zu DXen. Am ehesten konnten wir uns auf Öffnungen in den Morgenstunden auf 20 m Richtung VK/ZL verlassen. In der Nacht waren zumeist 30 m oder 40 m der günstigste Frequenzbereich für Fernverbindungen.

Zum Monatsende nahmen die Störungen sonnenwindbedingt weiter zu. Der solare Flux-index bewegte sich um die 150 und erreichte so sein Julimaximum. Praktisch ging es dann auch mal bis hinauf nach 12 m, auf 20 m und 17 m war man meist auf der sicheren Seite, wenn es um DX gehen sollte. Inzwischen spielt auch 80 m zu nachtschlafender Zeit wieder eine Rolle, sofern sich die k-Werte in Grenzen halten.

■ DXpeditionen – Rückblick

C93RRC brachte es auf 15 048 Kontakte von IOTA AF-098, und C94RRC kann 15 762 QSOs von IOTA AF-103 verbuchen. In beiden Fällen sind es um die 9000 Verbindungen in FT8 und



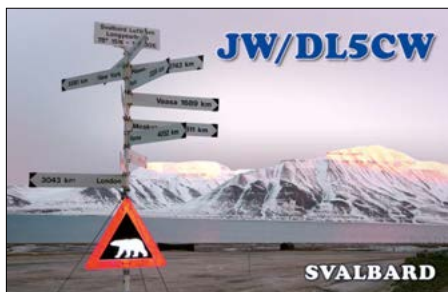
etwa 5000 in CW. Auf SSB entfallen je einige Hundert Verbindungen.

■ Kurz-Infos

9M1957M ist als Sonderstation bis 30.9. aktiv und bestätigt via 9M2RDX direkt. – 3B9FR hat keinen QSL-Manager mehr, sondern bestätigt direkt nach E-Mail-Kontakt und PayPal-Zahlung, siehe www.qrz.com unter 3B9FR. – YL2GM, zuletzt aktiv unter ZS8W, hat sich für den September unter 3C3W und 3C0W (An-nobon) angekündigt. – Z81D will im August wieder auf 40 m bis 6 m funken, 60 m und 80 m sind möglich, QSL via OM3JW. – QSL für DP0GVN und DP0POL gehen jetzt via DL4BBH.

■ Vorschau

Europa: LA6VDA hat sich vom 12. bis 22.9. unter JW6VDA für IOTA EU-026 im Ferienstil angekündigt. Er fasst dabei Betrieb auf Kurzwelle in SSB, FT4 und FT8 ins Auge. Bestätigt wird via LoTW und über OQRS auf Club Log.



SV5/HB90AU möchte vom 13. bis 25.9. gelegentlich Karpathos mit IOTA EU-001 von 40 m bis 6 m in CW, SSB und digitalen Sendarten in die Luft bringen. QSL soll es entweder direkt via Heimatrufzeichen oder über das LoTW geben.

DL4APJ und DL2AQI sind vom 15. bis 19.9. mit vorangestelltem OH0 von den Aland-Inseln, IOTA EU-002, avisiert. Gearbeitet wird von 80 m bis 10 m in CW, SSB und digital. QSL via OQRS auf Club Log oder über das Heimatrufzeichen.

Vom 24. bis 28.9. bringt F5FRM noch einmal Spitzbergen in die Luft. JW0B wird dabei besonders auf den höheren Bändern, ggf. auch auf 6 m in CW und RTTY, vielleicht auch SSB, aktiv sein. Die Teilnahme am CQWW DX in RTTY ist vorgesehen. QSL via LoTW.

LA/DH0JAE wird etwa ab dem 10.9. bis 20.9. von IOTA EU-033 und IOTA EU-076, vielleicht sogar von IOTA EU-046 von 20 m

bis 15 m in CW und SSB aktiv sein. Auf der Rückreise Richtung Süden besucht Frank vielleicht auch noch andere norwegische Inselgruppen.

SV8/M1LCR/p funkt im Urlaub von Paxoi mit IOTA EU-052. Vom 2. bis 12.9. will er in SSB und RTTY von 80 m bis 6 m aktiv sein. QSLs soll es nur elektronisch geben.

Afrika: IK7WUL kann mit etwas Glück noch bis 31.8. als TY2AA, 5N4ATM oder 5V0DX in seiner freien Zeit auf 10 m in SSB erreicht werden. QSL via I8KHC oder über das LoTW. – DF2WO ist wieder in Rwanda und vom 1. bis 22.9. von Kigali unter 9X2AW aktiv. Er funkt von 160 m bis 10 m inklusive 60 m in CW, SSB und FT4. QSL via OQRS von M0OXO und über das LoTW.

Für DL2SBY liegt eine Ankündigung vor, im Zeitraum 28.9. bis 12.10. von S79 mit Schwerpunkt 50 MHz zu funken. QSL direkt oder über LoTW.

HA5AO aktiviert Uganda vom 29.9. bis 10.10. unter 5X2I. Er gibt an, von 80 m bis 6 m in CW, SSB und FT8 zu arbeiten. QSL via Heimatrufzeichen. Das LoTW wird nach sechs Monaten bedient.

DD0VR gab bekannt, vom 29.8. bis 29.9. die Inseln IOTA EU-037 (SM7), EU-020 (SM1), EU-044 und EU-076 (LA) zu besuchen und in CW und SSB aktiv zu sein.

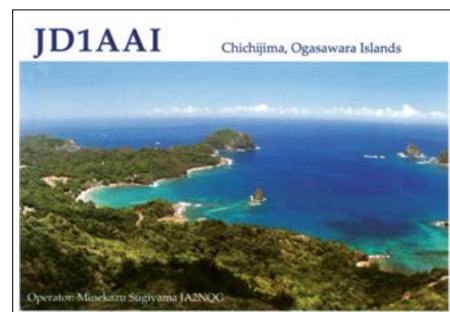
Amerika: OK1FCJ, OK2ZA, OK2ZC, OK6DJ und OM5ZW funken vom 12. bis 22.9. unter PJ7K von Sint Maarten, IOTA NA-105. Von 160 m bis 6 m ist Aktivität in den Sendarten CW, FT8, SSB und RTTY geplant. QSL via LoTW und über OK6DJ.

Vom 16. bis 28.9. aktiviert PJ2/HA3JB IOTA SA-099 von 80 m bis 6 m in CW, SSB und FT8. Außerdem beteiligt er sich am CQWW-DX-RTTY-Contest. QSL entweder über das OQRS von HA3JB oder auch direkt.

V4/K0YA und V4/W5RCX kann man vom 16. bis 28.9. gelegentlich während ihres Ferienaufenthaltes auf St. Kitts, IOTA NA-104, im V47JA-QTH in CW, SSB oder FT8 arbeiten. QSL via LoTW.

Das F5KOP-Team ist vom 15. bis 26.9. unter FP5KE von IOTA NA-032 aktiv. Man hat sich bei Rund-um-die-Uhr-Betrieb über 100 000 Funkverbindungen vorgenommen. Dabei soll der Schwerpunkt auf SSB, CW und RTTY liegen, ohne FT8 gänzlich auszuschließen. Die gesamte Kurzwelle wird mit bis zu acht Stationen bedient, es ist auch EME auf 2 m vorgesehen. QSL via F5GSJ und LoTW.

Asien: JQ3JUK/JD1 plant vom 27.9. bis 2.10. FT8-Betrieb von Chichijima mit IOTA AS-031



Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m	17 m
PY5XH 1825 0200	3B9SP 18077 1300
80 m	15 m
KP2M 3515 2300	T30TTT 21003 1300
40 m	12 m
ZL2GD 7010 0500	PJ2ND 24900 1730
30 m	10 m
VK2GR 10119 2130	TY5FR 28018 1500
20 m	
VK3EW 14044 0700	

auf Kurzwelle. QSL via LoTW oder direkt. – VE3LYC, VU2RS, VU24DX und VU3DXA planen als **AU2H** von Hope Island mit IOTA **AS-178** eine neue IOTA in die Luft zu bringen. Vom 27.9. bis 2.10. sollen drei Stationen in CW, SSB und FT8 (F/H) aktiv werden. Man bevorzugt QSL-Anforderung über OQRS auf Club Log. Außerdem vermittelt VE3LYC direkt.

Ozeanien: Noch bis zum 13.9. besteht die Möglichkeit, mit **VK2/SP9FIH** das DXCC Lord Howe mit IOTA **OC-004** in SSB oder FT4/FT8 ins Log zu bekommen. Gearbeitet wird ab 30 m aufwärts und die QSL bekommt man über OQRS auf Club Log und via LoTW (Direktanforderer werden sofort hochgeladen, Büroanforderungen müssen mehrere Monate warten).

JH2JGR ist vom 2. bis 7.9. unter **T88DZ** von Koror mit IOTA **OC-009** von 160 m bis 10 m in CW, SSB, RTTY, FT8, FT4 und MSK QRV. QSL via Heimatrufzeichen. Zu identischen Bedingungen wird JH2DFJ vom 2. bis 11.9. unter **T88DF** ebenfalls aktiv sein. Seine QSL gibt es via LoTW oder über OQRS auf Club Log.

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

23-cm-Beschränkungen in Europa

Auf der 67. Plenarsitzung des CEPT-Komitees für elektronische Kommunikation (ECC) vom 24. bis 27.3. wurde der ECC-Entscheidung (25)01 zugestimmt, die eine Beschränkung des Amateurfunk- und Amateurfunksatellitenbetriebs im 23-cm-Band (1258 MHz bis 1300 MHz) mit Wirkung ab 27.12.2025 vorsieht. Je nach nationalen Gegebenheiten kann dies voraussichtlich bis zu drei Jahre dauern. Der Vorsitzende der *WG FM* stellte den Entwurf der ECC-Entscheidung (25)01 zu Galileo und Schutzmaßnahmen im Frequenzbereich 1258 MHz bis 1300 MHz in den Anhängen 06 bis 026 vor, der von der *WG FM* zur Veröffentlichung durch die ECC gebilligt wurde. Insgesamt gaben 24 Verwaltungen an, diesen Beschluss umsetzen zu wollen, während eine Verwaltung ihre Absicht bekundete, ihn teilweise umzusetzen.

Das Team um DL7VEE mit DG2RON, DJ7TO, DJ9KH, DK5WL, DL1KWK, DL2RNS, DL4SVA, und DL7JOM ist vom 22.9. bis 6.10. von Chuuk mit IOTA **OC-011** aktiv. Man wird wieder mit mehreren Stationen unter **V6D** auf der gesamten KW in CW, SSB, FT8 und RTTY aktiv sein. QSL via LoTW, OQRS auf Club Log oder über DL4SVA. – **KH7AL/KH9** ist ab 6.9. wieder auf Wake Island, IOTA **OC-053**.

W3HNK silent key

Einer der bekanntesten und bedeutendsten QSL-Manager, Joseph L. Arcure Jr., W3HNK, ist am 20.7. mit 91 Jahren verstorben. Er vermittelte seit 1963 Karten zuverlässig für hunderte DX-Stationen.



QSL-Splitter

Durch das LoTW wurden bestätigt: C91LW (2008), HI3A, SV8/DL7DF und VK9CV. Über das Büro gingen ein: 3A2MG, 4Z5PF, 9A4W (EU-016), A8OK, E2A, EA8/DH8WR, SM3/DL2VFR (EU-176), TM24U (EU-094), R8XF/p, R11OR (EU-066), Z3B, Z30HQ und Z35W.

Deutschland erklärte, dass es entscheiden müsse, wie dieser Beschluss auf nationaler Ebene umgesetzt werden soll. Großbritannien teilte in der Sitzung mit, dass es Beschluss 1 (Zuweisung der Frequenzbänder für Galileo) umsetzen, die technischen Bedingungen für Amateurfunk und Amateurfunksatelliten in Beschluss 2 jedoch nicht anwenden werde. Die Schweiz (BAKOM) wird diesen Beschluss voraussichtlich umsetzen.

Die vollständige CEPT-ECC-Entscheidung (25)01 ist unter <https://docdb.cept.org/download/4782> verfügbar.

Anmerkungen: Mit diesem Entscheid haben wir 80 % unseres 23-cm-Satelliten-Uplink-Bereichs verloren, da mit 20 mW EIRP kein Satellitenbetrieb möglich ist. Zwischen 1260 MHz und 1262 MHz ist nur ein Betrieb über einen GEO-Satelliten möglich, möge das Future-GEO-Projekt der AMSAT-DL bald Früchte tragen.

Unsere UHF/SHF-Bänder stehen durch kommerzielle Kommunikationsanbieter mächtig unter Druck – das jüngste Beispiel von AST-Spacemobile hat es eindrücklich gezeigt. Wenn wir diesem Umstand nicht Rechnung tragen und früh genug handeln, werden wir weitere Bänder verlieren.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

AGCW-DL

Viele CW-Interessierte, Mitglieder, Freunde und Bekannte besuchten unseren AGCW-Stand auf der Ham Radio 2025. In das Gästebuch trugen sich insgesamt 152 Besucher ein. Es ergaben sich viele tolle Gespräche rund um das Thema CW. Wir konnten sogar zwölf neue Mitglieder und drei Wiedereinsteiger begrüßen.



Die Standbesetzung (v.l.n.r.): Joachim, DL1LAF; Frank, DJ3FR; Martin, OE3VBU; Susanne, DC4LV; Frank, DL2CC; Ingo, DJ2XY; Wolfgang, DF4XG
Foto: AGCW

Für alle CW-Begeisterten haben wir uns in diesem Jahr etwas Neues einfallen lassen: Mit einer Handtaste oder einer Squeeze-Taste konnten die gegebenen Morsezeichen mithilfe von Morserino, Notepad und Monitor nicht nur gehört, sondern auch direkt auf einem Bildschirm gelesen werden. Insbesondere war das Ziel dabei, CW-Interessierte gleich auf Tuchfühlung mit der Telegrafie zu bekommen. Aber auch bereits CW-Lernende konnten ihre Fragen zur CW-Praxis klären und weiteres Infomaterial zur CW-Ausbildung mitnehmen.

Handtaschenparty 40 m: 6.9., 1300 bis 1600 UTC
AGCW-UHF/VHF-Contest: 27.9., VHF 1400 bis 1700 UTC und UHF 1700 bis 1800 UTC

Ingo Lübberstedt, DJ2XY

Neues aus dem HSC

Der HSC Marathon 2025 ist in vollem Gang. Regelmäßig laden Funkamateure ihre aktuelle Punktzahl auf <https://hsc.dj1yfk.de> hoch. Wie erwartet liegen die „Contest-Freaks“ im oberen Bereich der Tabelle. Aber auch auf den unteren Rängen brodelt der Kampf um die Platzierungen. – Der HSC-Rundspruch musste aus technischen Gründen in den letzten Monaten ausfallen. Ab Oktober wird er wieder jeden ersten Samstag im Monat zur gewohnten Zeit auf 7036,6 kHz von DK0HSC ausgestrahlt.

Link des Monats: Wer die Empfangsverhältnisse an ausgewählten Standorten der Erde erkunden möchte, wird die folgende URL nützlich finden: <http://kiwisdr.com/public>

KW-CW-Conteste (Auswahl) im September:
CWOPs CW Open Competition: 6.9., 0000 ... 2359 UTC

QSO Party 75 Jahr DARC: 21.9., 0600 ... 1900 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org
Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Umstellung des D-STAR-Reflektors bei HB9HD auf REF098

Mitte Juli wechselte der von Karl Künzli, HB9DSE, betriebene Repeater HB9HD mit Unterstützung von Timm Schneider, OE5STM, auf einen neuen Reflektor unter <http://ref098.dstargateway.org>.

HB9HD-C nutzt nun die Icom-Gateway-Software 3.2. Der Repeater ist jetzt auf REF098, Modul A, mit HB9AW, Modul B und C, verbunden. Bisher war HB9HD mittels *ircddb* und Pi-STAR am Reflektor XLX229D angeschlossen. Die Umstellung führte zu einigen Diskussionen in der Schweiz, denn die universellen XLX-Reflektoren hatten sich dort etabliert. Viele Repeater-Sysops nutzen die Pi-STAR-Software sowie *ircddb* zur einfachen Vernetzung und um auf einen eigenen Linux-PC zugunsten eines Raspberry Pi verzichten zu können. Auch lässt sich mit XLX eine Verbindung zu allen anderen Reflektoren wie REF, XRF, DCS und XLX herstellen. Eine Verbindung von einem Repeater der Gateway 3.2 nutzt, z.B. im REF- oder DCS-System, zum XLX-System gelingt leider nicht. Das ist ein Nachteil, wird aber durch die bessere Unterstützung der Icom-Geräte ausgeglichen. Die Betriebssicherheit und die Qualität erhöhen sich laut Benutzer mit der Gateway-3.2-Software von Icom erheblich.

Bei den XLX-Reflektoren und *ircddb* wiederum ist keine Registrierung erforderlich. Problematisch ist aber, wenn man sich über *Call-sign-Routing* (rufzeichenbasierte Weiterleitung) aus dem XLX-Reflektor-Verbund mit einer Station im REF-Verbund mit Gateway 3.2 verbinden will. Das funktioniert nicht, ist aber innerhalb von *ircddb* und im XLX-Verbund weiterhin möglich.

Bei vielen Repeatern, die in einem Reflektor wie XLX verbunden sind, sind oft nicht die wichtigen Icom-Ports in der Firewall geöffnet. So ist keine direkte Verbindung über den Terminal-Modus oder das Callsign-Routing möglich.

Es gibt also viele Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme. Früher hatte ich hier oft darüber berichtet und diskutiert. Irgendwann entschied ich, für meine Repeater auf einen preiswerten Raspberry Pi, ein fertiges Pi-STAR-Image und *ircddb* zu setzen. Mit dieser Lösung ist eine Verbindung in alle Reflektornetze möglich. Für einen Sysop ist die Pi-STAR-Oberfläche in einem Webbrowser zur Diagnose der Benutzer einfach, hilfreich und sehr angenehm.

Der Standort von HB9HD (JN47ML) befindet sich in der Oberheid in Braunau (Kanton Thurgau, Schweiz). Die Website <https://hb9hd.dstargateway.org> sowie die Registerseite <https://hb9hd.dstargateway.org/Dstar> sollen in Kürze erreichbar sein.

Jochen Berns, DL1YBL, Tnx Info Timm Schneider, OE5STM

■ DB0NDR nun mit DMR-Repeater und LoRa-APRS-iGate

Wie die NDR-Betriebssportgemeinschaft Amateurfunk berichtete, ist die Relaisfunkstelle DB0NDR am Standort des NDR-Hörfunks in Hamburg-Rotherbaum erweitert worden.

Neben dem D-STAR-Repeater und POCSAG/DAPNET-Sender wurde nun noch ein DMR-Repeater im Brandmeister-Netz auf 439,2250/431,6250 MHz in Betrieb genommen. Der Repeater in der Stadtmitte Hamburgs befindet sich im Verbund *Regio TG 8* mit den Hamburger Repeatern DB0FS (NDR-TV im Nordwesten) und DB0ZE (NDR-Sendemast Hamburg-Moorfleet im Südosten). Damit wird das gesamte Stadtgebiet nun komfortabel mit drei DMR-Brandmeister-Repeatern der NDR-BSG Amateurfunk abgedeckt. Ein LoRa-APRS-iGate (ausschließlich für Empfang) ist ebenfalls aktiviert worden. Weitere Dienste befinden sich am Standort Rotherbaum in Planung.



Antenne des DMR-Repeater DB0NDR in Hamburg (Pfeil)

Foto: NDR-BSG Amateurfunk

In Betrieb sind zurzeit:

- DMR, BM-ID 262 166 auf 439,2250/431,6250 MHz im Regio-TG-8-Verbund mit DB0FS und DB0ZE (extern via Gesprächsgruppe 26 221)

- D-STAR-Repeater (Standardreflektor XLX 555, Modul B): 439,4875/431,8875 MHz; es werden alle üblichen Reflektorprotokolle unterstützt (REF, XRF, DCS und XLX).

- POCSAG-Funkruf (DAPNET)

- LoRa-APRS-Empfänger (DB0NDR-15)

Weitere geplante Repeater/Dienste sind:

- APRS 144,800 MHz

- WinLink (VARA FM): 439,8250/430,4250 MHz

Alle Funkfreunde, die DMR und D-STAR in Hamburg nutzen möchten, sollten die Website der NDR-Betriebssportgemeinschaft Amateurfunk www.afundr.de besuchen. Hier gibt es ausführliche Informationen zu den einzelnen Standorten, den genutzten lokalen DMR-Gesprächsgruppen und vieles mehr.

Tnx Info Peter Kaminski, DL9DAK

■ MMDVM-M17-Protokollstreit: Kontroverse im Amateurfunk

Auf der diesjährigen Ham Radio war auf Einladung von Jann Traschewski, DG8NGN, das M17-Projektteam um Wojciech Kaczmarski, SP5WWP, zum ersten Mal vertreten. Zwei

Schlüsselprojekte standen dabei im Mittelpunkt der Kontroverse: das Multimode-Digital-Voice-Modem (MMDVM) und das M17-Protokoll mit eigenen Geräten. Doch die jüngste Entscheidung hat die Gemeinschaft in Aufruhr versetzt und wirft Fragen über die Zukunft offener Standards auf.

MMDVM und M17

Das MMDVM-Projekt, vor allem mit Pi-STAR, entwickelt von Jonathan Naylor, G4KLX, ist das Rückgrat vieler digitaler Hotspots und Repeater. Es ermöglicht Funkamateuren, über Raspberry-Pi-basierte Geräte eine Vielzahl digitaler Modi wie D-STAR, DMR, P25, NXDN und Yaesu C4FM Fusion zu nutzen. MMDVM ist somit ein entscheidendes Gateway für den Zugang zu globalen digitalen Netzwerken. Das M17-Projekt, initiiert von Wojciech Kaczmarski, SP5WWP, ist ein jüngerer, vollständig quelloffenes Digital-Voice- und Datenprotokoll. Sein erklärtes Ziel ist es, eine nicht-proprietäre Alternative zu kommerziellen Systemen zu bieten, mit Fokus auf Flexibilität, Leistung und Gemeinschaftsbeteiligung. M17 nutzt 4FSK-Modulation und den quelloffenen Codec 2, der für seine Effizienz und gute Audioqualität bekannt ist. Es verzichtet auf zentrale Benutzer-ID-Datenbanken durch Übertragung von Rufzeichen wie bei D-STAR und bietet Funktionen wie Textnachrichten sowie GNSS-Positionsdaten.

Kern des Konflikts

Am 12. Juli 2025 kündigte Jonathan Naylor an, die M17-Unterstützung aus dem MMDVM-Projekt zu entfernen [1]. Diese Entscheidung hat weitreichende Folgen, da viele MMDVM-basierte Hotspots und Repeater, die automatische Software-Updates erhalten, ihre M17-Funktionalität verlieren. Die M17-Foundation reagierte darauf mit einer detaillierten Erwiderung [2].

Kritikpunkte laut G4KLX

Naylors Begründung für die Entfernung von M17 war vielschichtig und umfasste sowohl administrative als auch technische Bedenken. Administrativ kritisierte er die M17-Foundation wegen angeblicher Intransparenz bei der Verwendung von ARDC-Fördergeldern, dem Ausschluss langjähriger Unterstützer und mangelnder Anerkennung für Mitwirkende. Er behauptete, die Beiträge von Connect Systems Inc. (CSI), dem einzigen kommerziellen Anbieter von M17-Funkgeräten, seien herabgewürdigt worden und verbreitete Gerüchte über geplante Lizenzgebühren für die kommerzielle Nutzung des M17-Protokolls und des Logos.

Jonathan Naylor bezeichnete das M17-Team zudem als arrogant und dumm und behauptete, sie hätten seine Software als unwichtig abgetan. Technisch bemängelte Naylor das M17-Design als zu stark auf perfekten Empfang ausgelegt, ähnlich einem Paketfunksystem. Er kritisierte die ursprünglichen Synchronisationsmuster als unzureichend und den *End-of-Message*-Indikator als außergewöhnlich schwach. Auch das Netzwerkprotokoll und

die Klangqualität des Codec 2 wurden von ihm als mangelhaft bezeichnet. Zudem äußerte er Bedenken hinsichtlich der Implementierung der Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC) und der optionalen starken Verschlüsselung, die seiner Meinung nach gegen Vorschriften verstoße. Allerdings lässt sich auch bei DMR und NXDN eine Verschlüsselung einschalten, die wie bei M17 optional ist.

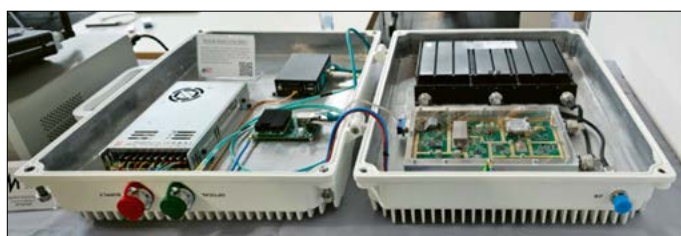
Erwiderung der M17-Foundation

Die M17-Foundation wies die Vorwürfe entschieden zurück [2]. Administrativ legte sie dar, dass die ARDC-Fördergelder ordnungsgemäß abgerechnet und geprüft wurden. Sie betonte, dass man keine Github-Historien und öffentlichen Beiträge entferne und Anerkennung stets gewährt werde. Die Kritik an CSI wurde als persönliche Meinung Kaczmarskis über die Preisgestaltung relativiert, wobei die Qualität der CSI-Hardware stets anerkannt werde. Gerüchte über Lizenzgebühren dementierte man kategorisch. Die Registrierung des Logos diene lediglich dem Schutz vor Missbrauch.

Kaczmarski widerlegte Naylor's Äußerung mangelnder Erfahrung mit digitalem Sprachfunk durch seine eigene Historie mit TETRA, DMR und NXDN. Die Behauptung, dessen Software sei „unwichtig“ genannt worden, wies er als unbegründet zurück, da MMDVM-Unterstützung für M17 als kritisches, wichtiges Element anerkannt werde.

Technisch verteidigte die M17-Foundation ihr Protokoll mit Verweis auf die offizielle Spezifikation. Sie erklärte, dass M17-FEC-Schemata zur Fehlertoleranz verwendet werden und die Synchronisationsmuster auf Barker-Codes basieren, die eine Null-Kreuzkorrelation garantieren. Der *End-of-Transmission*

**Repeater-in-a-box
am Stand der
M17-Foundation
auf der Ham Radio
Foto: DL1YBL**



Indikator werde durch zwei unabhängige Mechanismen signalisiert. Das Netzwerkprotokoll sei noch in Entwicklung. Die Klangqualität von Codec 2 sei subjektiv und mit neuronalen Netzwerk-Decodern exzellent. Die FEC-Implementierung basiere auf NXDN mit optimalen Polynomen. Hinsichtlich der Verschlüsselung wurde klargestellt, dass diese optional sei, wie bei anderen digitalen Modi, und die Foundation illegale Nutzung verurteile. Es wurde vermutet, Naylor verwechsle Verschlüsselung mit digitaler Authentifizierung, die im Amateurfunk legal ist.

Auswirkungen auf die Gemeinschaft

Die Entfernung von M17 aus MMDVM hat die Funktionalität vieler Hotspots und Repeater beeinträchtigt, da automatische Updates die M17-Unterstützung deaktivierten. Dies betraf Hunderte, wenn nicht Tausende von Nutzern – oft ohne Vorwarnung.

Die Gemeinschaft befürchtet einen abschreckenden Effekt auf Open-Source-Projekte im Amateurfunk, da die Abhängigkeit von einem einzelnen Entwickler die Akzeptanz eines Protokolls gefährden kann.

Als Reaktion darauf haben sich Teile der M17-Nutzer bereits organisiert, um alternative Wege zur Konnektivität zu finden, darunter ein *WPSD-M17 Community Fork*. Dies

zeigt die Widerstandsfähigkeit der Open-Source-Gemeinschaft, unterstreicht aber auch die Notwendigkeit für Projekte, ihre Akzeptanzstrategien zu diversifizieren und nicht von einer einzigen Plattform abhängig zu sein.

Fazit

Der MMDVM-M17-Streit ist ein komplexes Zusammenspiel aus technischen Meinungsverschiedenheiten, administrativen Bedenken und persönlichen Differenzen. Er verdeutlicht die Herausforderungen in Open-Source-Systemen, wo die Integration in etablierte Plattformen und die Einhaltung von Gemeinschaftsnormen ebenso entscheidend sein können wie die reinen technischen Spezifikationen eines Protokolls. Für die Zukunft des Amateurfunks und seiner digitalen Entwicklung ist es entscheidend, aus diesem Konflikt zu lernen, um Innovation zu fördern und gleichzeitig Stabilität und Vertrauen in offene Standards zu gewährleisten.

Im Download-Bereich auf www.funkamateure.de sind weitere Informationen zum Thema M17 zu finden. **Jochen Berns, DL1YBL**

Literatur

- [1] <https://groups.io/g/OpenDV/message/2311>
- [2] <https://m17foundation.org/2025/07/15/m17-foundation-rebuttal-to-jonathan-naylor-g4klx-statements-regarding-m17>

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ 24. QRP- und Selbstbautreffen in Thüringen

Am Samstag, dem 21.6.2025, trafen sich in Serba die Freunde von QRP und Selbstbau zum diesjährigen Thüringer QRP- und Selbstbautreffen. Schon am Vorabend versammelten sich die von weiter her Angereisten mit einigen Jenauer Funkamateuren zu einem geselligen Beisammensein. Es gab verschiedene Gesprächsrunden und man gedachte des im letzten Jahr verstorbenen langjährigen Organisators des Treffens, Helmut Seifert, DL2AVH.

Für den Samstag waren Vorträge geplant, die ein breites Spektrum an Themen abdeckten und sowohl technische als auch persönliche Einblicke boten. Thomas Herrmann, DL1AMQ, eröffnete die Vortragsreihe mit Episoden über Helmut, DL2AVH. Beide waren viele Jahre quasi Nachbarn, Arbeitskollegen und gute Freunde. Auch Funkgeräte, die Helmut entwickelt und aufgebaut hatte und die von Thomas

getestet wurden und mit denen er gearbeitet hat, wurden im Bild und Original vorgestellt. Dies gab den Teilnehmern einen persönlichen Einblick in Helmut's Lebenswerk und seine Leidenschaft für den Amateurfunk.

Andreas Lindenau, DL4JAL, skizzierte den Entwicklungsweg des KW-Transceivers BM10, bei dem der Bandwechsel, wie beim Norcal Sierra, mit Steckmodulen erfolgt und der im FA 3/25 vorgestellt worden war. Besonders interessant war die detaillierte Erläuterung mancher Schaltungsdetails, die für die Zuhörer auf den ersten Blick nicht erkennbar waren, aber entscheidend für die Funktionalität des Gerätes sind. Im Anschluss zeigte Peter Solf, DK1HE, seinen 145-MHz-Mastvorverstärker mit rauschermem, großsignalfesten MMIC PGA-103 sowie das zugehörige Steuergerät. Der Verstärker mit Gehäuse als auch die Platinen waren ein anschauliches Beispiel für einen HF-mäßig sauberen Aufbau.

Im Vortrag von Ludwig Niebel, DH8WN, erfuhr die Zuhörer am Beispiel des QMX, wie moderne Digitaltransceiver aufgebaut sind und die Vielzahl der Baugruppen und Bauelemente herkömmlicher Transceiver durch den Einsatz moderner Digitaltechnik substituiert werden kann. Dies eröffnete den Teilnehmern neue

Perspektiven und Verständnis für die Entwicklung und den Bau von Funkgeräten.

Ulli Hänert, DC1UH, präsentierte eine einfache, aber interessante Abstimmsteuerung für seine Magnetic Loop, während Andreas Auerswald, DL5CN, auf die Suche und Beseitigung von HF-Störungen nicht nur im Shack, sondern auch im Haushalt einging. Dabei wurden eine Vielzahl von Störquellen identifiziert, die man gar nicht in Erwägung zog. Auch diesmal durfte die traditionelle Fuchsjagd, die Peter Hanzl, DL1OHS, organisierte, nicht fehlen. Die 38 Teilnehmer wurden während des gesamten Treffens hervorragend von der Wirtsfamilie des Gasthauses *Zu den grauen Ziegenböcken* versorgt. Die Kombination aus gutem Essen, anregenden Gesprächen und informativen Vorträgen trug dazu bei, dass das Treffen ein voller Erfolg wurde.

Abschließend wurde bereits über ein weiteres Treffen im Juni nächsten Jahres nachgedacht, was die positive Resonanz und das Interesse der Teilnehmer widerspiegelte. Solche Veranstaltungen sind nicht nur eine Plattform für den Austausch von Wissen, sondern auch eine Gelegenheit, die Gemeinschaft der Funkamateure zu stärken und neue Freundschaften zu schließen. **Gero Schusser, DL4ALJ**

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Sporadic E von England nach Israel auf 144 MHz

Aus der Sporadic-E-Saison 2025 wird für die Freunde des 2-m-Bandes vor allem die große Zahl von außerordentlich weiten DX-QSOs in Erinnerung bleiben. Neben dem 3.6., als Verbindungen aus Spanien über 4000 km bis weit nach Russland liefen, mag auch der 13.7. als besonderer Tag gelten. An diesem Nachmittag konnte aus Deutschland bis nach Israel, dem Libanon und nach Zypern gearbeitet werden. Und nicht etwa – wie so oft – überwiegend aus Süddeutschland, sondern auch aus dem Westen der Republik.

Doch nicht nur DL-Stationen kamen zu Funkverbindungen. Als einer der Ersten realisierte John, G4SWX, dass sich etwas entwickelte. An seinem Standort in JO02RF direkt an der Nordsee befindet er sich virtuell fast in den Niederlanden, was sich auf die erzielbaren Reichweiten recht positiv auswirkt. John sah Indizien, dass sich neben einer „normalen“ Sporadic-E Richtung Südosten auch eine Chordal-Aus-



Nur mit einer Vertikalantenne hat 4X1GA in KM71MV eine sehr beachtliche Empfangsbilanz. Screenshot: DF2ZC, PSK-Reporter.info

breitung aufbaute: eine Ausbreitung, bei der bei einer großflächigen E_s-Wolke die Funkwellen innerhalb der Wolke weitergeführt oder bei zwei nebeneinander liegenden E_s-Wolken von der einen zur anderen Wolke reflektiert werden, bevor es zurück zur Erde geht. Damit einhergehen entsprechende Reichweitenerhöhungen über den theoretisch maximalen Wert von rund 2300 km bei einem einzigen Sprung hinaus, siehe FA 8/25, S. 666.

John begann also, auf 144,174 MHz in FT8 CQ zu rufen. Aus dem Sammelsurium verschiedener Signale tauchte dann um 1247 UTC plötzlich 4X5CD in KM72OC auf, das QSO über 3520 km war schnell geloggt. Anfangs dachte John noch, jemand würde ihn auf den Arm nehmen, denn sonst kam zu dem Zeitpunkt niemand aus mehr als 900 km durch. Doch es

war real, und nach fast 50 Jahren des Wartens war endlich das erste Mal Israel über terrestrische Ausbreitung gearbeitet. Diese Station war noch fast eine Stunde lang durchgehend zu empfangen. Nach 4X5CD glückten um 1255 UTC noch Kontakte mit 4X5IB (ex 4X/OM2IB) aus KM72JC und um 1259 UTC mit



MUF-Verteilung über Mitteleuropa am 13.7., 1340 UTC: Man erkennt zwei gleichzeitige, etwa 300 km von einander entfernte E_s-Zonen über Südosteuropa. Screenshot: www.LiveMUF.org

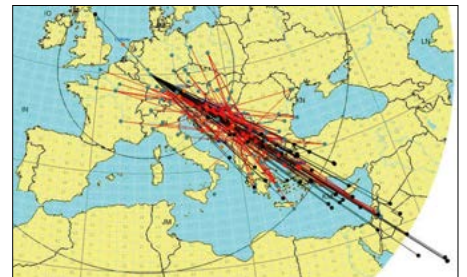
4X5LA (KM72MC), 3494 km bzw. 3510 km Entfernung. Doch das sollte es noch nicht gewesen sein. Um 1311 UTC gab es die nächste Überraschung: Zypern! 5B4AIF (KM65MA) wurde über 3144 km erreicht. Während man bei Israel wusste, dass dort Stationen auf 2 m in FT8 aktiv waren, war es hier doch eine wirkliche Überraschung. Nicht jedoch, dass es bei G4SWX ebenfalls das erste Mal terrestrische Ausbreitung nach Zypern gab.

Im Nachgang erhielt John noch eine E-Mail von 4X1GA in KM71MV. Arkady berichtete, dass er Johns Signal mit nur einer Diamond-X-200-Vertikalantenne und einem SDR-Dongle decodiert hatte. Unfassbar! Im Verlaufe der Öffnung empfing G4SWX auch noch TA4ACZ aus dem Feld KM66, doch leider reichte es nicht für ein QSO. Darüber hinaus kam eine ganze Reihe SV-, E3- und I-Stationen durch, doch John suchte gezielt nach neuen DXCCs und Feldern. Obwohl er besonders auf OD5 achtete und auch dort Sporadic-E-Condx herrschten, kam nicht ein einziges Mal eine Station aus dem Libanon durch. Der Skip ging in eine andere Richtung, etwa nach Süddeutschland zu DK5EW (JN48MB).

Während der gesamten Öffnung über hatte G4SWX wieder einmal mit einer richtiggehenden Belästigung – so schreibt er – durch PD-, PE- und DL-Stationen zu kämpfen, die ihn trotz seines „CQ DX“ ununterbrochen anriefen. „CQ DX“ bedeutet auf 144 MHz, dass man QSO-Partner aus Entfernungen von mindestens 600 km bis 700 km sucht, nicht aus 200 km oder gar dem Nachbarfeld. Das scheint nicht mehr allgemein bekannt zu sein.

Mit seinen rund 3500 km war G4SWX für manche 4X-Stationen allerdings noch nicht das Ende der Fahnenstange. Wer angesichts der etwa 3500 km schon beeindruckt war, der mag angesichts des Funkkontakts von G0GXT (IO82RL) noch erstaunter sein: Seine Verbindung mit 4X5IB lief um 1307 UTC über eine Distanz von sagenhaften 3782 km. G4SWX arbeitet mit Elecraft K3, Transverter und 1 kW an vier 6WL-X-pols in 18 m Höhe.

Fast schon bescheiden wirken dagegen DX-QSOs von DL-Stationen. Obwohl es auch hier durchaus außergewöhnlich ist, dass man auf 2 m nach 4X arbeiten kann. Ähnlich wie G4SWX konnte DF2ZC (JO30RN) auch erst nicht glauben, dass sein MSHV tatsächlich israelische Stationen decodierte. Nach ähnlich vielen Jahrzehnten wie bei John kam auch hier um 1303 UTC mit 4X5IB endlich das erste Mal das Land über terrestrische Ausbreitung ins Log. Zu Jan in Tel Aviv sind es 3040 km. Bernd rief nun ab und an CQ DX, doch die meiste Zeit suchte er im Gewühl von LZ-, Z31- und SV-Stationen nach weiteren 4X und vor allem OD5. Letztere wären ein neues DXCC gewe-



LiveMUF-Auswertung um 1342 UTC für den Standort JO30RN: Rote Linien sind tatsächliche QSOs, schwarze Linien sind theoretisch mögliche Funkkanäle der letzten 2 h.

sen, Israel ist via Mond schon lange im Log. Tatsächlich klappte es um 1315 UTC auch noch mit 4X5CD (KM72OC), 3066 km. Immer wieder kam auch 5B4AIF durch, doch im Fading konnte das QSO nicht abgeschlossen werden. Bis dann um 1328 UTC die Ionisierung doch lange genug durchhielt und alle Daten ausgetauscht werden konnten. Wenig überraschend war es neben 4X auch bei 5B4 das erste Mal, dass das DXCC terrestrisch erreicht wurde. Genauso wie bei G4SWX wurde jedoch kein einziges Mal jemand aus OD5 auf dem Bildschirm angezeigt.

Eine weitere Gemeinsamkeit war, dass zur gleichen Zeit wie bei G4SWX – 1315 UTC – auch in JO30RN der Text A6/SD 4X5CD KM72 decodiert wurde. Anscheinend war in Israel zur gleichen Zeit 2 m auch in die Vereinigten Emirate offen. Nach Ende der Öffnung erfuhr auch Bernd, dass sein Signal von 4X1GA an seiner Vertikal empfangen worden war. DF2ZC funkt mit einem Kenwood TS-2000, LDMOS-PA und vier 18-Element-M2-Antennen mit 21 dBd in 18 m Höhe.

Auch Alex, DL1KDA, in Schmidt in der Nordeifel (JO30FQ) gehörte zu den Glücklichen, die an diesem Nachmittag Israel als gearbeitet abhaken durften. Die Öffnung begann bei ihm gegen 1252 UTC mit Signalen aus SV2, SV6 und SV9. In seiner Funknachbarschaft riefen da schon manche nach 4X-Stationen, doch in Schmidt kam noch nichts an. Schließlich tauchten auch bei ihm im Empfänger 17 min lang 4X5CD, 4Z5LA und 4X5IB auf, zwischen 1308 und 1325 UTC. Doch stets war die Ionisierung auf dem Ausbreitungspfad nicht lange genug stabil. Immer wieder verschwand das Signal der Gegenstation im Rauschen, nur, um Minuten später wieder mit neuem

QSO-Partner erneut hochzukommen. Hartnäckigkeit zahlt sich aber aus, denn um 1441 UTC hielt der Ausbreitungskanal schließlich lange genug an, sodass das QSO mit 4X5IB (3107 km) komplettiert werden konnte. Endlich 4X! 5B4AIF war schon knappe 1,5 h früher gearbeitet worden.

130215	TX		4X5IB	DF2ZC	-07
130230	0	0.6	DF2ZC	4X5IB	R+06
130245	TX		4X5IB	DF2ZC	RRR
130300	-9	0.3	DF2ZC	4X5IB	RR73
130315	TX		4X5IB	DF2ZC	73

Endlich Israel über terrestrische Ausbreitung! Die Sekunden bis zum erlösenden RR73 für DF2ZC fühlten sich wie eine Ewigkeit an.

Screenshot: DF2ZC

Auch Alex Suche nach OD5 verlief leider erfolglos. An der Stationsausrüstung in JO30FQ dürfte das eher nicht gelegen haben: DL1KDA ist mit vier 9-Element-Kreuzagis und EME-optimierter Station aktiv. Auch er wurde von 4X1GA gemeldet. Interessant am Rande ist, dass Alex immer wieder beobachtet, wie sich die Polarisationen der ankommenden Funkwellen während der Öffnungen ständig verändern und manchmal sogar 100 % vertikal verlaufen. Hier haben Stationen, die wie er beide Polarisierungen parallel empfangen können, einen großen Vorteil.

70. UKW-Tagung Weinheim vom 12. bis 14. 9.

Die UKW-Tagung feiert dieses Jahr ihren 70. Geburtstag. Schon seit 1956 wird dieses traditionelle Treffen für alle, die sich für Funktechnik und Elektronik interessieren, durchgeführt. Wenngleich der Fokus auf den Bändern oberhalb 50 MHz liegt, sind alle Amateurfunkthemen vertreten. Veranstaltungsort ist die Dietrich-Bonhoeffer-Schule, Multring 76-78, 69469 Weinheim. Auf dem parallel zu den Vorträgen durchgeführten Ham-Markt findet man mitunter Schnäppchen – wenn man denn früh genug vor Ort ist. Weitere Informationen finden Sie auf S. 752 bzw. www.ukw-tagung.org

US-Unternehmen AST Spacemobile funkt im 70-cm-Band

Die US-amerikanische Firma AST Spacemobile (<https://ast-science.com>) will mit Basisstationen im Weltraum die terrestrischen Mobilfunknetze ergänzen oder ersetzen. Die entsprechenden Satelliten sollen dabei direkt mit gebräuchlichen Handys kommunizieren. Das alles ist ein durchaus interessanter Ansatz und für den Amateurfunk irrelevant, würde man nicht separate Funkkanäle für die Überwachung und Steuerung der Satelliten benötigen. Denn hierfür will Spacemobile unter anderem Frequenzen im 70-cm-Band benutzen. Bisher wurden von dem System sechs Kanäle mit einer Bandbreite von jeweils ± 25 kHz um die Mittenfrequenzen 430,5 MHz, 432,3 MHz, 434,1 MHz, 435,9 MHz, 437,5 MHz und 439,5 MHz genutzt. Die entsprechende Kommunikation findet mit über die Erde verteilten Erdfunkstellen statt. Aktuell ist in Europa in Bulgarien eine solche Station in Betrieb. Nun könnte man annehmen, dass es ja

nur in der Nähe dieser Stationen zu Störungen käme, doch wenn der Satellit zur Erdstation funkt, deckt er natürlich ganz Europa mit ab. Was zu entsprechenden Störungen führen dürfte.

Eine solche Nutzung des 70-cm-Bandes widerspricht den in den *Radio Regulations* der ITU (VO Funk) niedergelegten Vereinbarungen der Mitgliedsländer, an die auch die USA gebunden sind. Allerdings bezieht sich die amerikanische Fernmeldeverwaltung FCC bei der Genehmigung auf einen Passus, nach dem dies dann zulässig ist, wenn das bei den zugewiesenen Funkdiensten nicht zu Störungen führt.

Nun sind im ersten Schritt nur sechs Satelliten im All positioniert worden. Wenn jedoch die Zielgröße mit etwa 250 Satelliten erreicht ist, herrschen ganz andere Verhältnisse. Eine entsprechende Anhörungsfrist der FCC ist Ende Juli ausgelaufen. Hier wurden über 2500 Kommentierungen abgegeben, auch von Amateurfunkverbänden und einzelnen Funkamateuren. Auch der DARC hat über den *Runden Tisch Amateurfunk* bereits Mitte Juni die BNetzA für die Situation sensibilisiert und um Unterstützung gebeten.

Zusammengefasst gilt weiterhin der bisherige Status: Die Nutzungsrechte des Amateurfunks für das 70-cm-Band werden nicht angetastet. Kommt es zu Störungen des Satellitensystems durch Amateurfunkausstrahlungen, so muss Spacemobile diese hinnehmen. Werden Amateurfunkanwendungen durch das Satellitensystem gestört, so muss Spacemobile die Ursachen dafür beseitigen. Deshalb ist es wichtig, dass Funkamateure etwaige Störungen detailliert dokumentieren und zeitnah eine entsprechende Störungsmeldung an die BNetzA abgeben.

Julicontest bei DL4M

Trotz knapper Personallage machten sich die Mitglieder der Contestgruppe DL4M, bestehend aus UKW-Spezialisten der Ortsverbände N13 (Münster) und N29 (Lüdinghausen), auf zu ihrem Standort in den Baumbergen (JO31QX) bei Münster. Denn nach dem erfolgreichen Mikrowellenwettbewerb im Juni sollte der dritte Platz im Contestpokal 2025 abgesichert werden.

Vorläufige Ergebnisse Contestpokal 2025

Platz	Rufzeichen	DOK	Punkte
1.	DK0NA	B23	5513
2.	DM5D	Y43	4093
3.	DL4M	N13	3549
4.	DF0YY	D26	3004
5.	DF0MU	Z95	2978
6.	DR2Q	X06	2603

Stand nach 3 von 7 Wettbewerben

Der Wetterbericht verhieß nichts Gutes hinsichtlich der Ausbreitungsbedingungen, trotzdem wurde das komplette „Contestbesteck“ aufgebaut. Bei den insbesondere am Samstag anfangs wirklich durchwachsenen Bedingungen gelangen am Ende trotzdem über 320 QSOs auf 2 m und auf 70 cm auch immer noch über 130 Funkkontakte.

Ergebnisse Julicontest 2025 DL4M

Band	Punkte	QSOs
144 MHz	76 181	321
432 MHz	30 515	133
1296 MHz	12 624	56
2320 MHz	3 100	17
3400 MHz	2 791	14
5760 MHz	1 108	7
10 368 MHz	317	5

Etwas enttäuschend war das Ergebnis auf 10 GHz, aber zahlreiche sonst „sichere“ QSO-Partner im Umkreis hatten im Vorfeld des Contests ihre Teilnahme abgesagt, schließlich fällt der Juli-Contest schon in die Ferienzeit. Aber per Laser (Sektion > 300 GHz) wurden am Sonntagvormittag sogar noch zwei QSOs geloggt.

6 m/4 m im Juli 2025

Das coronale Loch #63 und die diversen M-Flares in der Zeit vom 10. bis zum 12. 7. des Jahres zeigten auch auf dem Magic-Band Wirkung. Am 14. 7. waren neben den üblich Verdächtigen aus Nordamerika in den Digimodes auch VO1SIX (GN37) und VO1FOG (GN37) in SSB zur Stelle.

Am 16. 7. konnte man das *Who's who* von den Färöerinseln auf 6 m abhaken. OY9JD (IP62), OY1R (IP61) und sogar Caen, OY1CT (IP62), der sich sonst eher auf den KW-Bändern tummelt, war in CW zur Stelle. HV0A war nur im Digimode zu arbeiten, und mittendrin tauchten in CW und SSB auch nordamerikanische Stationen auf, so u. a. K2GV (FN30), KD4AA (FM17), KC1KUG (FN43), WW1L (FN54). Zum Monatsende konnte man per Digifunk XW4KV (OK18) auf 50 MHz arbeiten, der aber auch bei ausreichender Feldstärke auf SSB umschaltete. Im Vorfeld der Perseiden verteilte LA/SP7VC auf 4 m in MSK-Meteor-scatter das seltene Mittelfeld KQ10, während OY1OF in FT8 zu arbeiten war.

Ausblick September

IARU-Region-1-VHF-Contest: 6. 9., 1400 UTC bis 7. 9., 1400 UTC

VHF/UHF-CW-Wettbewerb der AGCW: 27. 9., 1400 bis 1700 UTC auf 144 MHz, 1700 bis 1800 UTC auf 70 cm siehe: www.agcw.de/contest/vhf-uhf

Yuri, UT1FG, ist am 20. 8. wieder an Bord der *Brant* gegangen. Sein Equipment ist allerdings noch nicht auf dem Schiff. Über kurz oder lang wird er aber wieder mit 250 W Sendeleistung an einer 7-Element-Yagi-Antenne aktiv sein. Daneben gibt es Funkbetrieb via Satellit und auf 50 MHz. Bitte achten Sie auf *Aktuelle Nachrichten* auf www.funkamateure.de

FA-Topliste 2/25

Der Einsendeschluss für die nächste UKW-Topliste ist der 4. 10. 2025. Bitte melden Sie die Anzahl der auf den Bändern oberhalb 30 MHz gearbeiteten Mittelfelder, DXCC-Gebiete mit dem jeweiligen ODX an die Adresse des Sachbearbeiters, DL7YS (dl7yspeter@posteo.de).



DL-QTC

■ 70 Jahre UKW-Tagung



Vom 12.9. bis 14.9. feiert die *UKW-Tagung* in Weinheim ihre 70. Auflage. Was 1956 in kleinem Kreis begann, hat sich zu einer der bedeutendsten Veranstaltungen im Bereich der Funktechnik im deutschsprachigen Raum entwickelt. Herzstück der Tagung ist das Vortragsprogramm, das am Samstag, dem 13.9., in Räumen der Dietrich-Bonhoeffer-Schule (Multring 76–78, 69469 Weinheim) stattfindet. Über 30 Fachvorträge sind geplant und werden in vier parallelen Vortragsreihen angeboten.

Die thematische Vielfalt reicht dabei von klassischem Amateurfunk über moderne Sendarten wie WSPR und JS8, Erde-Mond-Erde (EME)- sowie Erde-Venus-Erde-Kommunikation, Satellitenfunk, Höchsthochfrequenztechnik, Antennenentwicklung, Notfunk, bis hin zu aktuellen Feldern wie Umwelt- und Klimamessstechnik. Ein Schwerpunkt liegt in diesem Jahr auf dem Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) in Schaltungsentwicklung und Software-design. Auch das Thema Messtechnik ist vertreten, insbesondere der Einsatz von Vektor-Netzwerkanalysatoren (VNAs). Die Abstracts aller Vorträge und der detaillierte Zeitplan sind auf der Tagungs-Website ukw-tagung.org einsehbar.

Hinzu kommen zwei Live-Events: Eine Funkverbindung zur Neumayer-III-Station in der Antarktis, DP0GVN, über den Satelliten QO-100, unterstützt von den beiden Ausstellern Icom und Hilberling. Geplant ist ferner der Start eines Stratosphärenballons mit Telemetrienzustand und Live-SSTV-Übertragung. Diese *Payload* hat ein Schülerteam im Schulversuch *Naturwissenschaftliches Experimentieren (NExt)* an der Hans-Freudentberg-Schule Weinheim entwickelt; federführend waren Jannis Brüggemann und Eric Krauth. Fachlich betreut wird das Team vom 2. Vorsitzenden des FACW e.V., Alexander Knochel, DK3HD. Der FACW e.V. ist zudem Partner des *Urban Climate Projects* und bringt Themen rund um Umweltbeobachtung sowie smarte Sensornetzwerke in das Tagungsprogramm ein. Auf dem Tagungsgelände stellen namhafte Hersteller ihre neuesten Produkte vor und ein großer Funk- und Elektronikflohmarkt rundet die Tagung ab.

Ein Selbstbauwettbewerb unter dem Motto *Zurück in die Zukunft* findet ebenfalls statt. Eine Fachjury prämiiert Eigenentwicklungen rund um den Amateurfunk (<https://ukw-tagung.org/selbstbauwettbewerb>), von innovativen Baugruppen bis zu vollständigen Geräten. Zusätzlich ist ein Fotowettbewerb zur Tagung ausgeschrieben, bei dem kreative Eindrücke der Tagung gesucht werden. Die besten Bilder werden auf <https://ukw-tagung.org/photo-wettbewerb-zur-tagung-2025> veröffentlicht.

Das Rahmenprogramm am Wasserhaus, dem Klubheim des OV A20, rundet das Wochen-

ende ab. Bereits am Freitagabend lädt das beliebte Grillfest zum geselligen Auftakt. Am Sonntagmorgen erfolgt ein gemeinsames Frühstück. Auf dem Gelände findet wie jedes Jahr der Kofferraumflohmarkt mit einem breiten Angebot an Technik und Zubehör statt. Für Campingfreunde steht eine Wiese mit Stromanschluss bereit.

Martin Sauerteig, DG6MS

■ QTC an der See 2025



Der OV Ahrensburg/Großhansdorf, E09, veranstaltet am 13.9. ab 10 Uhr wieder das Treffen *QTC an der See* in Großhansdorf. In zwei Sälen laufen Vorträge:

- *Vertikalantennen*; Sven Ohsoling, DL1SO
- *DXpeditionen*; Heye Harms, DJ9RR
- *Anwendungsmöglichkeiten des Raspberry im Amateurfunk*; Lars Giering, DL8LG
- *Programmiersprache Python im Amateurfunk*; André Hollung, DH5AN
- *Amateurfunk trifft Raumfahrt*; Reinhard Kühn, DK5LA
- *Bau einer Loop-Antenne*; Wolfgang Bode, DD2HW
- *Einsatzmöglichkeiten eines VNA*; Hans-Jürgen Zacharias, DD2HZ
- *Notfunk? Das wird schon jemand regeln ...*; Detlef Marxsen, DH3DM

Der Eintritt ist frei, für Verpflegung und Getränke ist gesorgt. Ein kleiner Technikflohmarkt ist ebenfalls geplant. Anbieter melden sich bitte telefonisch unter (0170) 5534-757 bis zum 10.9. an. Weitere Informationen unter: <https://e09.de/#QTC>

Marion Möller-Herrmann, DF4UM

■ Bochumer Weltraumtage 2025

Vom 19.9. bis 21.9. steht das Bochumer Radom wieder im Zeichen der Satelliten- und Weltraumforschung. In Zusammenarbeit mit der Sternwarte Bochum bietet AMSAT-Deutschland e.V. ein vielseitiges und informatives Programm, das sich an AMSAT-Mitglieder und alle Raumfahrtbegeisterten richtet. Im Mittelpunkt stehen die aktuellen Entwicklungen und künftigen Perspektiven nationaler und internationaler Amateurfunksatelliten sowie weiterer Raumfahrtprojekte. Vorträge, Präsentationen und Diskussionen ermöglichen wertvolle Einblicke in die neuesten Technologien, Missionen und Forschungsprojekte der Raumfahrt. Der Ablauf und weitere Planungen stehen unter <https://amsat-dl.org/save-the-date-bochumer-weltraumtage-2025> online.

AMSAT-DL

■ 21. Internationales Treffen Amateurfunk Erzgebirge



Vom 3.10. bis 5.10. findet in 09429 Wolkenstein das *21. Internationale Treffen Amateurfunk Erzgebirge* statt, veranstaltet vom OV Wolkenstein, S64. Zum Programm gehören der Begrüßungsabend am Freitag in Börnichen, Vorträge am Samstag

sowie am Sonntag eine Exkursion zu Orten in der UNESCO-Welterbe Montanregion Erzgebirge/Krušnohoří. Vortragsthemen:

- *C2025 – ein Resümee*; Steffen Hamperl, DM6WAN
- *HF-Störungen, erkennen, beseitigen*; Andreas Auerswald, DL5CN
- *NF/HF-Generator 1 Hz bis 30 MHz mit NF-Rauschgenerator*; Andreas Lindenau, DL4JAL
- *Wasserkühlung von LDMOS-PAs und Senderöhren*; Dr. Günther Knebel, DK6ET
- *Die Nutzung von FLMsg im Notfunk*; Michael Schneider, DL1JHR
- *Automatische Aufklärungssysteme der USA im Kalten Krieg – drei Beispiele*; Volker Liebscher

Weitere Informationen stehen unter www.wildestein.de/amateurfunk online. Anmeldung bitte bis zum 21.9. an DL2HSC@darc.de mit Betreff „Anmeldung TAE 2025“.

Harald Schönwitz, DL2HSC

■ 75-Jahre OV P07

Der Ortsverband Reutlingen, P07, feiert am 20.9. sein 75-jähriges Bestehen im Schützenhaus, Mark 2 in 72762 Reutlingen und freut sich über zahlreiche Besucher. Zum Programm der Jubiläumsfeier gehören u.a. Vorträge von Jürgen Baßfeld, DL9SBT, über den Funkbetrieb über QO-100 sowie von Andreas Müller, DL3LRM, über seine Tätigkeit auf dem Forschungsschiff *Polarstern*. Weitere Informationen unter www.darc.de/p07; Anmeldungen an db5rk@darc.de bitte bis 6.9.

Robert Kuhn, DB5RK

■ DA0HQ in der 40. IARU-WM

Die geplante Conteststrategie hat das DA0HQ-Team gut umgesetzt und die Technik hatte keine Ausfälle. Die getesteten Neuerungen im Funkbetrieb haben sich bewährt und werden weiter optimiert. Entgegen der Erwartung guter DX-Bedingungen im Sonnenfleckenmaximum enttäuschten die oberen Bänder. Nur auf 20 m liefen hohe QSO-Raten bis weit nach Mitternacht. Hier hatten die südeuropäischen HQ-Stationen eindeutige Standortvorteile. Die *Lowbands* litten unter hoher Dämpfung, speziell auf 160 m. In der Nacht kamen dafür einige schöne DX-Verbindungen zustande und auf 80 m waren alle Kontinente zu erreichen.

Insgesamt ist das DA0HQ-Team mit 19,7 Mio. eingereichten Punkten ins Rennen gegangen, davor liegen hauchdünn ED0HQ (20,2), 9A0HQ (20,0) und TM0HQ (19,8). Damit wird die Auswertung spannend und die Chance ist groß, dass sich die Plätze noch ändern. Eine vorläufige Sprintwertung haben wir ebenfalls erstellt; wer seinen *Low-Power*- oder QRP-Status noch nicht gemeldet hat, kann dies auf unserer Website unter *Sprint* bitte eintragen. Mit Deutschland stehen 7300 Verbindungen im Log; unter www.da0hq.de sind weitere Details zu finden. Wir bedanken uns bei allen Anrufern, die uns Punkte gaben, und bei allen Mitstreitern, Helfern sowie Unterstützern, die dieses Top-Ergebnis ermöglicht haben.

Ben Bieske, DL5ANT

OE-QTC

Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ ÖVSV-Antennendesign-Wettbewerb



Auf Initiative von Enrico, OE1EQW, veranstaltet der ÖVSV einen Antennendesign-Wettbewerb. Doch Sie müssen kein Antennenexperte sein, um zu den Gewinnern zu gehören. Senden Sie uns einfach Ihr bestes Antennendesign und wir werden es nach den Wettbewerbsregeln beurteilen.

Auch wenn Ihr Entwurf keinen Preis erhält, kann er dennoch für eine Veröffentlichung in einer zukünftigen Ausgabe der QSP verwendet werden. Bitte beachten, dass pro Person oder Team nur ein Beitrag akzeptiert wird, daher ist die gewünschte Kategorie mit Bedacht zu wählen.

Der Einsendeschluss ist der 15.9.2025. Sie können in folgenden Kategorien teilnehmen: 160 m, 80 m bis 10 m, 6 m und höher. Die Ein-

sendungen müssen Zeichnungen mit Abmessungen (Handzeichnungen sind zulässig), eine Liste der benötigten Materialien (BOM), eine Beschreibung und Zusammenfassung der durchgeführten Messungen (Modellierung ist keine Pflicht), Fotos der installierten Antenne und der Konstruktionsdetails sowie eine Beschreibung der beobachteten On-Air-Ergebnisse enthalten.

Erlaubt sind nur nicht kommerzielle Designs. Weitere Infos unter: oevsv.at/oevsv/aktuelles/OeVSV-Antennendesign-Wettbewerb-2025

■ AMRS- und BARC-Fieldday 2025

Vom 6. bis 7.9. findet der AMRS- und BARC-Fieldday 2025 in Kalteneck auf der Redlschlager Höhe statt. Einweisungen sind über OE3XCR (438,8375 MHz), OE4XUB (145,775 MHz) und OE3XWU (439,075 MHz) möglich. Das Gelände liegt auf 760 m Seehöhe, Locator: JN87DK, Koordinaten: 47° 26' 48,3" N, 16° 16' 00,7" E. Bitte beachten, dass keine Infrastruktur vorhanden ist – Übernachtungsmöglichkeiten im eigenen Zelt oder z.B. in Kirchschlag in der Buckligen Welt.

■ OE-SOTA-Tag 2025

Am 13.9. wird in einigen Bundesländern Österreichs ein SOTA-Tag ausgerichtet. In OE1 sind im Zeitraum von 11 Uhr bis 15 Uhr SOTA-



Aktivitäten geplant. Man trifft sich ab etwa 17 Uhr im Bauernbräu in Wien zu einer Nachbesprechung. In OE3 gibt es dieses Jahr zum ersten Mal SOTA-Aktivitäten. Der Fokus soll auf S2S liegen. Treffpunkt ist am späteren Nachmittag im Alpengasthof Kalte Kuchl, 2663 Kalte Kuchl.

In OE5 gibt es bereits den 15. OE-SOTA-Tag. Am Vormittag sind Aktivierungen in der Region Molln/Nationalpark Kalkalpen geplant, ab 16 Uhr trifft man sich im Gasthof Klausner, Hafenstr. 30, 4591 Molln, zur Nachbesprechung. Chaser, Interessierte und Gäste aus der ganzen Welt sind willkommen.

In OE6 soll es im Zeitraum von 9 Uhr bis 11 Uhr Aktivitäten in der Region zwischen Müzzsteger, Türitzer, Fischbacher und Gutensteiner Alpen geben. Im Umkreis von 30 km befinden sich 78 Gipfel und zwei Naturparks. Radwege liegen manchmal ganz in Gipfelnähe. Treffpunkt ist ab 16 Uhr in einem Gasthaus in Müzzzuschlag (bitte nachfragen).

Um Doppelaktivierungen zu vermeiden – oder Teamaktivierungen zu planen – sollten alle geplanten Funkaktivitäten auf SOTAwatch unter <https://sotawatch.sota.org.uk/de> angekündigt werden. Neueinsteiger sind herzlich willkommen und können gerne hineinschnuppern.

HB-QTC

Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Das Repeater-Land Schweiz

Infolge der Orografie und der – vor allem im Mittelland – dichten Besiedlung verfügt die Schweiz über weit mehr als 200 Repeater-Standorte. Die Frequenzen verteilen sich zu etwa 65 % auf 70 cm, 25 % auf 2 m; der Rest befindet sich auf 10 m, 6 m und 13 cm. Neben der klassischen Modulationsart FM nimmt auch die Vielfalt an verschiedenen neuen digitalen Modulationsverfahren ständig zu, sei es DMR, D-STAR, C4FM, M17 etc.

Kein Wunder, dass unter solchen Verhältnissen praktisch keine freien Frequenzen mehr zur Verfügung stehen. Auch haben wir heute noch klassische FM-Repeater, die immer noch nach dem 25-kHz-Raster und ohne Subton arbeiten. Problematisch ist ebenso, wenn am gleichen Standort – z.B. auf dem gleichen Gipfel – zwei oder drei Sektionen ihren eigenen Repeater installieren und betreiben. Die große Mehrheit ist außerdem äußerst schwach belegt.

All das trägt nicht gerade zur effizienten Nutzung des uns zugeteilten Frequenzspektrums bei. Es ist deshalb sinnvoll, wenn sich die verantwortlichen Repeater-Betreiber in der Schweiz regelmäßig treffen und gewisse Spielregeln vereinbaren. Die dringendsten Fragen sind: Wie werden die Frequenzen am besten

koordiniert? Wie ist vorzugehen, wenn jemand einen neuen Repeater installieren möchte? Wie ist die Nutzung unserer Frequenzen zu optimieren, sodass der Bedarf gedeckt werden kann? Wie kommen wir zu einer aktuellen Frequenzliste auf der USKA-Website für alle? Wie lauten die Spielregeln bei gegenseitigen Störungen der Repeater-Frequenzen?



Der neue Repeater HB9SH

Foto: HB9IJQ

Um die Lösungen dieser dringenden Fragen zu diskutieren, werden nun zum ersten Mal schweizweit alle Repeater-Betreiber vom USKA-Vorstand zu einem Treffen eingeladen. Dort sollen konstruktive Beiträge zur Effizienzsteigerung und zum koordinierten Betrieb der Repeater-Infrastruktur in der Schweiz eingebracht werden.

Die Erfahrungen der letzten zehn Jahre in Sachen EmComm/Notfunk in verschiedenen Kantonen haben gezeigt, dass in gravierenden Krisensituationen (z.B. Blackout) unsere Repeater eine wichtige Rolle als zusätzliches Kommunikationsmittel spielen und noch wichtiger sind als KW-Verbindungen – dies aus verschiedenen Gründen:

- Die Geräte sind stromsparend, die Antennen sind klein und können fast überall schnell aufgebaut werden.
- Die Verständlichkeit ist wesentlich besser als auf KW – insbesondere für Dritte.
- Die Verbindungen sind permanent verfügbar und unabhängig von variierenden Ausbreitungsbedingungen.

Unsere gesamte Repeater-Landschaft in der Schweiz stellt somit eine wichtige zusätzliche Kommunikations-Infrastruktur im Falle von gravierenden Krisensituationen dar. Dies haben uns die jüngsten Ereignisse im Wallis deutlich aufgezeigt.

Tnx Info Bernard Wehrli, HB9ALH

HB3 / HB9 KOMBI- & FERNKURSE
Die Schweizerische Amateurfunkschule

ILT Schule
Faszination Amateurfunk

www.ilt.ch

September 2025

1.9.

QCWA-QSO-Party [80 m] (SSB) 1500/1600

2.9.

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1700/2000

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Nord-Aktivität [144, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

5.-6.9.

National Hamfest, Newark Showground, Großbritannien

5.-9.9.

Internationale Funkausstellung IFA, Messegelände Berlin; mehr auf: www.ifa-berlin.de

6.9.

AGCW-DL Handtasten-Party [40 m] (CW) 1300/1600

CW Open Competition [160 ... 10 m] (CW) 0000/2400

Radio- und Funk-Flohmarkt Wertingen, 8 bis 13 Uhr, Grundschule Wertingen, Feré-Str. 2, 86637 Wertingen

6.-7.9.

JARL All Asian DX Contest [160 ... 10 m] (SSB) 0000/2400

IARU-Region 1 Contest [2 m] (All) 1400/1400

IARU-Region 1 Fieldday [160 ... 10 m] (SSB) 1300/1300

9.9.

CW-Ausbildungscontest [80 m] 1800/1900

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Süd-Aktivität [144 MHz/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

10.9.

75. Gründungstag des DARC e.V.

11.9.

BCC-QSO-Party [80 m] (CW/SSB/RTTY) 1800/2000

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

12.9.

SP Straight Key Contest [80 m] (CW) 1700/1900

12.-14.9.

70. UKW-Tagung Weinheim auf dem Gelände der Dietrich-Bonhoeffer-Schule, Multring 76-78, 69469 Weinheim; mehr auf S. 752 und: www.ukw-tagung.de

13.9.

Österreichweiter SOTA-Aktivitätstag, Infos auf: www.oevsv.at/oevsv/veranstaltungen/OE5-SOTA-Tag-2025

21. Treffen QTC an der See im Waldreitersaal der Gemeinde Großhansdorf; mehr auf <https://e09.de>

13.-14.9.

ARRL-EME-Contest [≥2,3 GHz] 0000/2400

WAE DX Contest [KW] (SSB) 0000/2400

13.-15.9.

ARRL September VHF Contest (All) 1800/0300

14.9.

Radioflohmarkt in Breitenfurt, 9 bis 12 Uhr, Mehrzweckhalle, Schulgasse 1, 2384 Breitenfurt, Österreich

16.9.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

18.9.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

19.-21.9.

Bochumer Weltraumtage 2025 im Radom der Sternwarte Bochum; Infos auf: <https://amsat-dl.org>

20.9.

Radiobörse in Prag, 8 bis 12 Uhr, Haus der Kultur Barmákádníku, Saratovská 20, Prag, Tschechien

20.-21.9.

Fiera dell'Elettronica, Elektronikmesse mit Amateurfunkbereich, Via Brescia 129, 25018 Montichiari, Italien

Scandinavian Activity Contest [KW] (CW) 1200/1200

Thüringen-Contest [80 m/2 m/70 cm] (CW/SSB/FM/RTTY) 0600/1500

21.9.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM)

BARTG PSK63 Sprint [KW] (PSK 63) 1700/2100

DUR-Aktivitätscont. [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

QSO-Party 75 DARC [80/40/10 m] (All) 0600/1700

22.9.

DIG-PA Contest [80 m/2 m] (CW/SSB) 1700/1930

23.9.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

27.9.

AGCW-DL-VHF/UHF-Contest [2 m/70 cm] (CW) 1400/1700, 1700/1800

Amateurfunkflohmarkt des OV M25, ab 9 Uhr, Andreas-Gayk-Schule, Tiefe Allee 45, 24149 Kiel-Dietrichsdorf

Funktreff Franken des OV Lichtenfels (B28) mit Flohmarkt, Peter-J.-Moll-Halle, 96231 Bad Staffelstein

27.-28.9.

CQ WW RTTY DX Contest [KW] (RTTY) 0000/2400

YU DX Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

28.9.

ON Contest [6 m] (CW/SSB) 0700/1000

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Batronix Elektronik, Preetz	727
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	733
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	733
Haro electronic, Burgau	733
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	733
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	739
Hotel Hellers Krug, Holzminden	731
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	731
ILT Schule, Schweiz	753
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	730
Kusch, Dortmund	733
Langer EMV-Technik, Bannewitz	739
QSL-Collection, Wien	733
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	733
Sander electronIC, Berlin	739
SDR-Kits, Großbritannien	739
Spiderbeam, Spremberg	732
Vintronic, Flensburg	733
WiMo GmbH, Herxheim	731
electronicrepair.de, Schwaförden	733
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 10/25

ist am Freitag, dem 5. September 2025.

Vorschau auf Heft 10/25

Rodrigues, 3B9DJ: Tagebuch aus dem Indischen Ozean

Im März dieses Jahres war die politisch zu Mauritius gehörende Insel Rodrigues, IOTA AF-017, das Ziel einer tschechischen DXpedition. Trotz teils schwieriger Ausbreitungsbedingungen gelangen zahlreiche Funkverbindungen auf KW und über QO-100 sowie zeitweise auch auf 6 m. In einem Reisetagebuch berichtet das Team über diese DXpedition.



WLAN-IP-Transceiver SharkRF M1KE
Das digitale IP-Sprach-Terminal M1KE lässt die Grenzen zwischen Amateurfunktransceivern und digitalen Hotspots verschwimmen. Ausgestattet mit PTT, Mikrofon, Lautsprecher und der Multimode-Konnektivität eines Hotspots, vereinfacht das Gerät die Nutzung digitaler Modi.

... und außerdem:

- **Impressionen von der IFA 2025**
- **Zusatzgerät für den Telegrafieempfang in Stereo**
- **Vorgestellt: Multimode-QRP-Transceiver QMX+ für 160 m bis 6 m**
- **Winkeldipol als Portabelantenne**
- **Einstellbarer Hochvolt-Lastwiderstand**

erscheint am 24. 9. 2025



Vorverstärker für die Conteststation

Im VHF- und UHF-Bereich ist ein rauscharmer Empfangsvorverstärker zum Ausleich von Kabelverlusten besonders wichtig. Gleichzeitig muss dieser auch sehr starke Signale verarbeiten können. Beides stellt hohe Anforderungen an die verwendeten Bauelemente und das Schaltungskonzept, wie das hier beschriebene Selbstbauprojekt eines VHF-Vorverstärkers zeigt.



Redaktionsschluss FA 10/25: 4. 9. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

FA-VA6

DG5MKs FA-VA6 hat im Vergleich zum Vorgänger FA-VA5 einen größeren Frequenzbereich, verfügt nun über ein hochauflösendes Farbdisplay, einen USB-C-Port und wird mit Lithium-Ionen-Akku betrieben.

Der Bausatz ist leicht aufzubauen und einfach zu kalibrieren. Dank des nochmals erweiterten Funktionsumfangs lassen sich mit dem neuen Modell auch sehr anspruchsvolle Messaufgaben mit hoher Genauigkeit lösen.

Technische Daten

Frequenzbereich	10 kHz ... 1 GHz
SWV-Messbereich	1,0 ... 100
Display	Farb-TFT, 320 x 240 Pixel, beleuchtet
Menüsprachen	deutsch und englisch, umschaltbar
Stromversorgung	3,7 V (Lithium-Ionen-Akkumulator)
Lademöglichkeit	über USB-C-Port
Stromaufnahme	165 mA (Mittelwert, Beleuchtung 50 %)
Abmessungen	135 mm x 85 mm x 28 mm
Gewicht	270 g (inkl. Akkumulator)
Zeit für den Zusammenbau	30 Minuten
Firmware	Updates über USB-C-Port

Lieferumfang

Der Bausatz enthält das vormontierte Gerät sowie einen Akkuhalter, der noch selbst eingelötet werden muss. Mitgeliefert werden weiterhin der Koffer, ein USB-Kabel, das Typenschild sowie die Teile für die anzufertigenden SOL-Elemente: 3 BNC-Stecker, ein 49,9-Ohm-Widerstand und ein Stück versilberter Draht.

Eine ausführliche 76-seitige gedruckte Bauanleitung mit Hinweisen zur Bedienung wird mitgeliefert. Die von Prof. Th. Baier, DG8SAQ, für den FA-VA6 angepasste VNWA-Software steht zum kostenlosen Download bereit.



299,-

Bestell-Nr. BX-246

Ins Ausland liefern wir die Version BX-246-A ohne Akkumulator.

Bestellbar

- auf www.box73.de
- per E-Mail an shop@funkamateur.de oder
- per Post an FUNKAMATEUR-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin

HÖHER HINAUS

MIT DEM IC-905 RENTAL KOMPLETTKOFFER



Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 63150 Heusenstamm Deutschland
Telefon: +49(0)6104-98693-0 E-Mail: info@icomeurope.com Web: www.icomeurope.com

**IC-905
für weitere
Informationen**



Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

770 Funkabenteuer 3B9DJ
von Rodrigues

774 IFA 2025:
Eine neue Universalmesse?

780 WLAN-IP-Transceiver
SharkRF M1KE

783 Rauschminderung bei
analogen Audiosignalen

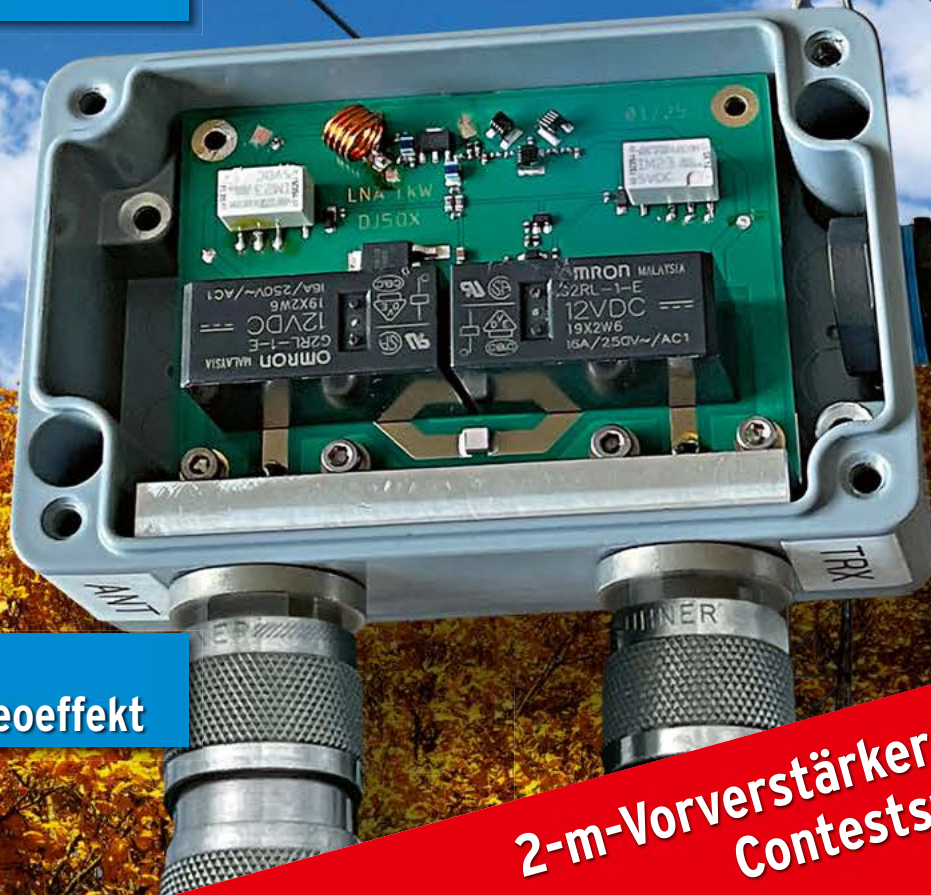
786 QRP-Transceiver QMX+
im Multimode-Betrieb

790 Portable V-Dipol-Antenne
für 20 m bis 6 m

801 CW-Empfang
mit Pseudo-Stereoeffekt



**2-m-Vorverstärker für die
Conteststation**



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt, das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.ML&S.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber	Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet	www.funkamateure.de
Shop/Leserservice	Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72 Shop@funkamateure.de
Abo-Verwaltung	Tel. (0 30) 44 66 94-60 Abo@funkamateure.de
Verlag	Box 73 Amateurfunkservice GmbH Majakowskiring 38, 13156 Berlin Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69 Verlag@funkamateure.de
Redaktion	Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED (Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de Tel. (0 30) 44 66 94-57 Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP (Bausätze) Support@funkamateure.de Frank G. Sommer, DC8FG (Technik) DC8FG@funkamateure.de Sabine Zschäkel, M. A., DL3KWS (Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de Harald Kuhl, M. A., DL1AX (Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ (Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (Digital-QTC, DMR, D-STAR u.a.) DL1YBL@darf.de
Fachberatung	Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO Postbox@funkamateure.de
Ständige freie Mitarbeiter:	Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischlewsky, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüschi, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm
Klubstation	DF0FA (DOK FA)
Satz/Grafik	H. Benkenstein, DC2HB (Leitung) A. Hellinger; S. Zschäkel, DL3KWS
Druck und Versand	Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand	Güll GmbH, Lindau
Vertrieb	PressUp GmbH, Hamburg
Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskriptinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.	
Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.	
Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.	
Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.	
Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 59,30 € (PLUS-Abo 65,30 €), jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar. Zahlung per SEPA-Lastschrift.	
Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.	
Flex-Abonnement 6,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. Bonus: Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januarausgabe.	
Jahresabonnement Ausland 63,50 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 69,50 €); Schweiz/Liechtenstein 74,- CHF (PLUS-Abo 79,- CHF)	
Digital-Abonnement 49,- €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF	
PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6,- € Aufschlag.	
Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.	
Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.	
Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft	
IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX	
IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOFIGH33XXX	
Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5,- € Bearbeitungsgebühr.	
Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadata als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadata mit Preisliste.	
Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.	
Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833	
Redaktionsschluss: 4.9.2025 Erscheinungstag: 24.9.2025	
Druckauflage: 24 100	
© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten	

Sehr große Worte

Diese IFA, seit einem Jahr „Innovation For All“, feierte sich. Gefühlt war jedes dritte Wort in eigener IFA-Sache „global“ oder „weltgrößte Messe“, darunter machte man es einfach nicht. Den Neusprech „weltweit größter Event für Home- & Consumer-Tech“ wollen wir in seiner sprachlichen Hässlichkeit mal so stehen lassen. Das Adjektiv „global“ indessen ist unantastbar: Die deutliche Mehrheit der Aussteller kam aus Asien, vornehmlich aus China. Deren Messestände waren erheblich größer als in der Vergangenheit, die Exponate entsprachen dem aktuellen Stand der Technik, und diese Massenware wird uns sicher bald erreichen.

Die IFA Management GmbH verkündete stolz, dass die Messefläche ausverkauft sei. Doch waren in mehreren Hallen die Stände sehr locker platziert, Hallenteile abgesperrt und auch stille Eckchen mit Grünpflanzen eingerichtet. Sollten etwa nicht alle verfügbaren Flächen zur Vermietung bestimmt gewesen sein? Oder wurde da ein weiteres Mal der Mund ziemlich voll genommen, ganz im Sinne üblicher Superlative? Dazu passten dann auch die zahlreichen Bühnen, hier als „Stages“ bezeichnet, auf denen wirkliche oder selbsternannte Experten „diskutierten“.

Was die Zukunft bringen wird, sollte uns IFA Next verraten, doch leider, leider ... Statt schwergewichtiger Forschungseinrichtungen (z. B. Fraunhofer-Institute, Hochschulen und Universitäten) war die Halle 25 wie fast alle anderen Messehallen mit Ständen vorwiegend chinesischer Aussteller gefüllt, die in ihrer Gesamtheit bei Weitem nicht dem Anspruch, Zukunft zu zeigen, gerecht werden konnten. Europas Licht wurde nicht nur unter den Scheffel gestellt, sondern von den Messeveranstaltern geradezu ausgeblasen.

Im Messemittelpunkt stand die Anwendung Künstlicher Intelligenz, mit ihr wurden viele Produkte und Funktionen etikettiert. KI, sinnvoll eingesetzt, ermöglicht neue Geräteeigenschaften, die unser Leben erleichtern können. Ob dazu das Hochfahren der Kühlung nach Entnahme einer Bierflasche aus dem Kühlfach gehört, darf bezweifelt werden.

Die Unterhaltungselektronik führte auf dieser IFA ein Nischendasein. LG z. B. zeigte wunderbare Waschmaschinen, mit und ohne KI, aber keine neuen Fernsehgeräte. Die europäische Audiotechnik mit ihren Verstärkern, Lautsprechern, Kopf- und Ohrhörern war auf der IFA praktisch nicht mehr vertreten, stattdessen gab es Massenware größtenteils chinesischer Anbieter. Zuwachs fand die Hausgerätetechnik mit ihren Waschmaschinen, Staubsaugern, Küchengeräten usw. Sollen wir die Zeit, die wir mit der KI-Anwendung gewinnen können, nutzen, um uns etwas mehr um Hausputz & Co zu kümmern, statt fernzusehen?

Einst bedeutende Unternehmen wie Sony und Panasonic waren in geradezu tragischer Weise unterrepräsentiert. Kommunikationskonzerne wie die Telekom und die Sendeanstalten (Publikumsmagneten!) fehlten völlig, ebenso das deutsche Elektrohandwerk mit dem ZVEH.

Wenn in Berlin auf Plakaten für den Messebesuch geworben wird, sollte das in der Sprache passieren, die hierzulande gesprochen wird: auf Deutsch. Da dies durchgehend vermieden wurde, schien man auf inländische Messegäste keinen Wert mehr zu legen.

Genug der Kritik, es gibt auch Positives zu berichten: ab Seite 774!

Wolfgang E. Schlegel

Wolfgang E. Schlegel

Amateurfunk

Funkabenteuer Indischer Ozean: 3B9DJ von der Insel Rodrigues



Im März und April dieses Jahres war die politisch zum Staat Mauritius gehörende Insel Rodrigues, IOTA AF-017, das Ziel einer tschechischen DXpedition. Unter dem Rufzeichen 3B9DJ gelangen dem erfahrenen Team trotz teils schwieriger Ausbreitungsbedingungen rund 79 000 Funkverbindungen auf Kurzwelle, 6 m und über QO-100. In ihrem Tagebuch berichten die DXpeditionäre über diese Funkreise in den Indischen Ozean. Foto: Team 3B9DJ

770

WLAN-IP-Transceiver SharkRF M1KE mit Hotspot-Konnektivität



Das digitale IP-Sprach-Terminal M1KE lässt die Grenzen zwischen Amateurfunktransceivern und digitalen Hotspots verschwimmen. Ausgestattet mit PTT, Mikrofon, Lautsprecher und der Multimode-Konnektivität eines Hotspots, vereinfacht das Gerät die Nutzung digitaler Modi. Foto: DL1YBL

780

Multimodebetrieb von 160 m bis 6 m mit dem QRP-Transceiver QMX+ 786

Portabler V-Dipol für die Amateurfunkbänder 20 m bis 6 m



Leichte und schnell aufzubauende Mehrbandantennen sind insbesondere für den Portabelbetrieb von besonderer Bedeutung. Mit nur geringem finanziellen und konstruktiven Aufwand lassen sich solche Antennen auch selbst herstellen. Foto: DK5IQ

790

Zusatzgerät für den CW-Empfang mit Pseudo-Stereoeffekt 801

Zusätzliche Bedieneinheit für den Icom IC-7300 804

Leistungsfähiger Vorverstärker für die 2-m-Conteststation 808

SOTA-Reise von Österreich nach Finnland



Mit diesem Beitrag möchte eine Gruppe österreichischer Funkamateure ein wenig Gusto auf geografisch eher nahegelegende Ziele machen. Es müssen nicht immer die spektakulären DXCC-Gebiete sein, denn es gibt auch in Europa reichlich Möglichkeiten, Funkbetrieb und Reisen zu verbinden. Ihre Station bauten sie während der Zwischenstopps auf ihrem Weg zum Funkblockhaus OH73ELK auf. Foto: OE1IAH

832

Funk

CB- und Jedermannfunk 823

Aktuell

Editorial 759

Postbox 762

Markt 764

Ausbreitung Oktober 2025 826

Inserentenverzeichnis 838

Vorschau FA 11/25 838

QTCs

AATiS e.V. 822

Bergfunk-QTC 827

SWL-QTC 827

DX-QTC 828



QSL-Splitter 829

Sat-QTC 829

CW-QTC 829

Digital-QTC 830

QRP-QTC 831

UKW-QTC 834

DL-QTC 836

OE-QTC 837

HB-QTC 837

Termine Oktober 2025 838

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateur.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateur.de> zugänglich.

Typenblatt

Icom IC-7760 799

Unser Titelbild



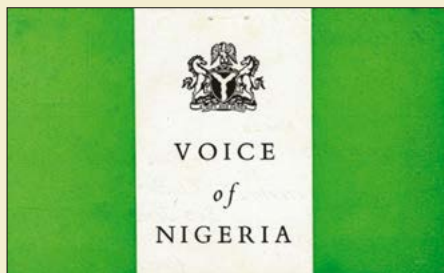
Im 2-m-Band ist ein rauscharmer Empfangsvorverstärker zum Ausgleich von Kabelverlusten besonders wichtig. Gleichzeitig muss dieser auch sehr starke Signale verarbeiten und die Sendeleistung im Bypass-Pfad verkraften können. Dies stellt insgesamt hohe Anforderungen an die verwendeten Bauelemente und das Schaltungskonzept, wie das hier beschriebene Selbstbauprojekt zeigt.

Fotos: DJ5QX, Pixabay

BC-DX

Kurzwelle in Deutsch 824

BC-DX-Informationen 825



Die Voice of Nigeria hat die Reaktivierung ihrer Kurzwellenstation beauftragt. QSL: VoN

Bauelemente

Klasse-D-NF-Verstärker mit zwei Kanälen und 10 W Ausgangsleistung 797

Ausstellungen

IFA 2025: Eine neue Universalmesse?



IFA BERLIN 2025

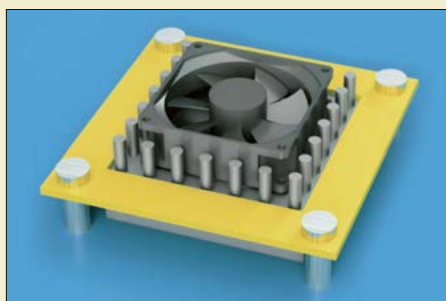
Vom 5. bis 9. September feierte sich die IFA auf dem Berliner Messegelände unter dem Funkturm selbst. Unterhaltungselektronik war weniger zu sehen, stattdessen immer mehr weiße Ware für Küche und Haushalt. Zentrales Thema war die Nutzung künstlicher Intelligenz.

Foto: Schlegel

774

Wissenswertes

Aktive Kühlung von Bauteilen bei geringer Gehäusebauhöhe

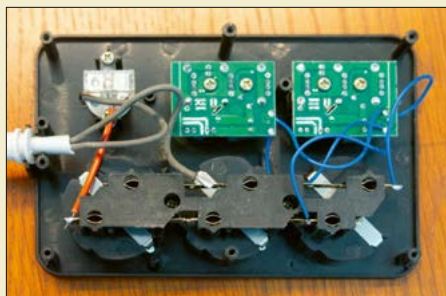


Die gezielte Wärmeabfuhr von Bauteilen in elektronischen Schaltungen ist von großer Bedeutung, aber nicht immer problemlos zu realisieren. Zunehmend höhere Bestückungsdichten erfordern eine immer aufwendigere Planung beim Leiterplattenlayout. Unterstützung hierbei bieten moderne aktive Kühlkörper.

Foto: DL1DBL

768

Lebensgefährliche Mehrfachsteckdosen aus China



Einen Schutzleiter sucht man bei dieser Mehrfachsteckdose vergebens, die Schutzkontakte sind funktionslos, Entstörkondensatoren fehlen, das Netzkabel ist zu dünn – solche und ähnliche Mängel sind leider immer häufiger makabrer Standard bei importierten Billigerzeugnissen aus chinesischer Produktion.

Foto: DL2MCD

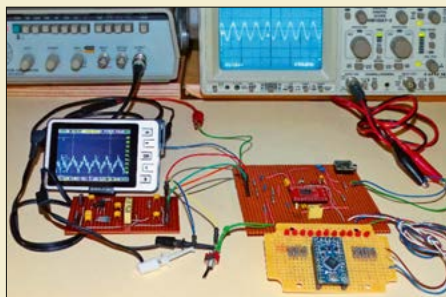
778

Elektronik

Mogelpackung aus Fernost: Lithium-Ionen-Akkumulator

767

Rauschminderung bei analogen Audiosignalen



Ein geringer Signal-Rausch-Abstand kann die Wiedergabe von Audiosignalen stark beeinträchtigen. Zur Rauschreduzierung gibt es seit Jahrzehnten bewährte Verfahren. In diesem Beitrag wird die auf dem Speziialschaltkreis LM1894 basierende Variante vorgestellt, die sich sowohl für Mono- als auch Stereosignale eignet.

Foto: Sander

783

Einstellbarer elektronischer Hochvolt-Lastwiderstand

792

Einfacher Roboter für Halloween und andere Gelegenheiten

794



Die angebliche 4-TB-SSD ...



... offenbart nach dem Öffnen eine SD-Speicherkarte mit 50,05 GB.
Fotos: DL7UFR

Augen auf beim Datenträgerkauf!

Mit Interesse habe ich den Beitrag „Augen auf beim Datenträgerkauf“ im FA 7/2025, S. 515, und auch den Erfahrungsbericht in der Postbox des FA 8/2025 gelesen, denn auf der Plattform Aliexpress hatte ich im Januar unter der Bezeichnung „Echte tragbare SSD 256 TB externe Hochgeschwindigkeitsfestplatte 4 TB Festplatte USB 3.1 Typ-C Original Speichergerät für Laptop/PC/Telefon“ den im Bild dargestellten Artikel für 16,29 € erworben. Er sieht wie das Produkt eines namhaften Herstellers aus, doch was ist tatsächlich drin?

Nach dem Beitrag im FA 7/2025 testete ich die Festplatte mit dem Tool H2testw. Der Test wurde immer wieder abgebrochen. Schließlich kopierte ich mehrere Tage 100-GB-Blöcke auf die SSD. Die geringe Schreibgeschwindigkeit von 10 MBit/s war ungewöhnlich für eine SSD. Nachdem ich fast 4 GB erreicht hatte, stellte ich den Schreibtest ein. Vielleicht wären ja auch unendlich viele Daten speicherbar gewesen, wenn ich weiter gemacht hätte.

Nach der Veröffentlichung in der Postbox im FA 8/2025 interessierte ich mich für den Aufbau der SSD und öffnete das Gehäuse. Das Ergebnis möchte ich den Lesern des FA nicht vorenthalten. In dem Gehäuse sind ein SD-Kartenadapter und eine SD-Karte verbaut. Auf zusätzliche Metallgewichte hat man hier verzichtet. Die SD-Karte besitzt auf der Frontseite keinen Aufdruck. Der aufgebrachte Heißkleber ließ sich wunderbar mit etwas Wärme entfernen. In einem SD-Kartenleser zeigte auch meine No-Name-SD-Karte 50,05 GB statt der angepriesenen 4 TB an. Nach dem Einsetzen der Karte in den Adapter der USB-SSD wurden wieder die nahezu 4 TB angezeigt.

Der Aufdruck auf der Rückseite der Karte lässt jedoch darauf schließen, dass es sich um eine 64-GB-Karte handelt, die in Taiwan gefertigt wurde. Das Gehäuse des Steuer-ICs auf dem Adapter wurde offensichtlich bearbeitet, denn die Beschriftung ist kaum lesbar.

Fazit: So verlockend das Angebot auch ist, echte 4 TB kann man für diesen Preis nicht erhalten.

Frank Rutter, DL7UFR



© DC2HB

peater Shift) auf 70 cm von 438,200 ... 439,4375 MHz mit -7,6 MHz

- C2(UK): TX 60 m von 5250 ... 5406,5 kHz; TX 4 m von 70,000 ... 70,500 MHz; ARS auf 70 cm von 433,000 ... 433,375 mit +1,6 MHz und von 434,600 ... 434,975 MHz mit -1,6 MHz

Die beim Umschalten verlorengehenden Speicherinformationen lassen sich anhand vorher auf einer SD-Karte gesicherter Daten wiederherstellen („Extension Settings“ → „SD Card“ → „MEM List Load“). Die Funktion „Menu Load“ von anderen Quellen funktioniert nicht und führt zum Fehler „File Error“. Nebenbei bemerkt: Die auf www.rtsystemsinc.com/ftx-1-radio-programming-software.html verfügbare Programmiersoftware von RT Systems für den FTX-1 funktioniert mit beiden Versionen.

Bernie Arndt, DF4NR

Yaesu FTX-1 – Aktivierung auf 4 m

Im FA 9/2025 berichten Sie im Markt auf S. 680 über den Yaesu FTX-1 und merken an, dass das 4-m-Band bei den in Deutschland erhältlichen Geräten nicht freigeschaltet ist. Das ist korrekt, aber mit einer speziellen Tastenkombination lässt sich der „Destination Code“ umschalten. Hier meine Beschreibung aus der Diskussionsgruppe FTX-1F bei www.groups.io.

Die Version B2(EU) ermöglicht keinen Sendebetrieb auf 70 MHz, auch wenn in vielen europäischen Ländern Funkbetrieb auf 4 m zugelassen ist. Mit folgender Prozedur lässt sich auf die Version C2(UK) umschalten, die das Senden auf 4 m zulässt.

- Transceiver ausschalten
- Die Tasten „MAG(Band)“ und „M>V(MT)“ auf der Oberseite des Transceivers gedrückt halten, während man diesen per Taste einschaltet.
- Nach ein paar Sekunden können die beiden Tasten wieder losgelassen werden.

Diese Prozedur wechselt von B2(EU) auf C2(UK), setzt das Gerät zurück und löscht alle Speicher. Die Unterschiede zwischen beiden Versionen sind:

- B2(EU): TX 60 m von 5351,5 ... 5366,5 kHz; kein Sendebetrieb auf 70 MHz; ARS (Automatic Re-

DSP-Nachrüstung

Möglicherweise interessiert andere Leser des Beitrags „Digitale Signalverarbeitung in älteren Funkgeräten nachrüsten“ im FA 9/2025, ab. S. 697, folgende Information:

Mit deutlich weniger Kosten, aber ohne Endstufe kann man Gleiches mit dem Modul TSA1701 von TinySine tun. Es verwendet den gleichen DSP-IC und kostet beim Hersteller in China 21,20 US-\$, bei einem französischen Vertrieb (Audiophonics) 22,90 € mit geringfügigen Versandkosten. Außerdem braucht man dazu noch einen USB-JTAG-Programmer, der dort für 23,90 € erhältlich ist, was zusammen also mit etwa 47 € zu Buche schlägt.

Das Modul hat einen Stereo-ADU und vier DAU, sodass es häufig als Frequenzweiche für Zweikanal-Lautsprecherboxen eingesetzt wird. Kopfhörer mit 32 Ω Impedanz oder höher lassen sich direkt anschließen. Für den Anschluss eines Lautsprechers braucht man dann jedoch eine passende Endstufe. Geeignete Verstärkermodule für die bei Funkgeräten üblichen Chassis findet man jedoch preiswert im Elektronikhandel.

Kai-M. Lüdeke

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch





Soundkarte als SDR-Empfänger

Als ich den FA 8/25 aus dem Briefkasten nahm, sah ich die Überschrift „Soundkarte als DCF77-Empfänger“ und wusste: Ein Beitrag von Herrn Oßmann ist drin! Ich wurde nicht enttäuscht.

Wie immer, spannend, flüssig zu lesen und logisch. Die Vielzahl der Programme im Download-Bereich war sicher nicht ganz einfach bereitzustellen, wird uns Lesern aber sehr viel helfen – im Verständnis wie in der Umsetzung. Danke dafür!

In meiner Wohnlage ist (bislang) kein DCF77-Empfang möglich, da das Signal-Rausch-Verhältnis nicht gut ist, was primär am Rauschen liegt. Mit der Soundkarte als Testgerät kann ich den Empfänger hoffentlich besser einstellen und mit dem Software-Oszilloskop nach Fehlern oder optimaler Position für den Empfänger suchen.

Alles in allem ist das Thema „SDR-Algorithmen für Einsteiger“ ein Buch wert – sofern man sich nicht in Aachen an der TU einschreiben kann.

Ulrich Führer, DM2FUE

Der Beitrag „Nutzung einer Soundkarte als SDR-Empfänger für DCF77“ beginnt auf S. 627 im Abstrakt mit den Worten „Viele moderne Soundkarten warten mit einer Abtastrate von 192 kHz auf. Sie eignen sich somit zur Verarbeitung von Signalen mit Frequenzen bis 96 kHz.“ Zusammen mit den Ausführungen im ersten Absatz des folgenden Textes wird der Eindruck erweckt, das sei nach dem Abtasttheorem von Shannon für den Empfang des DCF-Signals nötig. Das ist jedoch nicht der Fall.

Bei so einem Schmalbandsignal auf einem HF-Träger erfordert das Abtasttheorem nur eine Abtastrate von dem Doppelten der Modulationsbandbreite. Dazu reicht eine Soundkarte mit einer Abtastrate von z.B. $f_s = 48 \text{ kHz}$ völlig aus. Die Totzeit der Sample/Hold-Schaltung vor dem ADU sollte dafür allerdings nicht größer als die halbe Periodendauer der Trägerfrequenz sein.

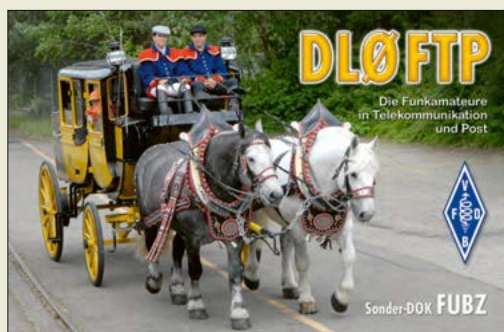
Diese Bedingungen wurden bereits zur Jahrtausendwende von Billigst-(PCI)-Soundkarten im 10-€-Segment von Anubis oder Typhoon mit dem CMedia Chip CM18738 erfüllt. Da diese Karten über keinerlei Anti-Aliasing-Filter vor dem ADU-IC verfügen, ist es damit möglich, DCF77 oder andere Dienste bis 150 kHz zu empfangen (früher z.B. WeFax).

Der Fachbegriff dafür ist Sub-Sampling oder Unterabtastung. Das Signal um den Träger bei 77 kHz erscheint dann bei $2 \cdot f_s - 77 \text{ kHz} = 19 \text{ kHz}$. Da ist natürlich eine Preselektion per Bandfilter sinnvoll,

da andernfalls ein weites Eingangsfrequenzspektrum an allen Vielfachen der Abtastfrequenz in den Basisbandbereich „hinuntergemischt“ wird.

Kai-M. Lüdke

Meine Leistung? Na 2 PS!



PEP-Preisfrage

Gefragt war, wie groß die Hüllkurvenspitzenleistung (PEP) bei Aussteuerung eines SSB-Senders mit zwei gleichgroßen NF-Signalen ist, wenn die an einer 50-Ω-Last gemessene und auf einem Oszilloskop angezeigte Spitzen-Spitzen-Spannung 80 V beträgt.

Die Spitzenhüllkurvenleistung (PEP, *peak envelope power*) berechnet sich nach

$$P_{\text{PEP}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R}$$

aus der Effektivspannung am Lastwiderstand. Da der Effektivwert $U_{\text{eff}} = U_s / \sqrt{2}$ ist, ergibt sich bei Berücksichtigung der Spitzen-Spitzen-Spannung $U_s = 0,5 \cdot U_{\text{SS}}$ folglich:

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} = \frac{0,5 \cdot U_{\text{SS}}}{\sqrt{2}} = \frac{0,5 \cdot 80 \text{ V}}{1,4142} = 28,28 \text{ V}$$

Die Hüllkurvenleistung beträgt somit:

$$P_{\text{PEP}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R} = \frac{(28,28 \text{ V})^2}{50 \Omega} = 16 \text{ W}$$

Die 3 × 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Vanessa Runge
Marcus Goldmann, D07PL
Matthias Brudermann, HB9TPL

Herzlichen Glückwunsch!

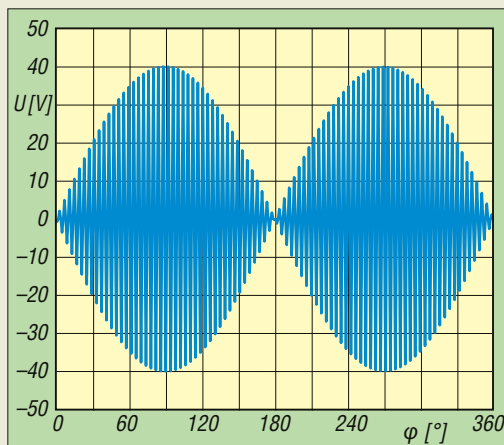
FM-Preisfrage

Zwischen welchen Werten ändert sich der Modulationsindex eines 12,5 kHz breiten FM-Signals, wenn ein NF-Bereich von 300 Hz bis 3 kHz übertragen und nur Seitenschwingungen berücksichtigt werden sollen, deren Amplitude mindestens 10 % der des Trägers beträgt?

3 × 25 €

Einsendeschluss ist der 31. 10. 2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateure.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Mach-Preisfrage vom FA 9/25 können Sie sich noch bis zum 30.9. 2025 versuchen.



Zweitonsignal mit 80 V Spitzen-Spitzen-Spannung

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Mobilfunk-Messwoche

Oft kann ich mit den Editorials im FUNKAMATEUR nicht viel anfangen, aber das im FA 8/25 zu „Wie Statistiken täuschen können“ ist ein Treffer ins Schwarze und hat mir aus der Seele gesprochen.

Ich kann die beschriebenen Beobachtungen von Wolf-Dieter Roth, DL2MCD, bestätigen. Selbst bei mir zu Hause ist der Mobilfunkempfang mangelhaft. Dort wo ich es nicht erwartet habe, auf der weit abgelegenen Schäre in der Schwedischen Ostsee oder im Urwald in Ghana, war das Mobilfunknetz dagegen sehr gut.

Deutschland ist nicht nur im Bereich Mobilfunknetz sondern leider auch bei anderen Infrastrukturen im Vergleich zu anderen Ländern nicht gut aufgestellt. Da ist noch viel Luft nach oben und auch zweifelhafte Statistiken können die Mängel nicht vertuschen. Danke für dieses Editorial!

Olaf Achterberg, DK2LO

Den FUNKAMATEUR in der App lesen





Der **FT-3185E ASP** kommt trotz 85 W Sendeleistung ohne Lüfter aus.

Kompakter Mobiltransceiver FT-3185E ASP für 2 m

Der **FT-3185E ASP** von **Yaesu** ist ein leistungsstarker, kompakter VHF-Mobiltransceiver. Er kommt aufgrund des massiven Kühlkörpers auch bei maximaler Sendeleistung ohne Lüfter aus. Die *Super DX* genannte Funktion in Kombination mit der digital arbeitenden Audio-Signalprozessor-Einheit (*ASP unit*) sorgt dafür, dass auch schwache Signale gut verständlich empfangen werden. Mit der *PMG-Funktion* (*Primary Memory Group*) lassen sich bis zu fünf Kanäle verwalten und deren Status in Echtzeit überwachen.

Weitere Eigenschaften wie *Dual-Watch*, einstellbare Menüs (*CFL, Custom Function List*), zehn NOAA-Wetterkanäle und 221 Speicherkanäle machen den FT-3185E ASP zu einem vielseitigen Gerät für mobile Funkanwendungen.

Info: **Yaesu Musen Co., Ltd.**; www.yaesu.co.uk
Bezug: autorisierte Fachhändler

FT-3185E ASP

Mobiltransceiver

- Frequenzbereiche:
TX 144 ... 146 MHz,
RX 136 ... 174 MHz
- Sendeleistung:
5 W, 20 W, 50 W, 85 W
- Sendart: FM
- NF-Leistung: 3 W
- Spannungsversorgung: 13,8 V
- Stromaufnahme:
TX ≤ 15 A bei $P_A = 85$ W;
RX $\leq 0,7$ A
- Abmessungen (B \times H \times T):
160 mm \times 50 mm \times 185 mm)
- Masse: 1,9 kg
- Preis: 220 €



Montagebeispiel der Kreuzklemme **CPL 54-VA** an zwei Rundrohren

CPL 54-VA

Kreuzschelle

- Krallenschellen für Rundrohre
- Rohrdurchmesser:
38 ... 54 mm
- Grundplatte: Material Edelstahl,
150 mm \times 150 mm, 5 mm dick
- Masse: 1,45 kg
- Preis: 39,95 €

Robuste, leichte Kreuzschelle

Mit der **CPL 54-VA** ist bei **UKW-Berichte** eine weitere robuste Kreuzklemme erhältlich, die komplett aus Edelstahl besteht und sich an Rundrohren mit 38 mm bis 54 mm Durchmesser befestigen lässt. Der Unterschied zu den **CP-** und **CPV-Versionen** liegt in der geringeren Masse. Die neue, um 200 g leichtere Kreuzklemme wiegt nur noch 1,45 kg. Gerade beim Bau von Antennenanlagen ist neben der Masse der einzelnen Komponenten auch die Festigkeit entscheidend. Die 5 mm dicke Edelstahlplatte hat die Abmessungen 150 mm \times 150 mm. Krallenschellen verhindern zuverlässig ein Verdrehen der Rohre in der Klemme.

Die Kreuzklemme **CLP 54-VA** mit der Artikelnummer 02420 kostet 39,95 €. Sie erweitert das breitgefächerte Angebot an mechanischen Lösungen für den Antennenbau und ist ab sofort im Angebot des Online-Shops zu finden.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör,
In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com,
www.shop.ukwberichte.de

Markt

Technische Informationen zum Icom-Transceiver IC-7760

Technische Details zu modernen Transceivern sind in der Regel kaum für jedermann verfügbar. Die Nutzer erhalten eine Bedienungsanleitung, um sich alle Möglichkeiten des Geräts zu erschließen. Für technisch Interessierte bleiben aber immer Fragen offen, auf die sie in solchen Anleitungen keine Antworten finden.

Um diesem Kundenkreis gerecht zu werden, hat **Icom** für den **IC-7760** einen **Technical Report** erstellt und veröffentlicht. Er bewegt sich inhaltlich zwischen der Bedienungsanleitung und dem *Service Manual*, in dem u.a. alle Stromlaufpläne enthalten sind. Viele der näher beleuchteten Sachverhalte dürften sich auch auf andere Transceiver übertragen lassen, wenn diese mit der entsprechenden Eigenschaft besorben werden.

Wer z. B. mehr über die Funktion der *Digital Pre-Distortion* (*DPD*) aber auch die *A/D-Umsetzung*, den *Digital Selector* (*DIGI-SEL*), das Phasenrauschen und den Aufbau einiger Empfänger- und Senderstufen erfahren möchte, kann sich den frei verfügbaren, in Englisch verfassten Bericht herunterladen.

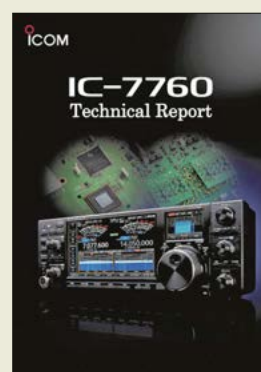
www.icomeurope.com/wp-content/uploads/2025/03/IC-7760_TechnicalReport_0.pdf

IC-7300 MK2 vorgestellt

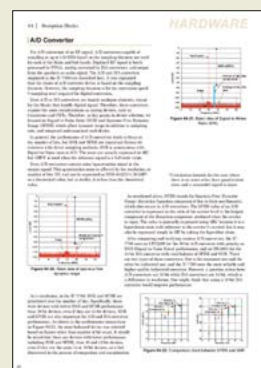
Auf der Ham Fair in Tokio stellte **Icom** den **IC-7300 MK2** vor, einen kompakten Transceiver für KW, 50 MHz und 70 MHz. Dessen Empfänger weist ein geringeres Rauschen durch reziprokes Mischen auf, was einen höheren Dynamikbereich (*RMDR*) zu Folge hat. Ursache ist die verbesserte spektrale Reinheit des ADU-Taktsignals. Das Seitenbandrauschen des Sendesignals konnte im Vergleich zum Vorgänger reduziert werden.

Hinzugekommen sind eine *HDMI-Buchse* zum Anschluss eines Monitors, ein *CW-Decoder* sowie eine Anschlussmöglichkeit für Empfangsantenne, Filter oder Vorverstärker. Eine *USB-C-Buchse* mit dualen virtuellen *COM-Ports* ist für *FT8 & Co* vorgesehen. Der integrierte *LAN-Anschluss* gestattet den einfachen Fernzugriff per optionaler Software *RS-BA1*. Außerdem wird das 5-MHz-Band in der europäischen Version unterstützt. Ein Preis wurde bisher nicht genannt, Lieferbeginn soll Ende dieses Jahres sein.

Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm; Tel. (061 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com



Titelblatt des **Technical Reports** für den **IC-7760 ...**



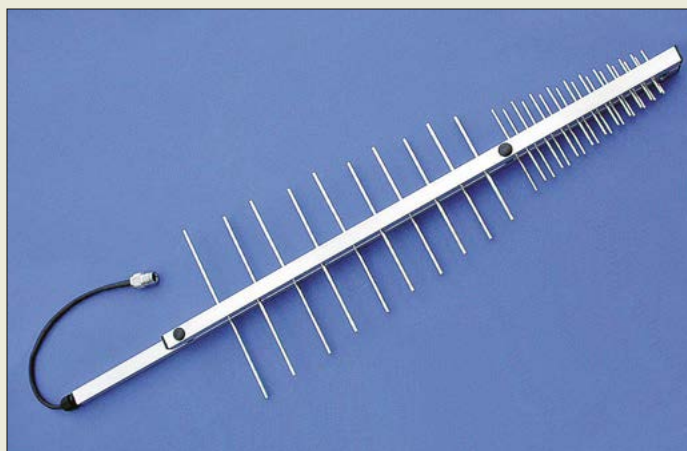
... und eine Seite daraus

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Die Frontseite des **IC-7300 MK2** ist nahezu identisch mit der des Vorgängermodells **IC-7300**. Neuerungen bringen die Rückseite und das Innenleben.



Die beiden Antennen der LP7902G7 sind auf einem Doppelboom montiert.

LP7902G7

Antenne

- Prinzip: logarithmisch-periodisch
- Frequenzbereiche: 790... 1000 MHz, 1700... 2700 MHz
- Gewinn: 9,4 dBi bei 790... 1000 MHz, 8 dBi bei 1700... 2700 MHz
- Vor-Rück-Verhältnis: 18 dB
- Öffnungswinkel: $\alpha_E = 70^\circ$ bzw. 100° , $\alpha_H = 70^\circ$ bzw. 100°
- Windlast: 29 N bei 120 km/h, 52 N bei 160 km/h
- Belastbarkeit: 200 W CW, 400 W PEP
- Montageart: Vormastmontage
- Masthalterung: Stahl verzinkt, alternativ Werkstoff 1.4301 (V2A)
- Anschluss: 50 Ω , N-Buchse
- Masse: 0,85 kg
- Boomlänge: 0,71 m
- Preise: 220 € mit Stahlhalterung, 240 € mit V2A-Halterung

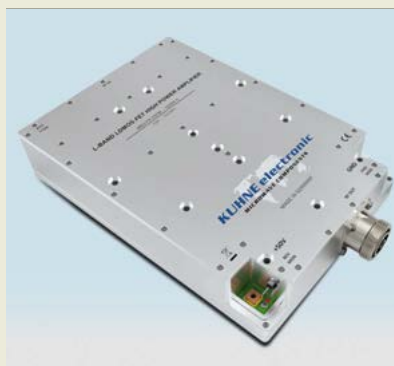
Eine Antenne für GSM bis LTE

Mit der logarithmisch-periodischen Dipolantenne **LP7902G7** hat **ANjo-Antennen** ein Produkt im Portfolio, welches jeweils lückenlos die Frequenzbereiche von 790 MHz bis 1000 MHz und von 1700 MHz bis 2700 MHz abdeckt. Damit ist die Kommunikation via LTE, GSM, LoRaWAN, UMTS, WLAN, LTE 2600 sowie im D- und E-Mobilfunknetz u. a. mit ein und derselben Antenne über ein Speisekabel möglich. Für jeden der beiden Bereiche sind separate Antennen vorhanden, die auf einem gemeinsamen, als Doppelboom ausgelegten Wellenleiter zu einer Antenne zusammengefasst sind.

Um Schäden der angeschlossenen Geräte durch elektrostatische Aufladungen zu vermeiden, hat die Antenne einen Gleichstrom-Kurzschluss mit Verbindung zum geerdeten Antennenstandrohr. Dieser Kurzschluss muss bei Applikationen bedacht und berücksichtigt werden.

Die Antenne ist wahlweise mit einer verzinkten Stahlschelle oder mit einer Mastschelle aus 1.4301 (V2A) lieferbar.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (02452)15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de



Der Leistungsverstärker MKU PA 23CM-1200W A besitzt zur Kühlung ein gefrästes Gehäuse aus Aluminium und Kupfer.

23-cm-Leistungsverstärker

1200 W Ausgangsleistung, verbunden mit 45 % Wirkungsgrad und guter Linearität, erreicht der für das 23-cm-Amateurfunkband von **Kuhne electronic** entwickelte Linearverstärker **MKU PA 23CM-1200W A**. Das Gerät basiert auf LDMOS-Transistortechnologie. Die Versorgungsspannung beträgt 50 V.

Die Verstärkung ist mit 17 dB angegeben, sodass für die nominelle Ausgangsleistung etwa 20 W bis 30 W Eingangsleistung erforderlich sind.

Der Verstärker lässt sich mit einer Gleichspannung aktivieren. Ein Detektorausgang zur Überwachung der vor- und rücklaufenden Spannung ist ebenso vorhanden wie eine Über-temperaturabschaltung mit einer Schwelle von 75 °C.

Das gefräste, vernickelte Gehäuse aus Aluminium und Kupfer gewährleistet eine ausreichende Wärmeabfuhr. Die Montage kann nahe der Antenne erfolgen, um durch geringe Koaxialkabelnängen die Leitungsverluste niedrig zu halten.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; http://shop.kuhne-electronic.de

MKU PA 23CM-1200W A

Linearverstärker

- Frequenzbereich: 1280... 1300 MHz
- Ausgangsleistung: ≤ 1200 CW
- Eingangsleistung: 20... 30 W
- Verstärkung: 17 dB
- Oberwellenunterdrückung: 37 dB bei $P_A = 1000$ W
- Übertemperaturschutz: 75 °C
- Versorgungsspannung: 50 V
- Stromaufnahme: ≤ 57 A, Ruhestrom 4 A
- SWV der Last: $s \leq 1,8$
- Eingang: SMA-Buchse, 50 Ω
- Ausgang: 7/16-Buchse, 50 Ω
- Gehäuse: Aluminium und Kupfer, vernickelt
- Abmessungen ($B \times H \times T$): 156 mm \times 43 mm \times 223 mm
- Masse: 5,2 kg
- Preis: 3490 €

Passive Breitband-Loop für einen großen Frequenzbereich



Verbindungsstelle der Deshibo WV-601



Die gesamte Antenne wird an der Basis am Kunststoffstandrohr befestigt.

Die von **WiMo** importierte **Deshibo WV-601** ist eine passive, breitbandige Empfangsantenne. Mit ihrem Schleifendurchmesser von lediglich 72 cm kann sie auch dort eingesetzt werden, wo die Verwendung größerer Richtantennen oder langer Drähte nicht möglich ist.

Den nutzbaren Frequenzbereich gibt WiMo mit 0,1 MHz bis 999 MHz an, sodass sich die Antenne für Lang-, Mittel- und Kurzwellen ebenso eignen sollte, wie für den VHF/UHF-Bereich. Durch die ausschließliche Verwendung von passiven Bauteilen ist keine Spannungsversorgung erforderlich, es wird lediglich ein Antennenkabel an die dafür vorgesehene BNC-Buchse angeschlossen. Das mitgelieferte Kunststoffrohr nebst Montage-material gestattet eine schnelle Befestigung an einem vorhandenen Antennenmast, Balkengeländer usw.

Die Antenne ist für den Einsatz im Freien konzipiert und entsprechend wetterfest aufgebaut. Der Aufbauort sollte möglichst hoch und frei von Hindernissen gewählt werden. Die Loop ist zweiteilig konstruiert und lässt sich für Transport und Lagerung platzsparend zerlegen.

Die Masse der WV-601 beträgt ohne Kabel und Standrohr 490 g. Mitgeliefert werden ein 10 m langes BNC-Kabel sowie zwei Adapterkabel für verschiedene Antennenanschlüsse, außerdem unterschiedliche Koaxialadapter und das nötige Montagematerial. Die Loop ist bei WiMo zum Preis von 189 € verfügbar.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com

Deshibo WV-601

Breitbandantenne

- Ausführung: Schleife
- Frequenzbereich: 0,1... 999 MHz
- Durchmesser: 72 cm
- Standrohr: 80 cm
- Schutzart: IPX4
- Masse: 490 g ohne Kabel und Standrohr
- Preis: 189 €

Der 2-m-Transverter **BX-302-OCXO-R** war als Bausatz konzipiert und ist seit einiger Zeit ausverkauft. Im Angebot ist noch ein kleiner Restbestand an Fertiggeräten mit Messprotokoll.

BX-302-OCXO-R

Transverter

- Eingangsfrequenz: 144...146 MHz
- ZF: 28...30 MHz
- Durchgangsverstärkung: 21 dB
- Rauschmaß: 1,9 dB
- Eingangsleistung: 1...10 W einstellbar oder 0 dBm über separaten Eingang
- Ausgangsleistung: 40 W HF CW/FM
- IMD3: 21 dB bei $P_E = 2 \times 10$ W
- Spannungsversorgung: 12...14 V, 8 A
- Abmessungen (B x H x T): 150 mm x 80 mm x 200 mm
- Masse: 2,56 kg
- Preis: 350 €

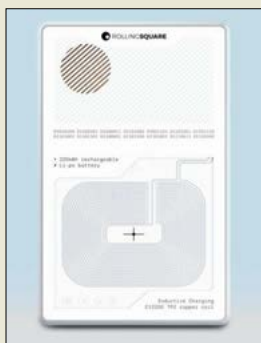


Neues aus dem Leserservice

Von dem inzwischen ausverkauften und nur zu Referenzzwecken im Online-Shop des **FA-Leserservice** angezeigten 144-MHz-Transverter mit 28-MHz-ZF (Artikelnummer **BX-302-OCXO-R**) sind noch einige aufbereitete, geprüfte und mit Messprotokoll versehene Fertiggeräte für 350 € erhältlich. Diese 2-m-Version der von U. Richter, **DC8RI**, entwickelten Transverter wurde im FA 5/2015 und FA 6/2015 beschrieben.

Außerdem wird in Kürze das Sortiment an Ferrit- bzw. Pulvereisen-Bauteilen um für HF-Bastler interessante Ringkerne und Doppelochkerne erweitert. Hier lohnt sich das Stöbern im Online-Shop, da einige Exemplare nur in begrenzter Stückzahl verfügbar sein werden.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateurl.de, shop@funkamateurl.de



Vorderseite des AirCard Pro mit der Ladespule ...



... und Rückseite mit dem QR-Code

AirCard Pro

Bluetooth-Tracker

- Bluetooth-Schnittstelle
- Ortung über Android-Netzwerk Find My Device
- Identifikation mit QR-Code
- Lautsprecher integriert
- Spannungsversorgung: 220-mAh-Akkumulator, Laufzeit 14 Monate, kabelloses Laden in 90 min
- Gehäuse: Aluminium, gehärtetes Glas
- Abmessungen (B x H x T): 85,4 mm x 2,2 mm x 54 mm
- Masse: 19 g
- Preis: 39,90 €

Pulssonden zur EMV-Prüfung an Schaltkreisen

Langer EMV-Technik erweitert das Angebot an Spitzen zur EM-Einkopplung an ICs. Die durch die Serie **ICI-DP** bekannten Spitzengrößen 250 μ m und 1000 μ m sind ab sofort auch für die **ICI**-Serie verfügbar. Die neuen Sonden **ICI HH250-15 L-EFT** und **ICI HH1000-15 L-EFT** können zu einem bestehenden Sonden-Set hinzugefügt werden oder zusammen mit der Spannungsversorgung und Steuereinheit für Pulssonden **Burst Power Station BPS 202** (siehe FA 8/2025, S. 598) erworben werden. Neben dem Standardspitzentyp 01 (Tip Type 01) bietet Langer EMV auf Kundenanfrage auch weitere, mechanisch geringfügig unterschiedliche Ausführungen an.

Langer EMV-Technik GmbH, Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannewitz, Tel. (0351) 43 00 93 29; www.langer-emv.de, sales@langer-emv.de



Auf Wunsch sind die Pulssonden der ICI-Serie, hier die **ICI HH 250-15 L-EFT** mit Standardspitze 01, auch mit anderen Spitzenformen erhältlich.

„Unsichtbare“ Koaxialkabel

Ist beispielsweise beim Portabelbetrieb ein Koaxialkabel möglichst unauffällig zu verlegen, kann das von **Messi & Paoloni** erhältliche **Stealth-Flex7 Tactical Kit** genutzt werden. Es umfasst 15 m bzw. 30 m Koaxialkabel **Stealth-Flex7** mit dunkelgrün eingefärbtem PVC-Mantel. Diese Farbe weisen auch die mitgelieferte Kabelrolle und die Transporttasche auf.

Der Kabelmantel besitzt einen Durchmesser von 7,65 mm. Die Dämpfung ist mit 3 dB/100 m bei 28 MHz, 6,9 dB/100 m bei 144 MHz und 12,3 dB/100 m bei 430 MHz angegeben. Die Schirmung besteht aus zwei jeweils 144 verkupferten Aluminiumdrähten hergestellten Geflecht und zusätzlich einer darunter liegenden Kupferfolie. Der Innenleiter ist aus 19 Kupferdrähten gefertigt. Die Belastbarkeit beträgt laut Hersteller 1448 W auf 28 MHz, 629 W auf 144 MHz und 353 W auf 430 MHz.

Das zum Einsatz kommende **Stealth-Flex7** ist ohne Rolle und Tasche auch in Längen von 6 m, 8 m, 80 m und als Meterware, jeweils mit konfektionierten Steckverbindern PL259-EVO, erhältlich.

Messi & Paoloni Srl, Via Giovanni Conti 1, 60131 Ancona, Italien, E-Mail: web@messi.it; <https://messi.it>



Aufbau des Koaxialkabels **Stealth-Flex7**

Stealth-Flex7 Tactical Kit

Koaxialkabel

- Dämpfung: 3 dB/100 m bei 28 MHz, 6,9 dB/100 m bei 144 MHz, 12,3 dB/100 m bei 430 MHz
- Belastbarkeit: 1448 W auf 28 MHz, 629 W auf 144 MHz, 353 W auf 430 MHz
- Preise: Kit mit 15 m Kabel 164,96 €
Kit mit 30 m Kabel 256,35 €
Kabel separat 6,09 €/m



Das **Stealth-Flex7 Tactical Kit** umfasst neben 15 m bzw. 30 m Koaxialkabel mit Steckverbindern der Norm PL259-EVO auch eine Kabelrolle mit Kurbel und eine Transporttasche.

Mogelpackung aus Fernost: Lithium-Ionen-Akkumulator

INGO MEYER – DK3RED

Handelsübliche Bauformen von Lithium-Ionen-Akkumulatoren sind entweder Einzelzellen oder kompakte Blöcke, bei denen mehrere Zellen mechanisch und elektrisch fest miteinander verbunden sind. Das äußere Erscheinungsbild kann durchaus auch einem Bleigelakkumulator ähneln, wie im vorliegenden Fall. Nicht jedes Produkt dieser Art hält jedoch, was der Aufkleber verspricht.

Vor kurzem erhielt ich einen 12-V-Akkumulator zum Testen. Er besaß mit 150 mm × 96 mm × 65 mm in etwa dieselben Abmessungen wie die von kleinen Funkstationen häufig genutzten 12-V-Bleigel- oder die LiFePO₄-Akkumulatoren mit 12,8 V Nennspannung und Faston-Anschlüssen. Während diese jedoch exemplarabhängig nur eine Nennkapazität von 6 Ah bis 7,2 Ah besitzen, sollte das nachfolgend näher in Augenschein genommene Exemplar 20 Ah aufweisen, Bild 1.



Bild 1: Untersuchter Akkumulator ...



Bild 2: ... mit geöffnetem Gehäuse

Die technischen Daten auf den Händler-Websites der einschlägigen Internetplattformen waren unterschiedlich und teils widersprüchlich. Daher ging ich von den auf dem Akkumulator angegebenen Werten aus, Bild 3. Das Erste, was mir auffiel, war die gegenüber gleich großen LiFePO₄-Akkumulatoren vergleichsweise geringe Masse von 772 g.

Abschaltspannung

Da der Ladezustand unbekannt war, entlud ich den Akkumulator. Als Last kamen 12-V-Lampen aus dem Kfz-Bereich zum Einsatz. Es floss mit anfangs 1,1 A ein

Strom unterhalb des angegebenen Maximalwerts von 5 A. Bereits bei 9,39 V schaltete das integrierte Batterie-Management-System (BMS) zum Schutz vor Tiefentladung ab. Auf dem Label ist jedoch ein Spannungsbereich von 9 V bis 12 V vermerkt.

Laden, entladen

Aus den angegebenen 12,6 V Ladespannung ließ sich schlussfolgern, dass drei in Reihe liegende Lithium-Ionen-Zellen mit jeweils 4,2 V Ladeschlussspannung verbaut wurden. Doch diese Zellen besitzen nur eine Nennspannung von 3,6 V, woraus sich folglich nur $3 \cdot 3,6 \text{ V} = 10,8 \text{ V}$ Nennspannung ergeben. Beim vorliegenden Akkumulator waren jedoch 12 V aufgedruckt.

Als Ladegerät diente ein Labornetzteil mit einer auf 12,6 V eingestellten Ausgangsspannung und etwa 2 A Strombegrenzung, dem Maximalwert des Ladestroms. Ein Amperestunden- und Energiezähler mit Strom- und Spannungsmesser wurde beim Laden zwischen Netzteil und Akkumulator geschaltet. Das Ende des Ladevorgangs war an dem auf wenige Milliampere, hier unter 5 mA, zurückgegangenen Ladestrom erkennbar. Dieser Wert war zum Ausgleich der Selbstentladung erforderlich. Beim Laden wurden 7,11 Ah Nennladung bzw. 87,9 Wh Energie zugeführt.

Beim kontrollierten Entladen des nunmehr voll geladenen Akkumulators waren nur 7,03 Ah (82,2 Wh) entnehmbar, weit entfernt von der Herstellerangabe von 20 Ah.

Wirkungsgrad, Selbstentladung

Der als Verhältnis von entnommener und eingeladener Kapazität definierte *coulombsche Wirkungsgrad* (Ladefaktor) gibt Aufschluss über die Ladungsverluste. Er erreicht mit 7,03 Ah/7,11 Ah $\approx 99 \%$ den bei Lithium-Ionen-Akkumulatoren üblichen Wert. Aussagekräftiger ist der *energetische Wirkungsgrad* (Gesamtwirkungsgrad), da darin alle thermischen und

Herstellerangaben und Testergebnisse

Parameter	Hersteller	laut Test
Nennspannung	12 V	10,8 V
Nennladung	20 Ah	7 Ah
Klemmen-spannung	9 ... 12 V	9,4 ... 12,5 V

Spannungsverluste eingeschlossen sind. Mit 82,2 Wh/87,9 Wh $\approx 94 \%$ entspricht das Ergebnis dem von neuen Zellen.

Nach dem nochmaligen vollständigen Aufladen trennte ich den Akkumulator für zwei Wochen vom Ladegerät. Danach mussten 0,22 Ah (2,9 Wh) nachgeladen werden, um wieder den am niedrigen Ladestrom erkennbaren vollen Ladezustand zu erreichen und die Selbstentladung auszugleichen.

Blick ins Innere

Nach dem vorsichtigen Öffnen des Kunststoffgehäuses kam ein aus 15 Zellen bestehendes Paket zum Vorschein, das in das Gehäuse eingeklebt war, Bild 2. Auf einer Paketschmalseite befand sich die verschweißte Leiterplatte des BMS. Von den Abmessungen her konnte es sich um Zellen der Baugröße 18650 handeln, die jeweils 18,6 mm Durchmesser und eine Länge von 65,2 mm besitzen.

Ausgehend von den Erkenntnissen hinsichtlich der Ladespannung konnten die 15 Zellen nur als 3S5P zusammengeschaltet sein, also drei Zellen in Serie und von diesen fünf parallel. Demnach besaß jede der fünf parallelgeschalteten Zellen eine Kapazität von $7 \text{ Ah}/5 = 1400 \text{ mAh}$.

Nutzungsmöglichkeiten

Der untersuchte Akkumulator ist leider eine Mogelpackung, wenn man die propagierten technischen Daten zugrundelegt. Zum Wegwerfen ist er allerdings zu schade, denn er kann durchaus als Energiespeicher mit 10,8 V und 7 Ah genutzt werden.

Wie jeder Akkumulator ist auch dieser bei längeren Nutzungspausen regelmäßig nachzuladen, damit er sich nicht unter die Entladeschlussspannung von in diesem Fall $3 \cdot 2,7 \text{ V} = 8,1 \text{ V}$ entlädt.

elektronik@funkamateurl.de



Bild 3: Aufkleber mit technischen Daten
Fotos: DK3RED

Aktive Kühlung von Bauteilen bei geringer Gehäusebauhöhe

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Die effektive und effiziente Entwärmung von Bauteilen in elektronischen Schaltungen ist von großer Bedeutung, aber nicht immer problemlos zu realisieren. Zunehmend höhere Bestückungsdichten erfordern eine immer aufwendigere Planung beim Leiterplattenlayout. Unterstützung hierbei bieten moderne aktive Kühlkörper.

Die elektronischen Komponenten eines Geräts oder einer Baugruppe erzeugen selten das gleiche Maß an Abwärme. Das zur Kühlung oft angewendete, gießkannenartige Verfahren, eine undefinierte Luftmenge über alle Bauteile zu leiten, ist preiswert und erfüllt in vielen Fällen seinen Zweck. Es stößt jedoch bei hoher Bestückungsdichte in Kombination mit unterschiedlichen Bauteilhöhen an seine Grenzen. Außerdem beanspruchen die entsprechenden Lüfter ihrerseits Platz, der sich in größeren Gerätegehäusen niederschlägt.

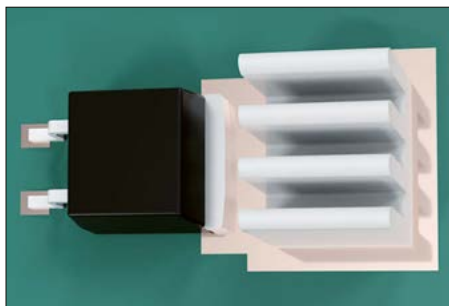


Bild 1: Passive Kühlung mittels eines neben dem Bauteil auf einer größeren Kupferfläche platzierten Kühlkörpers

Bei Anwendungen von Gehäusen im Außenbereich kann ein Lüfter mit Verbindung zur Umgebungsluft sogar schädlich sein, da dieser ungewollt Feuchtigkeit in das Innere transportiert. Als Folge können Schäden an der Gehäusekonstruktion und den elektronischen Schaltungen entstehen [1].

■ Gezielte Kühlung

Sinnvoller ist es daher, die von hoher Wärmeabgabe betroffenen Bauteile gezielt zu kühlen. Das kann nicht nur einen überhöhten Energieverbrauch des betreffenden Gerätes vermeiden, sondern auch eine Geräuschbelastung durch überdimensionierte und ständig laufende Lüfter. Eine direkte Kühlung kann zudem Auswirkung auf die Lebensdauer eines Bauteils haben, da ein Ansteigen der Temperatur um 10 K diese – statistisch betrachtet – halbiert.

Passives Verfahren

Eine Methode besteht darin, passive Miniatur-Kühlkörper auf einer gesonderten Kupferfläche direkt neben dem Bauteil zu platzieren, Bild 1. Dies ist jedoch aus Platzgründen nicht immer möglich. Da moderne Bauelemente zugleich mehrere Funktionen integrieren, entsteht durch diese Leistungssteigerung tendenziell mehr Verlustwärme, welche durch eine passive Kühlung oft nicht ausreichend abgeführt wird.

Aktives Verfahren

Die bessere Lösung ist die Verwendung aktiver, direkt auf der Bauteiloberfläche montierter Kühlkörper. Derartige Verfahren werden beispielsweise seit langem in PCs für die Entwärmung der CPUs (*Central Processing Units*) angewendet. Die Kühlkörper bestehen aus einem klassischen gerippten Aluminiumblock mit aufgesetztem Miniaturlüfter und ermöglichen bei geringer Bauhöhe eine selektive Temperaturreduzierung thermisch belasteter Bauelemente. Diese Form der Kühlung eröffnet neue und vielversprechende Möglichkeiten im Leiterplattenlayout. Sie erlaubt beispielsweise die individuelle Bauteilplatzierung, losgelöst von der Notwendigkeit, stark wärmeerzeugende Bauteile auf wärmeableitenden Platinenbereichen oder Gehäusewänden montieren zu müssen.

Für solche Zwecke wurden Modelle wie HZ25B05A und HZ30B05A [2] konzipiert, die in Zusammenarbeit mit [3] entstanden sind. Im Unterschied zu herkömmlichen Lüfter-Kühlkörper-Kombinationen wurde hier der Lüfter jedoch nicht einfach auf den Kühlkörper montiert, sondern bündig in diesen integriert, wodurch eine noch flachere Bauweise bei maximaler Leistung erreicht wird, Bild 2. Aktive Kühlkörper zielen auf die Entwärmung von Bauteilen mit mittlerer Wärmeerzeugung ab. In diese Kategorie fallen u.a. Mikroprozessoren oder Grafikprozessoren, aber beispielsweise auch Leistungsbauteile kleinerer Endstufen.

Technische Daten aktiver Kühlkörper

Parameter	HZ25B05A	HZ30B05A
U [V]	5	5
R_{th} [K/W]	8,9	4,7
I_B [mA]	60	80
I_{Bmax} [mA]	130	150
Geräusch [dB(A)]	11	10
Drehzahl [min^{-1}]	11 200	11 500
PWM	nein	nein
Betriebs-temperatur [°C]	-10 ... 80	-10 ... 80
Lagersystem	MagFix	Gleitlager
Masse [g]	11	11
Zertifizierungen	CE	CE/CA

Der HZ25B05A, erhältlich bei [4], weist eine Grundfläche von 25 mm × 25 mm und eine Bauhöhe von 6,5 mm auf. Sein thermischer Widerstand beträgt $R_{th} = 8,9$ K/W. Ein Vergleich mit dem größeren passiven Kühlkörper ICKSMDE29SA [5], der eine Grundfläche von 29 mm × 29 mm und eine Bauhöhe von 8 mm sowie $R_{th} = 18$ K/W aufweist, verdeutlicht das enorme Leistungspotenzial des aktiven Kühlkörpers. Der HZ30B05A, erhältlich bei [6], mit einer Grundfläche von 30 mm × 30 mm und einer Bauhöhe von 8 mm weist einen $R_{th} = 4,7$ K/W auf.

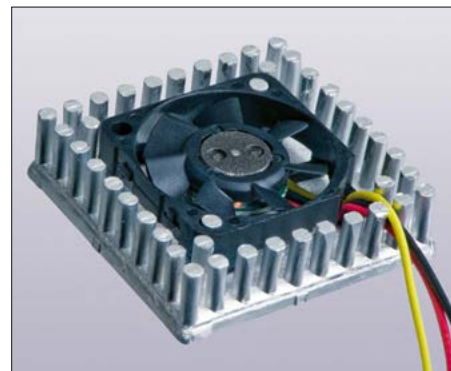
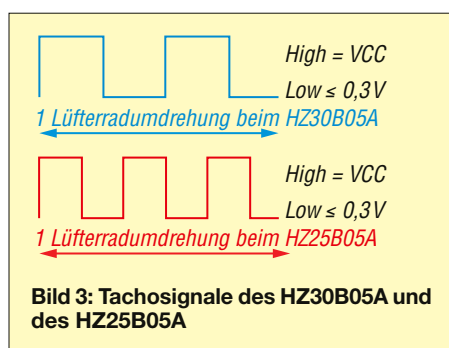


Bild 2: Aktiver Kühlkörper HZ25B05A; der Lüfter ist versenkt montiert, wodurch sich eine geringe Gesamthöhe ergibt.

Beide Modelle werden mit einer Spannung von 5 V betrieben. Trotz der recht hohen Drehzahl von 11 200 Umdrehungen pro Minute bzw. 11 500 Umdrehungen pro Minute beträgt das erzeugte Geräusch lediglich 11 dB(A) bzw. 10 dB(A). Eigene Versuche zeigten, dass die Lüfter nach dem Einbau der Leiterplatte in ein Gehäuse kaum hörbar sind.

Der HZ25B05A besitzt zudem ein innovatives Lagersystem, genannt *MagFix*. Der Begriff steht für eine magnetische Positionierung des Lüfterrades bzw. des Rotors. Hiermit soll das Herausziehen von Öl aus dem Sinterlager vermieden werden, denn eine ungenügende Ölversorgung im Gleitlager kann zu einer erhöhten Geräuschentwicklung, einer Reduzierung seiner Umdrehungszahl und schließlich sogar zum Ausfall führen.



Die MagFix-Lagerung besteht aus einem Gleitlager für die radiale Positionierung und einem sogenannten *Spurlager*, das die axiale Fixierung an der Spitze der Rotorwelle übernimmt. Durch dieses Prinzip bleiben die Lagerschultern frei und ein Abwandern des Öls wird vermieden. Das wiederum ermöglicht eine längere Lebensdauer, ein niedriges Laufgeräusch und eine Betriebstemperatur bis 80 °C. Weitere technische Daten der aktiven Kühlkörper HZ25B05A und HZ30B05A können der Tabelle entnommen werden.

■ Tachosignal

Zur Drehzahlüberwachung besitzen beide Lüfter einen sogenannten *Tachoaussgang*, der ein Rechtecksignal liefert, Bild 3. Der Low-Pegel ist mit einem Maximalwert von 0,3 V definiert, der High-Pegel erreicht den Wert der Versorgungsspannung VCC. Bei der Auswertung ist zu beachten, dass der HZ30B0A zwei Signalzyklen pro Umdrehung liefert, während der HZ25B0A drei Signalzyklen bereitstellt. Bei Stillstand des Lüfters kann das Tachosignal, je nach Stellung des Lüfterrotors, als High- oder Low-Pegel anliegen.

Der Tachoaussgang ist als *Open-Kollektor* ausgeführt, d.h., er ist entweder hoch- oder niederohmig. Es darf bei dieser Art der Signalarbeitstellung nicht übersehen werden, dass der Tachoaussgang nicht kurzschlussicher ist und demzufolge einen *Pull-Up-Widerstand* erfordert. Der Stromfluss über die Tachoelektronik ist

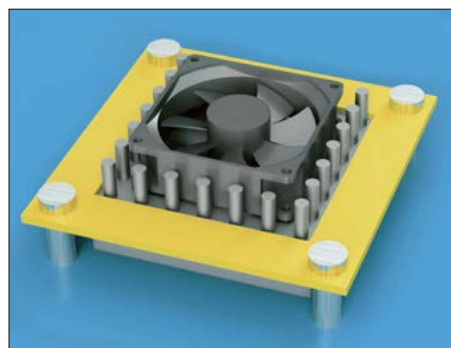
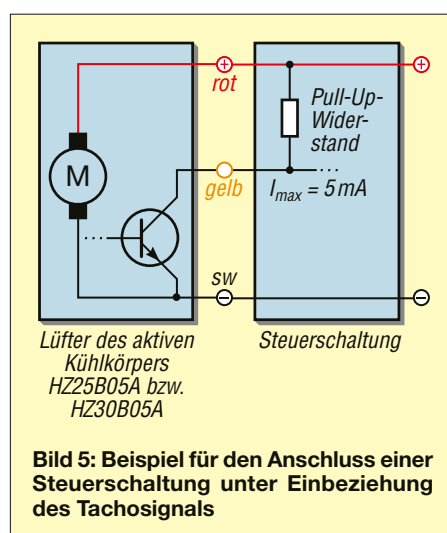


Bild 4: Optionaler Halterahmen für den aktiven Kühlkörper
Fotos: DL1DBL

auf maximal 5 mA zu begrenzen und ein nicht genutzter Tachoaussgang ist zu isolieren. Bild 5 zeigt eine Möglichkeit für die Steuerschaltung. Die Spannungsversorgung ist auf konstante 5 V ausgelegt. Die Regelung der Lüfterdrehzahl über eine variable Versorgungsspannung bzw. Pulsweitenmodulation (PWM) ist nicht vorgesehen, denn diese könnte dazu führen, dass sich die High-Signale des Tachoaussgangs auf die Zeitbasis bezogen unkontrolliert ändern. Mögliche Auswertungsprobleme wären die Folge. Der Tachoaussgang ist daher nur zur Drehzahlüberwachung zu verwenden.



■ Befestigung

Für die Befestigung aktiver Kühlkörper auf einem Bauteil gibt es verschiedene Möglichkeiten. Das Unternehmen SEPA [2] führt passende doppelseitige Klebebänder im Angebot. Das Produkt TCT24-0.25 ist dem HZ25B05A, das Produkt TCT35-0.25 dem HZ30B05A zugeordnet. Die Klebebänder stellen die thermische Schnittstelle zwischen dem zu entwärmenden Bauteil und dem Kühlkörper dar und bestehen aus einem wärmeleitenden Acrylplättchen mit Oxidpartikeln sowie beidseitigen Klebstoffträgern. Die Wärmeleitfähigkeit beträgt $\lambda = 1,0 \text{ [W/(m}\cdot\text{K)]}$. Gemäß den Herstellerangaben zeigten sich selbst bei Vibrations-tests von 10 G keine nachteiligen Auswirkungen.

Laut Hersteller eignen sich die Klebebänder auch für eine Befestigung an vertikalen Kühlkörpern, wodurch Klammern, Schrauben oder andere mechanische Befestigungselemente sowie das Aufbringen von Wärmeleitpaste nicht erforderlich sind. Das problemlose Entfernen ist ebenfalls möglich, was die Durchführung von Reparaturarbeiten vereinfacht.

Falls die Wärmeleitfähigkeit der Klebebänder nicht ausreicht, lässt sich diese durch die zusätzliche Verwendung einer *Wärmeleitpaste* wie z.B. *Keratherm KP12* [7] von [8] erhöhen. In diesem Fall ist allerdings eine mechanische Fixierung des aktiven Kühlkörpers erforderlich, Bild 4, denn die Wärmeleitpaste bietet selbst keine ausreichende Adhäsion, um eine feste Verbindung zwischen aktivem Kühlkörper und Bauelement sicherzustellen.

Hier schafft ein auf der Stufe des Miniaturkühlkörpers aufliegender Halterahmen Abhilfe. Dieser wiederum wird über Abstandshalter mit Schraubenelementen, die in die Platine eingelassen sind, fixiert. Ein Halterahmen lässt sich durch Zuschneiden bzw. Ausfräsen aus einem dünnen Metallblech oder mittels 3D-Druckverfahren bedarfsgerecht herstellen.

■ Zusammenfassung

Aktive Kühlkörper stellen neue Designmöglichkeiten bei der gezielten Entwärmung einzelner Bauteile dar, ohne dass durch diese Maßnahmen die Größe der Gesamtschaltung wesentlich erhöht wird. Das Konzept der direkten Entwärmung ermöglicht nicht nur eine Geräuschreduzierung und die Vermeidung überdimensionierter Luftmengen zur Kühlung, sondern auch eine Entkopplung von der Außenluft bei Gehäuseeinbau.

Trotz der hohen Lüfterdrehzahl ist die Geräuschentwicklung gering. Je nach Erfordernis der thermischen Schnittstelle kann das Entwärmungskonzept mit einer einfach zu verarbeitenden doppelseitigen Klebefolie oder mit einer effizienteren Wärmeübertragung durch eine Wärmeleitpaste mit entsprechend hoher Wärmeleitung und einem Halterahmen erfolgen.

worldoffhamradio@gmx.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Schönwälder, G., DL1DBL: Tipps gegen Feuchtigkeit und Korrosion in Schaltschränken. FUNK-AMATEUR 73 (2024) H. 7, S. 530–531
- [2] SEPA Europe GmbH, Hartheimer Straße 6, 79427 Eschbach/Germany; www.sepa-europe.com
- [3] Alutronic Kühlkörper GmbH und Co. KG, Auf der Löhke 9–11, 58553 Halver; www.alutronic.de
- [4] reichelt elektronik GmbH, Elektronikring 1, 26452 Sande; www.reichelt.de
- [5] Fischer Kühlkörper ICK SMD E 29 SA, Fischer Elektronik GmbH & Co. KG, Nottebohmstr. 28, 58511 Lüdenscheid; www.fischerelektronik.de
- [6] Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Straße 1, 92240 Hirschau; www.conrad.de
- [7] Datenblatt Keratherm KP12: www.kerafol.com/wp-content/uploads/2024/05/Kerafol_Keratherm_Datenblatt_KP97_98_99_12_14_05-24.pdf
- [8] KERA-FOL Keramische Folien GmbH & Co. KG, Koppe-Platz 1, 92676 Eschenbach i. d. Opf.; www.kerafol.com

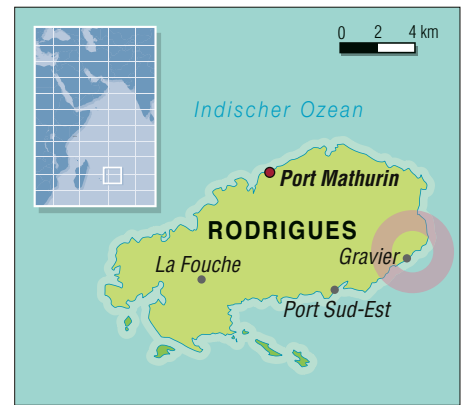
Funkabenteuer Indischer Ozean: 3B9DJ von der Insel Rodrigues

TEAM 3B9DJ

Vom 24. 3. bis 5. 4. dieses Jahres war die politisch zu Mauritius gehörende Insel Rodrigues, IOTA AF-017, das Ziel einer tschechischen DXpedition. Trotz zeitweise schwieriger Ausbreitungsbedingungen gelangen unter dem Rufzeichen 3B9DJ über 79 000 Funkverbindungen auf Kurzwelle und 6 m sowie über QO-100. In seinem Reisetagebuch berichtet das Team über diese Funkreise in den Indischen Ozean.

Rodrigues, Präfix 3B9, gehört politisch zur Republik Mauritius und wird von dort verwaltet. Die Insel mit dem IOTA-Kenner AF-017 liegt mitten im Indischen Ozean, etwa 560 km nordöstlich von Mauritius, und ist 18 km lang sowie 8 km breit. Die Hauptstadt Port Mathurin hat rund 6000 Einwohner. Insgesamt leben

OK1CRM, und Petr, OK1BOA. Während der weiteren Planung diskutierten wir, welche Antennen wir mitnehmen würden. Der begrenzende Faktor war wie immer die Masse des erlaubten Freigepäcks mit 23 kg pro Koffer und 12 kg für das Handgepäck. Unsere Wahl fiel auf zwei Spiderbeams, eine Vertikalantenne für



Team 3B9DJ
(v.l.n.r.):
David, OK6DJ,
Palo, OK1CRM,
Milan, OK7GU,
Robert, 3B9FR,
Petr, OK1BOA, und
Ruda, OK2ZA

Fotos: Team 3B9DJ

rund 40 000 Menschen mit überwiegend afrikanischen Wurzeln auf Rodrigues. Vor unserer Aktivität lag 3B9 auf Platz 161 der meistgesuchten DXCC-Gebiete. Die Idee, Rodrigues zu aktivieren, entstand im Juni 2024 während des Treffens von David, OK6DJ, und Milan, OK7GU, auf der Ham Radio in Friedrichshafen. Da neben OK6DJ auch Ruda, OK2ZA, bereits zum Team der VK9CV-Aktivität von Kokos-Keeling (s. FA 6/2025, S. 434 ff.) gehört hatte, sollte er in Begleitung seiner Frau Janička auch an dieser neuen DXpedition teilnehmen. Nach unserer Rückkehr aus Friedrichshafen begann die Planung. Auf der Suche nach einem geeigneten Standort fanden wir das *Le-Refuge*-Resort. Am 23. 12. 2024, nachdem wir von Gewaltausbrüchen nach den Präsidentschaftswahlen in Mosambik erfahren hatten, entschieden wir, die ursprünglich für Januar 25 dorthin geplante DXpedition unseres CDXP-Teams aus Sicherheitsgründen zu verschieben. Damit war die Bahn frei für 3B9.

Bald war die Reisegruppe komplett: David, OK6DJ, Milan, OK7GU, Ruda, OK2ZA, mit seiner Ehefrau Janička, Palo,

80 m und eine Inverted-L für 160 m auf einem gemeinsamen Mast, Vertikalstrahler für 30 m und 40 m sowie Dipole für 12 m und 17 m. Als Funkgeräte sollten zwei Icom IC-705, zwei Kenwood TS-480HX sowie ein SunSDR Pro2, als Endstufen vier JUMA (1 kW) und eine ACOM 500S (500 W) zum Einsatz kommen.

■ Reise und Ankunft

23. 3. 25 – Am Tag der Abreise trafen sich Palo, OK1CRM, und Milan, OK7GU, am frühen Morgen bei David, OK6DJ, luden Ausrüstung und Gepäck in Milans Auto und fuhren zum Prager Flughafen. Ruda, OK2ZA, und Janička reisten aus Sudice an. Petr, OK1BOA, lebt in Prag und hatte



Unser Standort auf Rodrigues mit dem Shack unterhalb der überdachten Veranda

den kürzesten Weg. Gegen 8.30 Uhr trafen wir uns am Flughafen. Dort wogen wir noch einmal das Gepäck und packten Dinge um, um das Masselimit einzuhalten. Allerdings kamen wir nicht umhin, Gebühren für zwei zusätzliche Gepäckstücke zu bezahlen. Um 12.20 Uhr flogen wir zunächst nach Paris, bevor es abends weiter auf den fast zwölfstündigen Flug nach Mauritius ging. Von dort würde uns ein dritter Flug zur Insel Rodrigues bringen.

24. 3. 25 – Nach der Ankunft auf Rodrigues und einer problemlosen Einreise standen zwei Fahrzeuge für uns bereit. Nachdem wir diese beladen hatten, fuhren wir zu unserer Unterkunft. Selbstredend sahen wir uns dort sofort um und hatten binnen kurzer Zeit entschieden, wo wir die Antennen platzieren würden. Der Betreiber des Resorts wies uns eine überdachte Veranda zu, auf der wir die Funkarbeitsplätze einrichten konnten. Dort stellten wir Stühle und Tische auf und begannen mit dem Auspacken.

Zunächst kamen die Steckeradapter in die „britischen“ Steckdosen, damit wir unsere Geräte problemlos mit Strom versorgen konnten. OK1CRM und OK6DJ stellten den ersten Spiderbeam auf und OK2ZA installierte Dipole für 12 m und 17 m. Der erste Funkkontakt unter unserem DXpeditions-Rufzeichen 3B9DJ lief am 24. 3. um 1623 UTC. Gleich am ersten Tag erfreuten wir uns an einer guten abendlichen Bandöffnung auf 12 m. Da wir nach 24 h Anreise und dem Aufbau der ersten Antennen erschöpft waren, gingen wir früh zu Bett. Knapp 2000 Funkkontakte standen da bereits im Log.

■ Antennenbau

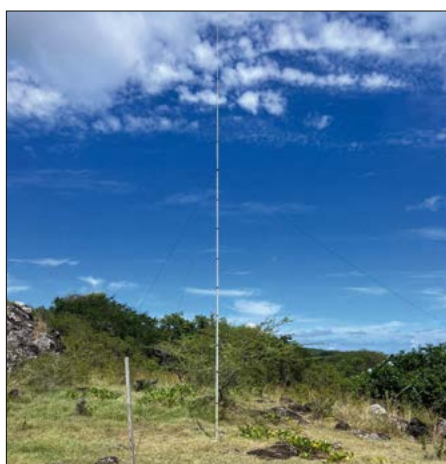
25. 3. 25 – Nach dem Frühstück begannen Palo und Ruda mit dem Aufbau der beiden Vertikalstrahler für 30 m und 40 m. Die anderen Mitglieder des Teams waren mit dem Aufbau weiterer Funkarbeitsplätze beschäftigt. Der Himmel über Rodrigues zeigte sich wolkenlos und die Sonne brannte herunter, sodass es sehr heiß

war. Dennoch waren die Antennenarbeiten nach 3 h geschafft und alle Geräte fertig verkabelt. Am zweiten Tag standen nun fünf Strahler. Dazu gehörte eine Vertikal für 40 m, die wir auch auf 15 m verwenden konnten. Während des Tages waren die Ausbreitungsbedingungen nicht besonders gut, was in dieser Region der Erde jedoch nicht ungewöhnlich ist. Daher verlegten wir uns in dieser Zeit auf Funkbetrieb in FT8 und prüften anhand der Stärke der empfangenen Signale, ob sich die Ausbreitungsbedingungen verbesserten. Als dies nachmittags eintrat, wechselten wir zu Telegrafie und SSB. Unser Log zählte jetzt 10 000 Verbindungen.

26.3.25 – An diesem Tag installierten wir einen Vertikalstrahler für 80 m und eine *Inverted-L*-Antenne für 160 m, beide befestigt an einem gemeinsamen Mast. Wir installierten fünf Radials pro Band mit einer Länge von 40 m bzw. 20 m. Den Aufstellort hatten wir so weit wie möglich von der Unterkunft entfernt gewählt. Wieder war es schwül und heiß auf der Insel. Der Aufbau selbst verlief ohne Probleme und das SWV war auf beiden Bändern perfekt. Eigentlich hatten wir geplant, noch eine 2 × 100 m lange Beverage-Empfangsantenne aufzubauen. Doch das Wetter verhinderte dies, da es am Nachmittag zu regnen begann. Parallel zum Aufbau der Antennen für 80 m und 160 m baute Petr, OK1BOA, unseren zweiten Spiderbeam zusammen. Zunächst gab es ein Problem mit dem SWV, was sich aber nach Prüfung des Koaxialkabels und Montage neuer Stecker korrigieren ließ. Abends funkten wir auf 80 m und 160 m. Obwohl die ankommenden Signale nicht stark waren, gelangen eine Reihe von Funkkontakten. Hinzu kamen Verbindungen auf weiteren Bändern, und am Ende dieses Tages war unser Log um weitere 11 000 Einträge gewachsen. Nach drei Tagen Betrieb standen somit, wir konnten es selbst kaum glauben, bereits 22 000 QSOs im DXpeditionslog.

■ Wartungsarbeiten

27.3.25 – In der Hoffnung auf gute Bandöffnungen auf 12 m und 17 m war Ruda bereits sehr früh aufgestanden, doch leider wurde er enttäuscht. Nach dem Frühstück reparierte er seine JUMA-Endstufe, da ein Leistungstransistor defekt war. Dieser war nach einer Reparatur im Werk offenbar unsachgemäß eingelötet worden und es befand sich nicht ausreichend Wärmeleitpaste unter dem Transistor. Die unter Feldbedingungen durchgeführte Reparatur verlief erfolgreich und uns stand nun wieder die komplette Ausrüstung zur Verfügung.



30-m-Vertikalstrahler mit freier Abstrahlung in unmittelbarer Nähe zum Indischen Ozean

Morgens besuchte uns Robert, 3B9FR, und brachte seine Endstufe sowie einen Transceiver mit, die nicht richtig funktionierten. Sofort begannen OK2ZA und OK7GU mit der Reparatur. Obwohl es sehr heiß war, untersuchten sie die Geräte und reparierten alles auf der Veranda. In der Zwischenzeit hatte Petr, OK1BOA, mit dem Zusammenbau von Roberts Momobeam begonnen, einer 6-Element-Yagi für 6 m. Nachdem er den Mast aufgestellt und alles angeschlossen hatte, überprüfte er das SWV. Es war in Ordnung und wir konnten nun auch auf dem 6-m-Band funken. Wir loggten dort 230 Kontakte in FT8. An diesem Tag erlebten wir seit dem Morgen gute Bandöffnungen auf 10 m und 15 m, die bis zum Abend anhielten. Danach versuchten wir es wieder auf 80 m und 160 m. Die Signale waren allerdings schwach und mussten mühsam aus dem Rauschen herausgefiltert werden. Dennoch gelangen Milan, OK7GU, einige Dutzend Funkkontakte. OK6DJ installierte einen von 3B9FR geliehenen 60-cm-Satelliten-

mit dem SWV eines Spiderbeams fest. Die Antenne war schnell heruntergenommen und wir konnten die Ursache durch den Austausch eines PL-Steckers rasch beseitigen. Nachmittags installierten wir eine 100 m lange Beverage-Empfangsantenne in Richtung Europa und USA; von unserem Standort aus gesehen lagen beide



Unsere produktivsten Antennen waren die beiden Spiderbeams.

Regionen fast in derselben Richtung. Diese Empfangsantenne bewährte sich gleich am ersten Abend: Sowohl auf 80 m als auch auf 160 m konnten wir damit Anrufer erheblich besser aufnehmen und es gelangen Verbindungen mit Hawaii, Kolumbien, Brasilien und vielen Stationen aus Europa sowie Nordamerika.

■ Inselrundfahrt

29.3.25 – Wir hatten ein Auto gemietet, um bei einer Rundfahrt etwas von der Insel zu sehen. Für diese Zeit waren wir auf

Robert, 3B9FR, und Petr, OK1BOA (r.), beim Aufbau der 6-Element-Yagi für 6 m



spiegel, schloss unseren SDR-Transceiver SunSDR2 samt SP3SXB-Transverter an und loggte danach unsere erste Funkverbindung auf QO-100.

28.3.25 – Die Ausbreitungsbedingungen waren an diesem Tag schlechter als an den vorangegangenen Tagen und wir konnten nur auf 10 m sowie 12 m in Telegrafie und SSB erfolgreich funken. Auf den anderen Bändern gelangen lediglich Verbindungen im Digimode FT8. Während des Funkbetriebs stellten wir ein Problem

allen verfügbaren Bändern in FT4 auf Sendung. Während einer aus unserem Team zurückblieb, um Transceiver und Computer zu überwachen, verließen die anderen DXpeditionäre gegen 10 Uhr die Unterkunft, um den Mont Limon zu besuchen, mit einer Höhe von 398 m über NN der höchste Punkt auf Rodrigues. Wir parkten das Auto und wanderten etwa 15 min hinauf zum Gipfel. Von dort bot sich uns ein unglaublich schöner Blick über fast die gesamte Insel. Danach besuchten



Ruda OK2ZA, beim Abarbeiten eines SSB-Pile-ups

wir einen der Sandstrände. Eigentlich wollten wir vorher noch zu Mittag essen, mussten aber feststellen, dass die Restaurants samstags gegen 14 Uhr schlossen. Wir waren zu spät!

Also verbrachten wir einige Zeit am Strand. Der Indische Ozean ist unglaublich warm und überall war es sehr sauber mit wenigen Besuchern. Auf dem Rückweg stoppten wir an einem der vielen Grillstände entlang der Straße und probierten lokale Spezialitäten. Mit Einbruch der Dämmerung kamen wir zurück zu unserer Unterkunft, ermüdet, aber mit frischer Energie für den Funkbetrieb. Sowohl in SSB als auch in Telegrafie bildeten sich starke Pile-ups. Abends funkten wir wieder auf 80 m und 160 m. Leider konnten wir auf der Beverage-Antenne wenig hören, aber starke Signale kamen dennoch durch.

30.3.25 – OK6DJ stand jeden Morgen um 3 Uhr Ortszeit auf und funkte abwechselnd auf 30 m und 40 m, da um diese Zeit ein großer Andrang bestand. Da an diesem Tag die Bänder aber nicht öffneten, war wenig zu tun und man konnte lediglich in FT8 erfolgreich funken. Abhängig von der Anzahl der Anrufer aktivierten wir in FT8 zwischen einem und sechs Slots. Eine größere Zahl von Slots führt zu schwächeren Signalen für die Anrufer, was wir vermieden. FT8 war sehr gefragt und die Ausbreitungsbedingungen reichten im Grunde täglich für diese Sendeart. An diesem Tag waren wir zudem erstmals in RTTY aktiv. Der erste Kontakt lief auf 17 m mit Libor, OK1ALX. Petr, OK1BOA, und Ruda, OK2ZA, loggten an den folgenden Tagen zahlreiche weitere RTTY-Verbindungen.

Am Nachmittag gelangen nach Öffnung der Bänder wieder Funkkontakte in Telegrafie und SSB. Zudem waren wir täglich auf dem 6-m-Band in FT8, CW und SSB aktiv. Der von Robert, 3B9FR, geliehene Monobander für das *Magic Band* funktionierte sehr gut und brachte schöne Verbindungen mit Asien und Europa ins Log von 3B9DJ. Milan, OK7GU, verbrachte

fast den ganzen Tag auf 6 m. Wenn sich das Band schloss, war er auf anderen Bändern in Telegrafie aktiv. In den Nachtstunden funkten wir wieder auf den unteren Bändern. Leider war mit der Beverage-Antenne wieder nichts zu hören, sodass wir auf dem 80-m-Vertikalstrahler und der *Inverted-L* für 160 m hören mussten.

31.3.25 – Nach dem Frühstück untersuchten wir die Beverage und stellten fest, dass der Draht am Ende, nahe dem Widerstand zum Erdboden, abgerissen war. Der letzte Teil der Antenne führte in einer Höhe von etwa 3 m über eine unbefestigte Straße. Wir hatten nicht damit gerechnet, dass ein Fahrzeug mit einer solchen Höhe dort fahren würde. Die Reparatur war schnell erledigt. Wie jeden Tag waren wir auf allen verfügbaren Bändern aktiv und obwohl 3B9 nur auf Rang 161 der meistgesuchten Funkländer lag, herrschte noch immer eine starke Nachfrage. Petr, OK1BOA, begann nun mit dem SSB-Betrieb auf 20 m, denn auf diesem Band waren wir bis dahin kaum aktiv gewesen.

■ Nachlassende Bedingungen

1.4.25 – An diesem Tag besuchten wir einen Park mit Riesenschildkröten. Dort leben auf 20 ha Riesenschildkröten und es gibt eine unglaubliche Anzahl von einheimischen und endemischen Pflanzen zu bestaunen. Wir schalteten wieder FT4 sowie FT8 auf Sendung und erneut überwachte ein Mitglied des Teams die Ausrüstung, während die anderen den Ausflug unternahmen. Gleich nach unserer Rückkehr nahmen alle den Funkbetrieb wieder auf. Allerdings mussten wir feststellen, dass auf den Bändern deutlich weniger Stationen als an den vorangegangenen Tagen aufzunehmen waren. Besonders auf den unteren Bändern von 40 m bis 160 m waren vermehrt Störungen zu verzeichnen und die empfangenen Signale schwankten stark.

2.4.25 – Die Bänder waren beinahe geschlossen, sodass wir in FT4 und FT8 funkten. In diesen Sendearten waren wenigstens einige Signale aufzunehmen. Wir konnten uns die schlechten Ausbreitungsbedingungen nicht erklären. Auch auf 6 m war keine Aktivität zu verzeichnen. Das erste Band, das sich gegen 1300 UTC etwas öffnete, war 15 m. Dort kamen nun wenige CW-Signale durch, aber sie waren schwach und vereinzelte Verbindungen konnten wir nicht gültig beenden, weil mittendrin das empfangene Signal stark abfiel. Erst nach einiger Zeit konnten wir auch wieder in SSB funken. Später fanden wir heraus, dass es zu einer Sonnen-eruption gekommen war und sich die

Ausbreitungsbedingungen deshalb schnell erheblich verschlechtert hatten. Leider hielt dieser Trend bis zum Ende der DXpedition an. Am Abend und in der Nacht erlebten wir dennoch fast jeden Tag gute Bandöffnungen auf 10 m und 12 m mit gewaltigen Pile-ups.

3.4.25 – Die Ausbreitungsbedingungen waren morgens und vormittags so schlecht wie an den vorangegangenen Tagen und die Bänder öffneten sich zunächst nicht nennenswert. Als sich am Nachmittag die Situation verbesserte, führten wir so viel Funkbetrieb wie möglich durch. Langsam begannen Überlegungen über die anstehende Demontage der Antennen. Insbesondere darüber, welche Antennen wir zuerst abbauen und welche bis zum letzten Tag der DXpedition stehen bleiben sollten. Zudem organisierten wir den Transport zum Inselflughafen.

■ Abbau und Rückreise

4.4.25 – Der Abbau der ersten Antennen stand an. Als erstes verpackten wir die beiden Spiderbeams sowie den Mast für die 80-m- und 160-m-Antennen. Der Himmel war wieder wolkenlos und die Sonne brannte unbarmherzig herab. Obwohl wir uns Pausen gönnten, waren die Antennenarbeiten eine Herausforderung. Die übrigen Strahler ließen wir noch stehen.

5. und 6.4.25 – Am Tag unserer Abreise standen wir früh auf und bauten die noch verbliebenen Antennen mitsamt der Beverage ab. Anschließend verpackten und wogen wir das Gepäck und wickelten alles sorgfältig in Folie ein. Wir nahmen noch ein Mittagessen ein und gegen 13.30 Uhr Ortszeit fuhren wir in zwei Fahrzeugen zum Flugplatz. Dort verabschiedeten wir uns vom Betreiber der Wohnanlage, checkten ein, genossen einen letzten Kaffee und flogen gegen 16.45 Uhr Ortszeit nach Mauritius.

Zwei Stunden nach der dortigen Landung flogen wir über Paris weiter nach Prag. In Paris erwartete uns allerdings ein Problem: Unser Flugzeug war dort bereits mit leichter Verspätung gelandet und parkte weit



Unser 6-m-Operator Milan, OK7GU

entfernt vom Hauptgebäude des Flughafens. Einige von uns hatten Tickets für den Anschlussflug nach Prag, der zwei Stunden später starten sollte. Leider dauerte jedoch alles viel zu lang. So ließ man uns erst nach über einer halben Stunde Wartezeit aus dem Flugzeug in die bereitstehenden Busse steigen. Die Busfahrt über das Flughafengelände zog sich ebenfalls hin und wir fühlten uns, als ob wir durch halb Prag fahren würden.

Jeder, der schon einmal auf dem Pariser Flughafen *Charles de Gaulle* war, weiß, wie groß dieser ist. Als wir endlich dort ankamen, wo Passagiere aus Nicht-EU-Ländern einreisen, wussten wir, dass wir unseren Anschlussflug verpassen würden. Zum Glück konnten wir das Ticket für den nächsten Flug nach Prag, der zwei Stunden später stattfinden sollte, umbuchen. In Prag erfuhren wir, dass drei Gepäckstücke nicht angekommen waren und



David, OK6DJ, konzentriert beim Funkbetrieb

ein Koffer stark beschädigt worden war. Nachdem wir die erforderlichen Formulare ausgefüllt hatten, verließen wir den Flughafen und fuhren heim. Zwei der fehlenden Gepäckstücke brachte man uns am folgenden Tag, das dritte Gepäckstück erst zwei Tage später.

■ Unterstützung für 3B9FR

Bereits einige Monate vor unserer Ankunft auf Rodrigues hatten wir Kontakt mit Robert, 3B9FR, aufgenommen. Wir überlegten im Vorfeld, wie wir ihm dabei helfen könnten, wieder auf den Bändern aktiv zu werden. Robert war häufig zu Gast in unserer Unterkunft. Bereits während der ersten Tage unseres Aufenthaltes brachte er defekte Geräte zu uns, damit wir diese begutachten und reparieren konnten. Nach und nach brachte Robert zudem seinen älteren, aber noch funktionstüchtigen Icom IC-756 PRO III, seine Transistor-PA Ameritron ALS-600, verschiedene Drahtantennen, einen Icom IC-7300 sowie einen neuen Beam für 6 m. Wir bestückten seine modifizierte Heathkit-Endstufe für 6 m (400 W) mit neuen Röhren und installierten wie erwähnt für

den QO-100-Betrieb einen Satellitenspiegel mit dem Ergebnis von über 1000 Funkverbindungen per Satellit in Telegrafie, SSB, FT8 und FT4. Außerdem luden wir die aktuelle Version von DXLog auf Roberts Laptop und installierten DX4WIN; vielen Dank an Paul, KK4HD, für die kostenlose Überlassung der Logging-Software. Wir fertigten Interfaces (RS232 nach USB) und verschiedene Kontrollkabel, um Roberts Transceiver und Endstufe miteinander zu verbinden.

Dabei mussten wir improvisieren. Einige grundlegende Dinge, wie etwa Ersatzteile für die Endstufe, Lötcolben sowie ein Voltmeter hatte Ruda, OK2ZA, mitgenommen. Aber wo auf Rodrigues findet man einen gewöhnlichen NPN-Transistor und einen geeigneten Widerstand, um Roberts Transceiver vom Computer schalten zu können? Zum Glück konnten wir aus anderen Ausrüstungsgegenständen, wie einem Vorverstärker für die Beverage-Empfangsantenne, Teile ausbauen und verwenden. Nach erfolgreicher Reparatur durften wir mit Roberts Einverständnis seine Ausrüstung für den DXpeditionsbetrieb in Telegrafie und SSB einsetzen. Die Ameritron-PA brachte hierbei beständig 400 W bis 500 W.

■ Erfahrungen

Die ersten Funkkontakte auf 6 m überraschten uns. Wir verwendeten für den 6-m-Betrieb Roberts Momobeam, den wir an ein von einer Baustelle geliehenes Eisenrohr montiert hatten. Als wir Roberts frisch reparierten Transceiver und die Heathkit-PA ausprobierten, indem wir auf 6 m in SSB „CQ Test“ riefen, gingen wir davon aus, dass uns niemand antworten würde. DXLog war zu diesem Zeitpunkt noch nicht aktiviert und es funktionierte nur SSB.

Sofort nach dem ersten CQ-Ruf riefen uns jedoch viele japanische Stationen auf 50,150 MHz an. Selbstredend antworteten wir und Ruda, OK2ZA, mussten die auf einem Zettel notierten Daten später in DXLog übertragen. Erschwerend kam hinzu, dass einige Stationen sofort um CW-Kontakte baten. Und so kam es, dass wir für die ersten Verbindungen in Telegrafie auf 6 m die Morsezeichen mittels Pfeifen ins Mikrofon erzeugten; immerhin reguläres CW. Das 6-m-Band öffnete in der Regel zuerst nach Nordosten, anschließend nach Nordwesten in Richtung Europa und gegen Abend in Richtung Nordamerika. Insgesamt loggten wir über 2700 Verbindungen auf diesem Band.

Die Software DXLog in der Netzwerkversion funktionierte während der DXpe-

dition einwandfrei. Wir hatten fünf PCs drahtlos mit einem lokalen Server verbunden und die Daten gingen online an den *Livestream* von Club Log. Der Betreiber des *Le-Refuge-Resorts* stellte uns ohne Aufpreis eine WiFi-Verbindung zur Verfügung. So war es jedem Anrufer möglich, das Loggen seines Funkkontaktes in Echtzeit online zu verfolgen. Leider hat-



Palo, OK1CRM, war einer unserer Telegrafisten.

ten wir einige Stromausfälle zu verzeichnen, sodass das System jeweils für kurze Zeit nicht funktionierte. Dies hatte zur Folge, dass Stationen, mit denen wir in diesem Moment gefunkt hatten, ihr Rufzeichen im Livestream nicht fanden und deshalb auf Kosten einer Doppelverbindung nochmals anriefen.

■ Fazit

Wir erlebten ein wunderbares Funkabenteuer auf Rodrigues. Da wir diese DXpedition zu Beginn ein wenig als Urlaubsaktivität angesehen hatten, hätten wir nie erwartet, dass am Ende 79 000 Funkverbindungen im Log stehen würden. Aber die Pile-ups waren von Beginn an gewaltig und das Interesse an Funkkontakten mit 3B9 enorm. Hätten sich die Ausbreitungsbedingungen in der zweiten Woche nicht rapide verschlechtert, wären noch viele weitere Verbindungen möglich gewesen. Abschließend bedanken wir uns bei allen DXern, die uns angerufen haben. Wir glauben, dass wir vielen Funkfreunden einen neuen Bandpunkt oder sogar ein neues DXCC-Gebiet verschaffen konnten. Aus unserer Sicht war diese Aktivität ein voller Erfolg und die Gesamtzahl der Funkkontakte übertraf unser gesetztes Ziel bei weitem. Bezüglich der mitgeführten Technik mussten wir bei einer JUMA-PA einen Transistor ersetzen und der Ventilator einer anderen Endstufe fiel aus. Insgesamt haben wir während dieser DXpedition 962 kWh Strom verbraucht. Unser Dank gilt unserem Sponsor ACOM für die leihweise überlassene Endstufe sowie dem Mediterraneo DX Club für die finanzielle Unterstützung.

**Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**

IFA 2025: Eine neue Universalmesse?

WOLFGANG E. SCHLEGEL

Vom 5. bis 9. September wurde die IFA auf dem Berliner Messegelände unter dem Funkturm geradezu zelebriert. Unterhaltungselektronik war weniger zu sehen, stattdessen immer mehr weiße Ware für Küche und Haushalt. Zentrales Thema war die Nutzung künstlicher Intelligenz, um Geräte „noch“ bedienfreundlicher und energieeffizienter zu machen, wobei sich allerdings auch Fragen nach wirklichem Mehrwert stellten. Das Thema des erhöhten Energiebedarfs bei KI-Nutzung blieb weitgehend ausgespart.

Etwa 1900 Aussteller konnte die diesjährige IFA verzeichnen, ungefähr 100 mehr als im Vorjahr, aber was hat das schon zu bedeuten? Ein paar Leichtgewichte, ein paar Start-ups mehr, die sich erst noch beweisen müssen, stehen noch nicht für eine erfolgreiche Messe.

Technisch dominant war die *Künstliche Intelligenz*, die praktisch in alle Themenfelder vorrückte und zeigte, was mit ihr möglich sein kann.

Einstige Branchenriesen und Innovationsführer sind auf ein kaum noch zu erkennendes Minimalmaß geschrumpft, z.B.

vertreten: Die Lücken, die der Rückzug europäischer Unternehmen hinterlassen hat, wurden von ihnen gefüllt. Ob das reversibel ist, darf bezweifelt werden. Eine strukturelle Abhängigkeit von Waren aus dem Reich der Mitte ist auch wenig wünschenswert und auf lange Sicht äußerst bedenklich.

■ KI kommt in die Wohnung

Intelligente Technik versprach Siemens mit seinem Wäschetrockner *IQ 700*. Darin werden die Luftzirkulation optimiert und die Reibung minimiert und so der

vermieden werden: Selbst bei geschlossenem Deckel kocht nichts über. Ein Food-Assistent in der Miele-App hilft, für verschiedene Lebensmittel das passende Programm zu finden und direkt an das Kochgeschirr zu senden. Die Zubereitung kompletter Gerichte wird von einem *Cook-Assistant* unterstützt, der durch praxiserprobte Rezepte führt, die auf das M-Sense-Kochgeschirr abgestimmt sind.

Bosch will die künstliche Intelligenz alltagstauglich machen, Konsumenten soll mit ihr z.B. bei der Essensplanung geholfen werden. Dank eines sogenannten *AI Recipe Converters* für den *Cookit*, einer Küchenmaschine mit Kochfunktion, können Online-Rezepte an diesen ge-



Kochgeschirr *M Sense* von Miele

schenkt und darin nachgekocht werden. Das neue Feature wandelt sie mithilfe einer KI in geführte Rezepte um und erkennt automatisch das benötigte Zubehör, Kochzeiten und mehr. Das KI-Feature für die Backöfen der Serie 8 erkennt 100 Gerichte. Wird das Gargut in den Ofen gestellt, schlägt dieser die Zubereitungsart vor.

KI-Funktionen für optimiertes Waschen bietet LG mit einer neuen Waschmaschine, die mit einem sogenannten *Microplastic Care Cycle* ausgestattet ist. Er kann maximal 60 % der beim Waschen synthetischer Fasern freigesetzten Mikroplastikpartikel reduzieren und durch eine KI-Bewegungssteuerung die Energieeffizienz erhöhen. Die KI erkennt Gewicht und Stoff und wählt das richtige Waschprogramm aus.

Samsung geht noch einen Schritt weiter und macht seine Smart-TVs und Monitore



Fernsehen
Made in Germany
am Metz-Stand

Fotos: Schlegel (9),
Werkfotos (11)

war Sony mit einem Tisch und einem Sony-Schild im Palais am Funkturm präsent, während sich Panasonic mit (sehr schöner!) japanischer Handwerkskunst und einigen Hausgeräten darstellte. Chinesische Unternehmen hingegen waren in allen Branchen und äußerst dominant

Energieverbrauch gesenkt. Maximal 78 % Energie sollen im Vergleich zu herkömmlichen Trocknern gespart werden.

AEG nutzt Künstliche Intelligenz, um das Kochen zu erleichtern. Der Dampfbackofen *9000 ProAssist* verfügt ab 2026 über eine intelligente Kamera- und KI-Technik, mit deren Hilfe das System automatisch Gerichte erkennt und individuelle Kochgewohnheiten erlernt. Online-Rezepte können in eine App importiert werden, ein KI-Rezept-Assistent passt jedes Gericht automatisch an den jeweiligen Backofen an und sorgt für gute Kochergebnisse. Der Ofen erkennt das fertige Gericht visuell, sodass es beim nächsten Mal mit derselben Präzision zubereitet werden kann.

Überkochen und Anbrennen sollen mit dem Kochgeschirr *M-Sense* von Miele



Erkennung von Gerichten im Backofen, AEG



Echte Unterhaltung: *Vision AI Companion*, Samsung



Mikro-LED-Beleuchtung: hinten Hintergrundbeleuchtung, vorn LC-Display

zu intelligenten Alltagsbegleitern: *Vision AI Companion* heißt die nächste Entwicklungsstufe KI-basierter Displays. Der *Vision AI Companion* ist in der Lage, Zusammenhänge und Folgefragen zu verstehen, sodass mit ihm echte Gespräche geführt werden können – ohne Sprachbefehle, Menüs oder Tastatureingaben. Geboten werden Informationen aus Bereichen wie Film, TV-Serien, Kunst, Essen, Sport und Reisen, alle in flüssiger Interaktion mit dem Fernsehgerät.

Weitere KI-Funktionen sind Echtzeit-Übersetzungen, dynamische visuelle Hintergründe nach persönlichen Vorlieben, automatische Bild- und Tonoptimierung entsprechend dem Inhalt und der Umgebung sowie die Optimierung von Bild und Ton für reaktionsschnelles Spielen. Durch die Integration der KI ermöglicht *Vision AI Companion* personalisierte Empfehlungen, eine Vernetzung mit anderen Geräten und Unterstützung im Alltag.

■ Bessere Bildwiedergabe

Sony, obwohl eigentlich kein Aussteller, kündigte auf den Medientagen der IFA an, eine neue Displaytechnik vorzustellen, die auf einer RGB-Hintergrundbeleuchtung mit einzeln ansteuerbaren LED-Chips basiert. Dabei wird ein Bildpunkt mit einer LED beleuchtet, was für eine weitere Verbesserung der Bildqualität besonders bei großen Bildschirmen sorgt. Es werden eine hohe Farbreinheit und Leuchtdichten von 4000 cd/m² erreicht. Die Signalverarbeitungsbreite liegt bei 96 Bit, wodurch gleichzeitig tiefstes Schwarz, hellstes Weiß und zahllose Zwischentöne dargestellt werden können.

Zweifelloso eine interessante und wichtige Neuentwicklung. Unverständlich bleibt die Geheimnistuerei von Sony, denn das Unternehmen sah sich „aus Platzgründen“ nicht in der Lage, die Voranmeldung des FUNKAMATEUR für diese Veranstaltung zu berücksichtigen. Das war jedoch verschmerzbar, denn Samsung, TCL und weitere Hersteller zeigten bereits serienreife Fernsehgeräte auf der Basis dieser Technik.

Bei Samsung ging es um ein 115-Zoll-Display (390 cm). Die LED-Chips haben

Kantenlängen von 0,1 mm und werden, ganz wie bei Sony, einzeln angesteuert und emittieren jede Farbe. Eine KI analysiert und optimiert laut Samsung die Bildinhalte und passt die Farbausgabe Bild für Bild an. Die Bildwiedergabe ist dank der aktiven Beleuchtung auch bei hellen Umgebungen brillant.

Die Dolby Laboratories haben *Dolby Vision 2* vorgestellt. Das Verfahren wurde speziell entwickelt, um den sich wandelnden Anforderungen an das Fernsehen gerecht zu werden. Dolby will die Bildqualität in allen Unterhaltungsbereichen und auf allen Geräten, von den größten bis zu den kleinsten Bildschirmen, verbessern. Mit *Vision 2* wird eine KI eingeführt (*Content Intelligence*), die die Bildinhalte und die Betrachtungsumgebung an das Fernsehgerät anpasst:

- *Precision Black* sorgt dafür, dass das Bild nicht „zu dunkel“ ist, indem es die Klarheit in jeder Betrachtungsumgebung verbessert.
- *Light Sense* optimiert die Bildqualität durch Umgebungslichterkennung und neue Referenzbeleuchtungsdaten aus der Quelle des jeweiligen Inhalts, um das Fernsehgerät für ein ideales Bild zu optimieren.
- Die Optimierung für Sport und Gaming führt Verbesserungen wie Weißpunktanpassungen und Bewegungssteuerung ein, die speziell auf die besonderen Anforderungen von Live-Sport und Gaming zugeschnitten sind.

Dolby Vision 2 erweitert die Funktionen von Dolby Vision über HDR hinaus. Dazu gehören Funktionen wie *Authentic Motion*, ein kreatives Werkzeug zur Bewegungs-



Mikro-LED-Fernsehgerät, Samsung



OLED+950 mit KI-Funktionen, Philips



77-Zoll-Fernsehgerät Primus von Metz

steuerung, mit dem Szenen authentischer und cineastischer wirken, ohne dass es zu unerwünschten Bildrucklern kommt.

Primus heißt das neue OLED-TV-Flaggschiff von Metz. Der 77 Zoll (193 cm) große OLED-Bildschirm (OLED, *Organic LED*) nutzt ein Mikrolinsen-Array, mit dem eine hohe Leuchtdichte, hohe Kontraste und brillante Farben realisiert werden. Aktuelle HDR-Formate wie HDR 10, HLG, HDR 10+, Dolby Vision und die Virtual-HDR-Lösung von Metz sorgen für eine Bildqualität, die Kinoniveau ins Wohnzimmer bringen soll. Das Audiosystem liefert 160 W Musikleistung und besteht aus einem aktiven Zweiwegesystem mit zwei 50-W-Tieftönern und zwei 30-W-Mittel- und Hochtonlautsprechern. Der integrierte Twin-Multi-Tuner mit Digitalrecorder ermöglicht Timeshift und Aufzeichnung. Das gleichzeitige Sehen und Aufzeichnen verschiedener Programme ist ebenfalls möglich. Der UVP liegt je nach Bauform (Wandmontage, Tisch- oder Standfuß) bei 7999 € bzw. 8598 €.

Der Philips *OLED+950* besitzt ein vierseitiges Ambilight, einen Bildprozessor der 9. Generation mit KI und ein OLED-Display. Die Leuchtdichte beträgt max. 3700 cd/m², was heutzutage bei einem Premium-TV-Gerät das technisch Übliche ist. Der *OLED+950* ist gedacht für Filmenthusiasten, die ein ultimatives Bild- und Ambilight-Erlebnis schätzen. Er erkennt auch automatisch die beliebtesten Spiele. Gamer können dabei weiterhin Anpassungen und Optimierungen für einzelne Spiele vornehmen, die unter einem eigenen Profil gespeichert werden.

Die neue *Game Bar* verfügt zudem über einen Modus, mit dem Farben aus einer Farbpalette genauer ausgewählt werden können. Die weiterentwickelte Funktion *Adaptive Intelligenz* des Bildprozessors nutzt zur Klassifizierung von Inhalten künstliche Intelligenz, maschinelles Ler-

nen sowie Deep Learning, „lernt“ aber jetzt auch aus zusätzlichen Daten, z.B. trainierten In-Frame-Analysen, Metadaten, Quellinformationen, Vollbildanalysen und anderen. Der OLED+950 wird in 65- und 77-Zoll-Bilddiagonalen zu Preisen von 4199 € bzw. 6199 € (UVP) verfügbar sein.

■ Ein bisschen Audio

Zahlreiche Unternehmen verzichteten auf einen eigenen Stand auf dieser IFA und präsentierten sich lieber in mehr oder weniger von der Öffentlichkeit abgeschirmten Räumen. So auch der Audiospezialist Yamaha, der da, aber doch nicht richtig da war. Vorgestellt wurde die Soundbar *TrueX Surround 90A*, die 3D-Sound in das Heimkino und die Wohnzimmer bringen soll. Die Lautsprecherkonfiguration wurde neu erdacht: An der Front befinden sich neben drei Hochtönern auch vier speziell entwickelte sogenannte Eye-Shaped-Treiber, die dank ihrer speziellen



**Aktive Ohrstöpsel
Sleep A30, Anker**

Form auch bei begrenztem Platz auf dem Soundbar-Gehäuse einen verzerrungsfreien Klang bieten.

Auf der Oberseite befinden sich zwölf Beam-Lautsprecher, je sechs links und rechts. Mittels gezielter und gerichteter Schallabstrahlung geben sie über Deckenreflexionen die Höheninformationen von 3D-Soundformaten wieder und können so eine Wiedergabe wie von echten Deckenlautsprechern realisieren. Die *Surround-AI*-Technik analysiert mit Hilfe Künstlicher Intelligenz einzelne Klangelemente jeder Szene, z.B. Dialoge, Hintergrundmusik und Sondereffekte, um dann das Klangfeld an den jeweiligen Moment anzupassen. Die Soundbar unterstützt sowohl



WiFi-7-Router Archer BE900, TP Link

Dolby Atmos und DTS:X als auch Auro-3D. Zum Lieferumfang gehören ein Tieftöner und zwei Surround-Lautsprecher. Das japanische Unternehmen Mirai stellte einen Lautsprecher vor, der bessere Verständlichkeit auch bei geringer Lautstärke verspricht. Dies wird mit einer geschwungenen Bauform erreicht, die den Schall in Richtung der Hörer bündelt. Das Gerät soll zusätzlich an Fernsehgeräten betrieben werden und wendet sich an Menschen, deren Hörfähigkeit eingeschränkt ist.

GN Hearing stellte mit dem *ReSound Via* auf der IFA das kleinste KI-Hörgerät der Welt vor. Die Künstliche Intelligenz sorgt dafür, dass der Nutz- vom Störschall besser als bei herkömmlichen Hörgeräten getrennt wird. Mit einem zusätzlichen DNN-Chip (*Deep Neural Network*) wird jedes Geräusch in einzelne Schichten zerlegt und analysiert, dank der KI erfolgt eine deutlich präzisere Unterscheidung zwischen Sprache und störendem Lärm. Dabei wird die Filterfunktion des Gehirns nachgeahmt, sodass Hörgeräte-nutzer in lauter Umgebung besser denn je hören und verstehen können. Der DNN-Chip wurde mit 13,5 Mio. gesprochenen Sätzen trainiert – in diversen Sprachen und mit unterschiedlichem Stimmeinsatz. Gleichzeitig wurde die Datenmenge nur auf den Einsatz in lauter Umgebung beschränkt. Das Hörgerät ist kompatibel zu Bluetooth Low Energy (LE) Audio und Auracast.

Störendes Hören sollen hingegen die Ohrhörer *Sleep A30* von Anker verhindern, die während des Schlafs zu tragen sind.

**Soundbar TrueX
Surround 90A,
Yamaha**

**Verständlichere
Dialoge mit dem
Mirai-Lautsprecher**

Sie enthalten Mikrofone, die die Umgebungsgeräusche analysieren und aktiv unterdrücken. In der Ladebox befindet sich eine Funktion, die Schnarchgeräusche reduziert und das bereinigte Signal an die Ohrhörer weiterleitet. Verbunden mit dem Smartphone können Schlafqualität und -dauer ebenso wie die Schlaf-lage beurteilt werden.



Fritz-Box 6690 Pro, Fritz

■ Für die Vernetzung

AVM heißt jetzt *Fritz*, nach dem erfolgreichen Produktsortiment. Auf der IFA wurde die *Fritz-Box 6690 Pro* für Heimnetzwerke vorgestellt. Sie ist der weltweit erste Kabelrouter mit WiFi 7 im Tri-Band, mit integriertem DOCSIS-Modem und Smart-Home-Unterstützung via Zigbee und DECT. Damit werden ein schneller und zuverlässiger Internetzugang, WLAN-Geschwindigkeiten bis 12 Gbit/s und eine Kompatibilität mit anderen Geräten für die lückenlose Abdeckung im Heimnetz erreicht. Die Fritz-Box 6690 Pro hat alle Telefoniefunktionen, Smart Home mit Zigbee/Matter- und DECT-ULE-Unterstützung und weitere Funktionen wie VPN, Kindersicherung und Mediaserver. Netze können mit zweimal zwei Verbindungen auf 6 GHz, viermal vier auf 5 GHz und zweimal zwei auf 2,4 GHz realisiert werden, wobei Datenraten von 5760 MBit/s (6 GHz), 5760 MBit/s (5 GHz) und 688 MBit/s bis 2,4 GHz erreicht werden, was dem WiFi-7-Standard entspricht.

Der Vierband-Router *Archer BE 900* von TP Link ermöglicht eine Datenrate von





**Lasergraviergerät
LP 4, Laser-Pecker**



**Stromversorgung
und Reiseadapter
für unterwegs,
Verbatim**

24,4 Gbit/s und folgt damit ebenfalls dem WiFi-7-Standard. Zwei Ports dienen der Verbindung mit Glasfaser- und Ethernet-Netzen, zusätzlich stehen vier Ports mit 2,5 GBit/s zur Verfügung. Zwölf Antennen können frei positioniert werden, ein LED-Display und ein berührungssensitiver Bildschirm erlauben eine komfortable Bedienung.



Kameradrohne Mavic 4 Pro, DJI



Kameradrohne Atom 2, Potensic

Ein praktisches Hilfsmittel für unterwegs sind Stromversorgungsgeräte mit Universaladapter von Verbatim. Der Reiseadapter *GaN III* sorgt in 180 Ländern für zuverlässige Stromversorgung. Bis zu sechs Geräte lassen sich gleichzeitig laden, darunter Smartphones, Tablets, Powerbanks und auch Notebooks. Dank einer Belastbarkeit von 85 W kann der Adapter Laptops auch direkt per Kabel aufladen. Mit drei USB-C-Ports, einem USB-A-Anschluss, einer Netzsteckdose und einem integrierten USB-C-Kabel bietet er volle Flexibilität. Der Adapter ist kompakt und passt in jede Reisetasche, wobei sich die gängigen Steckertypen per Schieber auswählen lassen.

■ Auch interessant

Drohnen müssen nicht kriegerisch eingesetzt werden, auf der IFA waren sie jedenfalls friedlich, aber attraktiv. Weltmarktführer DJI zeigte ein großes Sortiment dieser Geräte. Der Typ *Mavic 4 Pro* verfügt in seiner Kamera über einen 1:1,3-Zoll-CMOS-Sensor für die 70-mm-Kamera und über einen etwas größeren 1:1,5-Zoll-Sensor für die 168-mm-Kamera. Beide Telekameras besitzen eine Blendenöffnung von f/2,8. Die Hauptkamera ist von Hasselblad und arbeitet mit einem Sensor mit 100 Mio. Pixeln. Möglich sind 4K-Standbilder sowie HDR-Videos mit 4K-Auflösung und 60 Bildern pro Sekunde. Eine 360°-Horizontalrotation ist mit dieser Drohne möglich, womit dynamische Kameraaufnahmen aus unterschiedlichen Blickwinkeln möglich werden.

Die Drohne ist mit zwei Prozessoren und sechs Fischaugensensoren ausgestattet, die die Umgebung hochaufgelöst selbst bei schwachem Licht (0,1 lx) für einen fehlerfreien Flug überwachen und bei Hindernissen ausweichen lassen. Die maximale Flugzeit beträgt 51 min, die Höchstgeschwindigkeit 90 km/h. Der Akkumulator hat eine Kapazität von 95 Wh, was für eine Reichweite von 41 km sorgt.

4K-Videos und Standbilder mit 8K Auflösung bietet die Drohne *Atom 2* von Potensic. Sie lässt sich aus einer Entfernung von maximal 10 km steuern, die Aufnahmen werden drahtlos auf das Smartphone übertragen. Künstliche Intelligenz erlaubt präzise Verfolgung von bewegten Objekten und brillante Videos bei Nacht. Nicht in der Luft, sondern auf der Straße soll sich das Kleinstauto *Micro-EV* des chinesischen Herstellers Astraux bewegen. Es bietet einen Bewegungsradius von 150 km, das vollständige Laden des Akkumulators dauert 5 h. Gedacht ist das Fahrzeug für Menschen schon ab 14 Jahren. Die Ausstattung ist einfach, aber immerhin kann im Fahrzeug auch gespielt und Karaoke gesungen werden.



Kleinstauto Micro-EV, Astraux

DAB+ mit ASA

Neue DAB+-Radios von Kenwood unterstützen das Warnmeldesystem ASA (*Automatic Safety Alert*), das die Bevölkerung im Ernstfall über das Radio mit aktuellen Sicherheits- und Notfallmeldungen informiert. ASA arbeitet im Hintergrund und funktioniert auch dann zuverlässig, wenn Mobilfunk- oder Internet-Verbindungen fehlen. Dabei kann das Radio sogar als Alarmgerät fungieren: Sobald eine wichtige Meldung eingeht, weckt es die Nutzer automatisch. Nach Eingabe eines standortbezogenen Location Codes (erhältlich über www.asa.radio) ist ASA in der Lage, gezielt einzelne Straßenzüge zu warnen – etwa, wenn Anwohner wegen eines Brandes aufgefordert werden, ihre Fenster und Türen geschlossen zu halten. Kenwood ergänzt sein DAB+-Radio-Portfolio um zwei neue Stereo-Tischradios mit ASA-Warnfunktion. Sowohl der Radiowecker *CR-ST55DAB* als auch das größere Radio *CR-ST85DAB* verfügen über DAB+ und UKW und erlauben kabellose Bluetooth-Streams von einem externen Gerät. UVP 79 € bzw. 129 €.



Radiowecker CR-ST55DAB, Kenwood

Freunde des Selbstbaus werden vermutlich am Lasergraviergerät *LP 4* von Laser-Pecker Freude haben. Es arbeitet mit Laserdioden, die eine Gravur von 4000 mm/s ermöglichen, für die Genauigkeit nennt der Hersteller 1,9 µm. Die Lasereinheit ist schwenkbar und ermöglicht beliebige Schneidwinkel. Graviert werden können Materialien wie Papier, Leder, Acryl, Metall, Holz, Kunststoff und Stein. Die Software liegt im Rechner, im iPad oder im Handy, die Verbindung erfolgt über Bluetooth oder USB.

■ Zusammengefasst

Die IFA hat sich zu einer thematisch sehr breit angelegten Messe entwickelt, man möchte fast von einer Universalmesse sprechen. Geräte der Unterhaltungselektronik haben auch in diesem Jahr nur noch eine untergeordnete Rolle gespielt. Dominant waren chinesische Unternehmen, an die sich der Veranstalter, wie es scheint, auch bevorzugt wendet: Wäre es da nicht sinnvoll, die IFA in Shenzhen stattfinden zu lassen? Dazu wird es aber kaum kommen, denn zu Messebeginn wurde verkündet, dass der Vertrag mit der Messgesellschaft vorzeitig bis 2034 verlängert wurde, sie scheint Berlin also erhalten zu bleiben.

Lebensgefährliche Mehrfachsteckdosen aus China

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

„Tödliche Steckdose vom Amazon-Shop“, so reißerisch titelt ein Youtube-Video von Zerobrain [1]. Bedauerlicherweise ist das gar nicht so übertrieben, sondern immer häufiger makabrer Standard für Billigprodukte aus chinesischer Produktion.

Die meisten Elektronikprodukte und viele andere Haushaltsartikel werden mittlerweile preisgünstig in China gefertigt. Zu kaufen gibt es sie dann beim Discounter und bei deutschen Versendern wie

gen sie zum Endkunden, bevor sie beschlagnahmt werden können.

Wer Wert auf Käuferschutz legt, bestellt lieber bei Amazon, Ebay & Co, was jedoch nur wenig gegen die Zusendung



Bild 1:
In Bezug auf die Schutzkontakte unkritische Nutzung von Mehrfach-Schutzkontakt- und USB-Steckdosen

Fotos: DL2MCD

z.B. bei Pearl, die aber zumindest noch über eine eigene Produktqualitätskontrolle verfügen.

■ Bundesnetzagentur machtlos

Oft wandern die Warenströme jedoch zum Leidwesen der BNetzA ungeprüft an ihr vorbei. Denn inzwischen wird direkt importiert – häufig nach Bestellungen durch Käufer auf chinesischen Online-Plattformen wie Aliexpress, Wish oder Temu, die für zweifelhafte Qualität bekannt sind. In großen Stückzahlen gelan-

mangelhafter Waren hilft, da auch hier chinesische Produkte minderwertiger Qualität vertreten sind. Lediglich die Reklamationsmöglichkeiten sind besser, wenn man das Problem erkennt. Aber häufig gelingt Letzteres den Kunden erst dann, wenn die Rückgabefrist unwiderruflich abgelaufen ist.

■ Elektrisch sicher?

Worum geht es? Konkret um die inzwischen sehr beliebten Mehrfachsteckdosen, z.B. mit drei normalen Schutzkontakt-Ausgängen und zusätzlich drei bis sechs USB-Ausgängen zum Laden von Smartphones sowie anderen Telekommunikations- und Spielgeräten. So werden Mehrfachsteckdosen nicht mehr mit vielen einzelnen Steckernetzteilen verstopft und es wird Strom gespart, weil so nur noch ein USB-Netzteil durchläuft statt deren vier oder fünf. Dieses lässt sich meist mit einem Schalter vom Netz trennen, wenn gerade mal nichts zu laden ist – was in einer mehrköpfigen Familie zugegeben selten vorkommt. Dort haben inzwischen auch die Kinder oft so eine Mehrfachsteckdose zum Anschluss ihrer Technik in ihrem Zimmer.

Anbieter bewerben diese praktischen Alltagshelfer sogar mit Babybildern, Bild 2.



Bild 2: Werbebild für eine Mehrfach-USB-Steckdose auf Ebay
Werkfoto

Sie sollen also kinderleicht und -sicher zu benutzen sein, obwohl bei dem hier gezeigten Exemplar mit sogar sechs USB-Ports schon offen erkennbar keine Kindersicherung in den Schutzkontakt-Steckdosen verbaut ist. Letztere werden bezeichnenderweise auch nur EU-Socket genannt. Eurostecker sind die schmalen zweipoligen Stecker, die europaweit stets irgendwie in die unterschiedlichen Schutzkontakt-Steckdosen passen sollen und nur an Geräten mit doppelter Isolation (Schutzklasse II) verwendet werden dürfen, die keine Schutzterdung benötigen. Der vorhandene Schutzleiterkontakt suggeriert, dass man dort auch Stecker von Geräten hineinstecken kann, die eine korrekte Schutzterdung (Schutzklasse I) benötigen. Umfangreichere Steckernetzteile passen ebenso in diese Steckdosen.

■ Schutzleiterimitat

Und das ist der kritische Punkt: Wenn ein Gerät Schutzterdung benötigt, muss diese auch vorhanden und angeschlossen sein. In Verlängerungskabeln und Mehrfachsteckdosen ist davon auszugehen, dass drei Adern zum Einsatz kommen. Bei Billigprodukten aus Fernost dagegen ist der dritte Draht, der Schutzleiter, oft nur „optional“. Zwar wird häufig ein VDE-Zeichen aufgedruckt, doch dessen technische Voraussetzungen missachtet und schon gar keine VDE-Prüfung durchgeführt. Neben anderen Problemen hat Zerobrain dies in dem eingangs genannten Video aufgedeckt. Auch wenn die Schutzkontaktstecker und -steckdosen korrekt aussehen, ist der Schutzkontakt oft nicht angeschlossen!

In meinem Haushalt waren bereits etliche dieser neuen Kombisteckdosen im Einsatz. Sind sie wie in Bild 1 belegt, werden die Schutzkontakte nicht genutzt. Kritisch wird es jedoch, wenn man ein Elektrogerät mit Metallgehäuse und Erdung, z.B. ein Bügeleisen, anschließt.



Bild 3: Solide erscheinende Mehrfachsteckdose, allerdings in lebensgefährlicher Ausführung

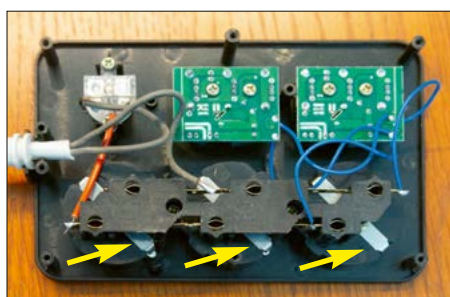


Bild 4: Schutzkontakte der Mehrfachsteckdose aus Bild 3, die reine Dekoration sind ...

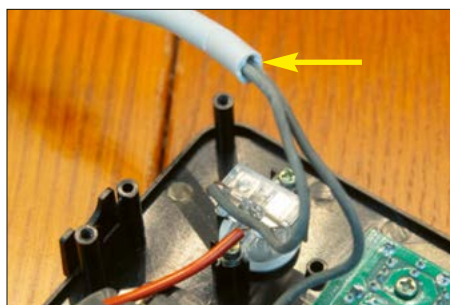


Bild 5: ... und ein dreipoliges Netzkabel mit nur zwei angeschlossenen Adern

Bei der Steckdose aus Bild 1 war noch alles in Ordnung. Nicht jedoch bei dem später angeschafften, äußerlich ähnlichen Modell in Bild 3. Beide wurden bei einem Ebay-Händler erstanden, wobei die zweite sogar sechs blau beleuchtete USB-Ports besitzt. Damit ist erkennbar, wann die Steckdose eingeschaltet ist.

Auch diese Steckdose hat ein VDE-Zeichen und soll sogar über eine eingebaute unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) verfügen, denn auch das Recyclingzeichen für einen Lithium-Ionen-Akkumulator ist aufgedruckt, Bild 6. Benutzen sollte man sie allerdings nicht.

■ Keine dritte Ader im Netzkabel

Und die Schutz Erde? Die gibt es ebenso wenig wie den Lithium-Ionen-Akkumulator. Es besteht keinerlei Verbindung zwischen dem Schutzkontakt am Netzstecker und den Schutzkontakt-Klemmen an den Steckdosen, Bild 4. Letztere sind ohne elektrische Funktion, was zumindest verhindert, dass eine Spannung auf einem Elektrogeräte-Metallgehäuse mangels Erdung auch noch an andere weitergeleitet wird. Die dritte Leitung im Netzkabel kommt gar nicht in der Steckdose an, obwohl Platz vorhanden wäre, siehe Pfeil in Bild 5.

Bei solchen Sicherheitsmängeln und gezielten, lebensgefährlichen Irreführungen hört der Spaß definitiv auf. Weitere Qualitätsmängel solcher Billigprodukte wie fehlende Entstörkondensatoren oder zu dünne Netzkabel sind erwartbar. Und ob die Isolation der USB-Ausgänge gegen-

über der Netzspannung VDE-Normen entspricht, ist ebenfalls fraglich. Die Unsitte, das Ladekabel am Smartphone auch bei der Benutzung desselben eingesteckt zu lassen, ruiniert nicht nur die Stecker, sondern hat auch schon zum unerwarteten Ableben Badender geführt, die selbst in der Wanne nicht die Finger von ihrem am Ladegerät angeschlossenen Smartphone lassen konnten. Hier gilt nicht „Wer billig kauft, kauft zweimal“, sondern „Wer billig kauft, hat möglicherweise zum letzten Mal gekauft“. Wobei ein höherer Preis nicht wirklich vor solchen lebensgefährlichen Betrügereien schützt.

Ein Fachmann sollte deshalb wenigstens vor dem ersten Einsatz nachmessen, ob der Schutzleiter seiner neuen Steckdose mehr als eine Chromzierleiste ist, und ansonsten stets vom Schlimmsten ausgehen – zu seinem Besten.

■ Alternativen zu Verteilersteckdosen

Neben den hier gezeigten Mehrfachsteckdosen mit zusätzlichen USB-Anschlüssen gibt es auch Steckdosen zur Unterputzmontage, meist mit zwei zusätzlichen USB-Ports. Neben ebenso problematischen China-Billigimporten sind diese Artikel auch von Markenherstellern erhältlich.



Bild 6: Alles dran, alles drin – sogar ein Lithium-Ionen-Akkumulator? In diesem Fall leider nicht!

Ordnungsliebenden mag es gefallen, dass dann gar keine Netzteile und Verteiler mehr herumstehen. Nachteilig ist jedoch, dass zur Installation ein Elektriker kommen muss. Zudem ist für Steckdosen, die sich z.B. im Wohnzimmer hinter dem Schrank oder im Schlafzimmer am Boden hinter dem Bett befinden, das Ganze deutlich unpraktischer. Schließlich kann das USB-Netzteil dann auch bei einem Defekt nicht abgeschaltet oder entfernt werden und zieht ständig Strom, auch wenn gar kein Gerät zum Laden angeschlossen ist. Praktisch ist so etwas als Service im Hotel, wo so die eigentliche Steckdose frei bleibt und das Netzteil zudem vom Gast nicht als Andenken mit nach Hause genommen werden kann.

Zerobrain empfiehlt in seinem Video, lieber ein explizites Mehrfach-USB-Ladegerät zu kaufen. Dann entsteht zumindest

nicht die Problematik mit betrügerischen Schutzkontakten, und da diese Netzteile üblicherweise aufgrund der doppelten Isolation mit einem Eurostecker angeschlossen werden, funktionieren sie auch in vielen Reiseländern ohne zusätzliche Adapter. Die elektrische Sicherheit kann natürlich auch bei solchen Geräten problematisch sein.

■ Wirklich sechs Geräte ladbar?

Es ergibt sich jedoch noch ein weiteres Problem. Ursprünglich sollten USB-Ports ja nur maximal 5 V/0,5 A liefern. Das schaffen jedes USB-Netzteil und auch die Mehrfachladegeräte sowie die Verteilerdosen. Später wurde nach entsprechendem Aushandeln über *Handshake* auf 5 V/2 A erweitert. Auch das bewältigen alle neueren Netzteile und Verteiler, dann jedoch üblicherweise nur für ein angeschlossenes Gerät, sicher nicht für vier, fünf oder sechs.

Wer so ein Mehrfachnetzteil mit auf Reisen nimmt und dann am Abend alle Smartphones der Familie über Nacht aufladen möchte, kann keine Schnellladung erwarten. Man sollte zuvor prüfen, ob das Netzteil zweckmäßig reagiert und die Geräte langsamer oder nacheinander lädt, was über Nacht ausreicht, oder aber unkontrolliert wegen Überlast abschaltet, was leider auch vorkommen kann.

Noch höhere Ladespannungen und -ströme bieten Mehrfachnetzteile und Verteilerdosen bislang eher selten. *USB Power Delivery* ermöglicht es mittlerweile, über USB-C-Verbindungen individuell zwischen Netzteil und angeschlossenem Gerät Betriebsspannungen bis zu 48 V bei bis zu 5 A auszuhandeln, was 240 W entspricht. Damit lassen sich auch Notebooks laden und betreiben, doch müssen Kabel und Stecker dies aushalten. Der klassische USB-A-Stecker, wie er zur Verbindung mit einem PC und den meisten Mehrfachnetzteilen genutzt wird, kann dies nicht – nur USB-C-Stecker, deren Anschluss viele der einfachen Mehrfachnetzteile gar nicht anbieten. Die erhöhte Versorgungsspannung darf dann auch wirklich nur an einem USB-Port anliegen und nicht etwa an allen, da dies jene Geräte zerstören würde, die nur mit den klassischen 5 V umgehen können.

Vor einer Urlaubsreise sollte man also ausprobieren, ob alle mitzunehmenden Geräte tatsächlich mit dem Mehrfachnetzteil zurechtkommen.

dl2mcd@gmx.net

Literatur

[1] Zerobrain: Tödliche Steckdose vom Amazon-Shop. www.youtube.com/watch?v=enpl2Z2pytl

WLAN-IP-Transceiver SharkRF M1KE mit Hotspot-Konnektivität

Dipl.-Ing. JOCHEN BERNIS – DL1YBL

Der SharkRF M1KE ist ein interessantes neues Gerät, das die Grenzen zwischen traditionellen Amateurfunktransceivern und digitalen Hotspots auf innovative Weise verschwimmen lässt. Er verspricht eine vereinfachte, aber leistungsstarke Möglichkeit, sich mit und ohne Rufzeichen mit digitalen Funknetzen weltweit zu verbinden. In einer Zeit, in der die Konnektivität über das Internet immer wichtiger wird, bietet der M1KE eine Lösung, die Mobilität und Vielseitigkeit in den Vordergrund stellt.

Der M1KE wird von SharkRF als batteriebetriebener, tragbarer WLAN-IP-Transceiver beschrieben, der sowohl für den Amateurfunk als auch für die lizenzfreie Nutzung konzipiert ist [1]. Seine Kern-



Bild 1: SharkRF M1KE im Betrieb
Fotos und Screenshot: DL1YBL

funktion liegt in der Fähigkeit, direkte Kommunikation mit anderen M1KE-Nutzern in der Nähe zu ermöglichen, und dies selbst ohne Internetverbindung oder drahtlose Infrastruktur. Darüber hinaus erleichtert er die globale Kommunikation erheblich, indem er den Zugang zu weltweiten Funknetzen über das Internet ermöglicht.

Das Gerät vereint die Funktionalität eines digitalen Transceivers, z. B. eines DMR-Funkgeräts, mit den Fähigkeiten eines Hotspots, ähnlich dem *Openspot 4 Pro*, in einem einzigen vielseitigen Werkzeug. Dadurch hebt sich der M1KE von anderen Lösungen auf dem Markt ab. Diese Integration ermöglicht es Funkamateuren, über WLAN-Netzwerke, einschließlich mobiler Hotspots, auf eine Vielzahl digitaler Amateurfunknetze zuzugreifen.

■ Funkgerät oder Hotspot?

Konzeptionell gesehen handelt es sich um ein spezialisiertes Gerät für IP-gebundenen Digitalfunkbetrieb und nicht um ein herkömmliches Amateurfunkgerät, das direkte Hochfrequenzkommunikation ermöglicht. Es besitzt kein 2-m-/70-cm-RX/TX-Modul, kann keine Funkverbindung zu HF-Repeater herstellen und auch nicht als Scanner fungieren. Seine Konnektivität erfolgt ausschließlich über WLAN und IP-Netzwerke [2].

Der M1KE ist ein vollkommen eigenständiger Transceiver und kein reiner Hotspot. Vielmehr stellt er eine neue Geräteklasse im Amateurfunkbereich dar: ein digitales IP-Sprach-Terminal. Durch die Kombination von PTT, Mikrofon und Lautsprecher, wie sie bei herkömmlichen Funkgeräten zu finden sind, mit der Multimode-Konnektivität eines Hotspots über IP wird die Nutzung digitaler Modi erheblich vereinfacht. Komplexe Installationen mehrerer Geräte sind nicht mehr erforderlich. Dies senkt die Einstiegshürde für jene Funkamateure, die in die Welt der digitalen Sprachkommunikation über das Internet einsteigen möchten. Der verstärkte Fokus auf IP-native Lösungen könnte zukünftige Hardware-Entwicklungen im Amateurfunk beeinflussen.

■ Gerätebeschreibung

Mit der Öse für das im Lieferumfang enthaltene Trageband misst das Gerät gerade einmal 102 mm × 66 mm × 25 mm und wiegt lediglich 136 g. Es gibt jedoch Nutzer, die selbst die Öse noch abgefeilt haben, um ein paar Millimeter zu sparen. Aufgrund seiner geringen Größe und Masse lässt sich der M1KE leicht transportieren, vergleichbar mit einem *Openspot*, der in eine Hemdtasche passt [3].

Akkumulator und Ladefunktionen

Die Mobilität des M1KE wird durch den eingebauten leistungsstarken Lithium-Ionen-Akkumulator mit einer Betriebszeit

Tabelle 1: Technische Daten des SharkRF M1KE laut Herstellerangaben

unterstützte Protokolle	IEEE 802.11b/g/n
Frequenzbereich	2,412 ... 2,484 GHz
Sendeleistung	21,0 dBm (802.11b, 1 MBit/s)
Empfindlichkeit	-98,4 dBm (802.11b, 1 MBit/s), -93,2 dBm (802.11g, 6 MBit/s), -92,6 dBm (802.11n, HT20, MCS0)
Stromversorgung	Lithium-Ionen-Akkumulator 3,7 V/2900 mAh, 5 V DC über USB-C-Anschluss, mind. 1500 mA
Stromaufnahme	≤ 1 A
Betriebstemperaturbereich	-10 ... 45 °C
Ladetemperaturbereich	0 ... 40 °C
Abmessungen	96 mm × 66 mm × 25 mm (B × H × T, ohne Öse)
Masse	136 g
Zertifizierungen	EN 300 328, EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 55032, EN 55035, EN 61000-3-3, IEC 61000-3-2, IEC 62311, IEC 62368-1, ICNIRP, EN 50566, IEC 62209-2, IEC 62133-2, Teil 15C der FCC-Vorschriften

von bis zu 30 h gewährleistet. Mit dem im Lieferumfang enthaltenen USB-C-Ladekabel und der Schnellladefunktion eignet sich das Gerät für den Portabeinsatz, auf Reisen oder für Fielddays. Zu beachten ist jedoch, dass die tatsächliche Akkumulatorlaufzeit je nach Betriebsmodus (Senden/Empfangen), Displayhelligkeit, Lautsprecherlautstärke, Netzwerkverkehr und WLAN-Signalarstärke variieren kann. Für das USB-C-Ladekabel und den Akkumulator gilt eine einjährige Garantie, wobei für Letzteren eine Kapazität von 70 % am Ende der Garantiezeit als Standard festgelegt ist.

Display und Indikatoren

Zur Benutzerführung dient ein OLED-Display mit einstellbarer Helligkeit, das



Bild 2:
Bedienelemente des M1KE auf der linken ...



Bild 3:
... und auf der rechten Gehäuseseite

unter verschiedenen Lichtbedingungen eine gute Sichtbarkeit ermöglicht. Eine helle, mehrfarbige LED mit Helligkeitsregelung gestattet zudem eine Echtzeit-Statusüberwachung und ein visuelles Feedback, was der intuitiven Bedienung zugutekommt.

Bedienelemente

Auf der linken Gehäuseseite befinden sich die PTT-Taste und zwei Tasten zur Einstellung der Lautstärke, Bild 2. Auf der rechten sind die *Power/Back*-Taste, die Aufwärts- und die Abwärtstaste sowie die *OK/Menü*-Taste angeordnet (von oben nach unten in Bild 3).

Audioqualität

Die Audioqualität ist ein entscheidender Faktor für die digitale Sprachkommunikation, und hier setzt der M1KE Maßstäbe in dieser Gerätegröße. Er verfügt über ein hochwertiges MEMS-Mikrofon, das durch fortschrittliche DSP-Audioverarbeitung (*Digital Signal Processing*) ergänzt wird. Diese umfasst eine Reihe von Funktionen, die darauf abzielen, eine klare Sprachübertragung zu gewährleisten. Dynamikbereichskompression, automatische Verstärkungsregelung (AGC), Entzerrung (*Equalization*) und Rauschunterdrückung tragen zu einer sehr guten Klangqualität bei, wie ich bei meinen umfangreichen Tests feststellen konnte. Die Einstellungen lassen sich in jedem Nutzerprofil für jede Sendeart auf die persönliche Stimmlage und Sprechgewohnheiten abstimmen.

Mit einer NF-Leistung von 750 mW ist der Transceiver auch in lauter Umgebung gut hörbar. Zusätzlich sind spezielle Spracheffekte wie Pitch-Shift, Chorus und Delay integriert, die allerdings mehr für kreative Anwendungen gedacht sind.

Kompatible Systeme

Das Gerät ermöglicht direkte Kommunikation mit anderen M1KE-Geräten, sowohl im Simplexbetrieb als auch über Multicast-Kommunikation in einem verbundenen WLAN. Darüber hinaus bietet es umfassende Kompatibilität mit einer Vielzahl etablierter Digitalfunkstandards und -netzwerke:

- IAX2: Dazu gehört *AllStarLink*, siehe Kasten, ein beliebtes Voice-over-IP-Netzwerk im Amateurfunk.
- DMR: Der M1KE unterstützt die gängigsten DMR-Netzwerke wie Brandmeister, DMRPlus, DMR-MARC, Phoenix, XLX, TGIF und viele andere.
- D-STAR: Systeme wie XLX, DCS, REF/DPlus und XRF/DExtra werden ebenfalls unterstützt.
- YSF/C4FM: Der M1KE kann sich mit FCS- und YSF-Reflektor-Netzwerken verbinden.
- NXDN: NXDN-Reflektor-Systeme sind gleichfalls zugänglich.
- P25: Mit der Firmware v31 wurde der *P25Reflector connector* hinzugefügt, der die Verbindung zu P25-Reflektoren ermöglicht [4].
- POCSAG: Für Paging-Anwendungen wird DAPNET unterstützt.
- APRS: Der M1KE ist mit APRS-IS für Positionsmeldungen und Messaging kompatibel.

Private Netzwerke

Über die Nutzung öffentlicher Netze hinaus bietet der M1KE auch Funktionen für benutzerdefinierte private Netzwerke. Diese umfassen eine integrierte Unterstützung für Broadcast-/Multicast-Gateway-Betrieb und Site-Linking über das Internet. Letzteres eröffnet fortgeschrittenen Nutzern die Möglichkeit, eigene Kommunikationsinfrastrukturen aufzubauen oder

AllStarLink im Amateurfunk

AllStarLink ist ein VoIP-basiertes Kommunikationsnetzwerk speziell für Funkamateure in den USA. Es ermöglicht die Verbindung von analogen Relaisfunkstationen, Hotspots und persönlichen Funkknoten (*Nodes*) weltweit über das Internet. Im Kern basiert AllStarLink auf der Open-Source-Telefonieplattform *Asterisk*, erweitert durch das Modul *app_rpt*, das speziell für die Steuerung von Funkgeräten und die Verbindung über IP entwickelt wurde.

Funktionsweise im Überblick

- Steuerung und Verbindung von Nodes über das Internet
- Integration mit anderen Systemen wie EchoLink
- Betrieb meist auf Linux-Systemen wie Raspberry Pi oder dedizierten Computern
- Möglichkeit, über Software wie *DVSwitch Mobile* auch mit dem Smartphone auf das Netz zuzugreifen

Verwendeter Vocoder & Protokoll für VoIP:

Anders als Digitalmodi wie DMR oder C4FM, bei denen spezielle Vocoder wie AMBE genutzt werden, arbeitet AllStarLink in der Regel mit unkomprimiertem NF-Signal oder mit Standard-VoIP-Codierung, wie sie Asterisk bereitstellt. Das bedeutet:

- Es wird kein proprietärer digitaler Vocoder wie AMBE verwendet.
- Die Nutzung von standardmäßiger VoIP-Codierung (z. B. μ -law oder GSM) erfolgt innerhalb des Asterisk-Systems.
- Das Protokoll ist SIP-basiert, wobei die Verbindung zwischen Nodes über RTP (*Real-Time Transport Protocol*) läuft.

Besonderheit im Amateurfunk

Da AllStarLink Echtzeitaudio via IP überträgt, bietet es eine höhere Tonqualität und geringere Latenz als andere digitale Sprachmodi – und das mit offener Software und ohne teure Hardware-Codierer.

sich mit spezifischen, nicht öffentlichen Systemen zu verbinden. Die Kompatibilität mit benutzerdefinierten privaten Servern über den *SharkRF IP Connector* erweitert diese Flexibilität zusätzlich.

Tabelle 2 fasst die Funktionalität des M1KE in einer Übersicht zusammen. Für Funkamateure, die häufig mit einer Vielzahl von Digitalmodi konfrontiert sind, gestattet sie einen schnellen Überblick über die Kompatibilität des Geräts. Anhand der aufgeführten Netzwerke sind die breite Anwendbarkeit und die Fähigkeit des M1KE erkennbar, als Multimode-Hotspot (im Sinne der integrierten Funktionalität) zu fungieren, der viele separate Geräte ersetzen kann.

Konnektivität und Benutzerfreundlichkeit

Der WLAN-IP-Transceiver ist für eine nahtlose Integration in drahtlose Netzwerke konzipiert. Er unterstützt bis zu fünf Netzwerkkonfigurationen mit automatischem Verbindungsmanagement pro Profil. Diese Funktion ermöglicht einen

Tabelle 2: Unterstützte Digitalfunkmodi des M1KE

Digitalfunkmodus	unterstützte Netzwerke/Systeme	Kurzbeschreibung/Anwendung
M1KE Direct	andere M1KE-Geräte (WLAN)	lokale Kommunikation ohne Internet
M1KE Multicast	andere M1KE-Geräte (WLAN)	Gruppenkommunikation im lokalen Netzwerk
IAX2	AllStarLink (siehe Kasten)	Voice-over-IP-Netzwerk für Amateurfunk, USA
DMR	Brandmeister, DMRplus, DMR-MARC, Phoenix, XLX, TGIF u. a.	<i>Digital Mobile Radio</i> , populärstes Digitalfunknetz
D-STAR	XLX, DCS, REF/DPlus, XRF/DExtra	Icoms Digitalfunkstandard
System Fusion/C4FM	FCS, YSF-Reflektor	Yaesu Digitalfunkstandard
NXDN	NXDN-Reflektor	Digitalfunkstandard
P25	P25-Reflektor	Digitalfunkstandard
POCSAG	DAPNET	Paging-Netzwerk für Nachrichtenübermittlung
APRS	APRS-IS	<i>Automatic Packet Reporting System</i> für Positionsdaten
Custom Private	Broadcast/Multicast-Gateway, Site Linking, SharkRF IP Connector	eigene, private Netzwerklösungen, Verbindung zu benutzerdefinierten Servern

schnellen und unkomplizierten Wechsel zwischen verschiedenen WLANs, sei es zu Hause, im Büro oder unterwegs.

■ Intuitives Web-Interface

Die Konfiguration und Überwachung des MIKE erfolgt über ein benutzerfreundliches Web-Interface, das sowohl mit Smartphone- als auch mit Desktop-Browsern kompatibel ist. Es bietet nicht nur umfassende Einstellungsmöglichkeiten, sondern auch Fernsteuerungsfunktionen und eine Live-Anzeige des Displays mit Audio-wiedergabe des Anrufs. Dies ermöglicht eine komfortable Bedienung und Überwachung des Geräts aus der Ferne, was praktisch ist, wenn der MIKE an einem schwer zugänglichen Ort platziert ist.

■ Anpassungsoptionen und nützliche Funktionen

MIKE-Nutzer haben einige Möglichkeiten, um das Gerät zu personalisieren. Dazu gehören die Anpassung des Start- und Hauptbildschirm-Logos sowie unterschiedlicher Piepton-Sequenzen. Bis zu 900 benutzerdefinierte Server und PTT-Ziele zur Verbindung mit verschiedenen Kommunikationspartnern und -gruppen in unterschiedlichen Sendarten lassen sich speichern.

Zehn Konfigurationsprofile und der einfache Wechsel zwischen ihnen erleichtern die Anpassung an unterschiedliche Nutzungsszenarien. Zusätzlich stehen integrierte Sprachansagen und ein Echo-Service (Parrot) zum Testen der eigenen Stimme zur Verfügung. Firmware-Updates erfolgen reibungslos automatisch On-the-Air.

■ MIKE in der Praxis

Der MIKE erweist sich als zweckmäßiges Werkzeug für Funkamateure, die sich in ländlichen Gebieten außerhalb der Reichweite digitaler Repeater befinden. Er überbrückt die Lücke zu globalen Digitalfunknetzen über jede verfügbare WLAN-Verbindung. Nutzer bestätigen in Foren, dass das Gerät einwandfrei funktioniert und die Klangqualität sehr gut sei, auch wenn die Menüs anfangs als etwas „klobig“ empfunden wurden [5].

Praxistest

Bei meinem ersten Test ging die Ersteinrichtung zügig voran. Der Gebrauch der seitlichen Tasten ist allerdings etwas gewöhnungsbedürftig. Die Einstellung unter *Quicksetup* und die Eingabe des eigenen Rufzeichens oder CCS-7-ID beschleunigen die erstmalige Inbetriebnahme beträchtlich.



Bild 4: Mobiler Hotspot auf dem Smartphone

Ich rate bei den Audioeinstellungen ab Version V32 zu 10 dB Gain bei D-STAR und -6 dB bei DMR. Die *Loudness*-Funktion sollte man deaktivieren und die Mikrofonverstärkung *Mic Gain* auf 0 stellen. Alle Audio-DSP-FX-Funktionen außer dem Equalizer sind ebenfalls zu deaktivieren. Dieser ist bei *High* auf 10 dB zu setzen, sonst klingt die Stimme einfach zu dunkel. Die Delay-Funktionen sind nicht für Funkamateure geeignet und sollten für jeden Fall ausgeschaltet sein.

Für jedes Profil müssen alle Mikrofon-Parameter neu gesetzt werden. Erstere lassen sich mithilfe der seitlichen Funktionstasten gut auswählen und wechseln. Man sollte auch mehrere WLAN-Einstellungen abspeichern, damit man z. B. zu Hause oder auf der Arbeit das Gerät verbinden kann. Auf meinem Smartphone habe ich die Funktion *Mobile Hotspot*, Bild 4, eingeschaltet. So funktioniert der MIKE auch, wenn ich unterwegs bin.

Leistungsfähigkeit

Der MIKE überzeugt durch seine solide Performance in allen unterstützten Modi. Die Sprachqualität ist in DMR, D-STAR und C4FM durchweg klar und deutlich. Es gab keine feststellbaren Kompressionsartefakte oder Verzerrungen. Verbindungen zu verschiedenen Gesprächsgruppen, Reflektoren und Räumen blieben über lange Zeiträume stabil. Es gab keine unerwarteten Abbrüche oder *Hang-ups* (auflegen), wie man es von manch anderen Hotspots kennt. Die Übertragung von Sprachpaketen erfolgte zügig mit geringer Latenz, was zu flüssigen Gesprächen ohne störende Verzögerungen beitrug.

Einschränkungen

Der MIKE weist einige spezifische Einschränkungen auf, die seine Zielgruppe definieren:

Da wäre z. B. der Kaufpreis, der höher ist als bei einem selbstgebauten Hotspot auf Basis eines Raspberry Pi und eines Hotspot-Boards. Die zusätzlichen Kosten spiegeln jedoch die Integration und die Benutzerfreundlichkeit wider.

Für Bastler gibt es weniger Anpassungsmöglichkeiten. Funkamateure, die gern tief in die Systemkonfiguration eintauchen oder spezielle Software-Erweiterungen nutzen möchten, bietet ein Raspberry-Pi-basierter Hotspot mehr Freiheit.

Bezüglich der Firmware ist man im Gegensatz zu Open-Source-Lösungen auf Entwicklungen und Updates von SharkRF angewiesen.

■ Fazit

Der SharkRF MIKE ist ein innovatives und leistungsstarkes Gerät, das eine Nische im Markt für digitale Amateurfunkkommunikation besetzt. Er ist besonders attraktiv für Funkamateure, die Wert auf Portabilität, einfache Bedienung und den Zugang zu globalen Digitalfunknetzen legen, insbesondere in Gebieten mit begrenzter Repeater-Abdeckung. Er passt bequem in die Hosentasche und hat eine sehr lange Akkumulatorlaufzeit. Durch die zehn individuell anpassbaren Profile kann man unterschiedliche Digitalfunkmodi usw., in mehreren Netzen konfigurieren und überall aktiv werden.

Der Einstieg ist durch die Verbindung mit dem lokalen WLAN und die Konfiguration über einen Webbrowser denkbar einfach. Mit seiner Unterstützung für DMR, D-STAR, System Fusion, NXDN, All-StarLink, APRS, POCSAG und P25-Reflektoren sowie der sehr guten Audioqualität bietet der MIKE eine bequeme und effektive Möglichkeit, weltweit über IP-Netzwerke zu kommunizieren.

dl1ybl@darc.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] SharkRF: MIKE by SharkRF. www.sharkrf.com/products/MIKE
- [2] RadioReference-Forum: SharkRF MIKE. <https://forums.radioreference.com/threads/sharkrf-mike.481567>
- [3] RadioReference-Forum: Amateur Radio Hotspots. <https://forums.radioreference.com/threads/amateur-radio-hotspots.467908>
- [4] SharkRF: Changelog for stable firmware versions of the MIKE by SharkRF. www.sharkrf.com/products/mike/changelog
- [5] SharkRF-Forum: MIKE – General Discussion. <https://forum.sharkrf.com/d/7933-MIKE/16>
- [6] Berns, J., DL1YBL: Openspot 1 – ein Multimode-Hotspot für digitale Sprachsendarten. FUNK-AMATEUR 66 (2017) H. 1, S. 18–19
- [7] Berns, J., DL1YBL: Openspot 2 – ein Multimode-Hotspot für digitale Sprachsendarten. FUNK-AMATEUR 68 (2019) H. 1, S. 24–25
- [8] Berns, J., DL1YBL: Openspot 3 – der smarte E-Key. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 7, S. 578–579

Rauschminderung bei analogen Audiosignalen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Ein geringer Signal-Rausch-Abstand kann die Wiedergabe von Audiosignalen stark beeinträchtigen. Zur Rauschreduzierung gibt es seit Jahrzehnten mehrere Verfahren. Nachfolgend wird die auf dem Spezialschaltkreis LM1894 basierende Variante vorgestellt, die sich sowohl für Mono- als auch Stereosignale eignet.

Rauschen ist ein breitbandiges Signal, das aus der Überlagerung einer Vielzahl von Signalen mit unterschiedlichen Frequenzen und Pegeln entsteht, zufällig geformt ist und ein höheres Frequenzspektrum als die Komponenten besitzt. In Bild 5 ist ein solches Rauschsignal dargestellt. In Form von Meeresrauschen

erfolgte durch die Messung der Pegel des Nutzsignals und der Störsignale, also des Rauschens.

Zur Rauschminderung wurden bereits vor Jahrzehnten effektive Verfahren entwickelt. Dabei ging es nicht um das vollständige Unterdrücken von Rauschsignalen, sondern um eine deutliche Rauschmin-

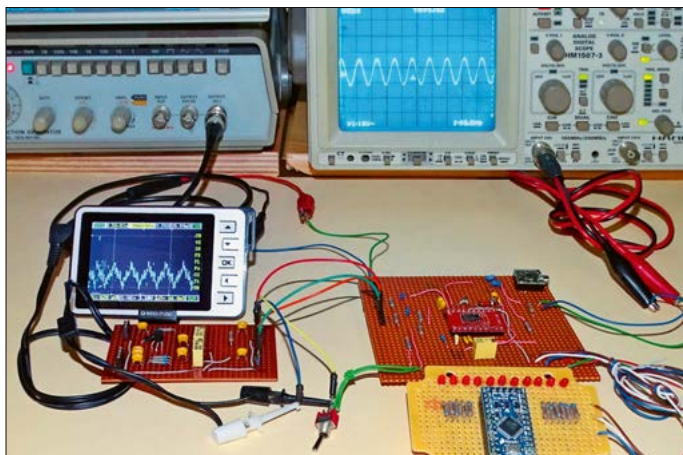


Bild 1: Bei diesem Versuchsaufbau zur Reduzierung des Rauschteils in einem NF-Signal kam zusätzlich ein einfacher Rauschgenerator (Modul links samt Oszilloskop) zum Einsatz. Das Ergebnis wird auf dem Oszilloskop dahinter dargestellt.

Foto: Sander

wird ein solches Signalgemisch von vielen Menschen als angenehm empfunden, während es bei einer Musik- oder Sprachübertragung meist stört.

Rauschen ist nicht nur die Überlagerung von Schallwellen in Gasen, Flüssigkeiten und Körpern. So entsteht z. B. der als Wärmerauschen, thermisches Rauschen, Widerstandsauschen oder Johnson-Nyquist-Rauschen bezeichnete Effekt durch die Bewegung von Ladungsträgern in Metallen und Halbleitermaterialien. Ende der 1920er-Jahre führte der schwedisch-amerikanische Physiker John Bertrand Johnson Experimente zum Rauschen durch. Etwa zur gleichen Zeit entwickelte der schwedisch-amerikanische Ingenieur Harry Theodor Nyquist die dazugehörige Theorie. Ziel war die Entwicklung zuverlässiger Schaltungen, bei denen dieses Rauschen vermieden werden sollte.

Um allgemein eine Bewertung der Qualität eines Signals in der Nachrichten-, Mess- und HF-Technik zu ermöglichen, wurde der Parameter *Signal-Rausch-Verhältnis* eingeführt. Dessen Berechnung

erfolgte durch die Messung der Pegel des Nutzsignals und der Störsignale, also des Rauschens. Zur Rauschminderung wurden bereits vor Jahrzehnten effektive Verfahren entwickelt. Dabei ging es nicht um das vollständige Unterdrücken von Rauschsignalen, sondern um eine deutliche Rauschmin-

Dick Burwen verbesserte das Verfahren und konnte durch das Burwen-DNF (*Dynamic Noise Filter*) bereits Rauschen ab 500 Hz filtern. 1971 entwickelte Philips das Verfahren zu DNR (*Dynamic Noise Reduction*) weiter. Zur Vereinfachung des Schaltungsaufbaus wurde mit dem LM1894 der erste Spezialschaltkreis hergestellt und später auch von *National Semiconductor* produziert. Andere Hersteller folgten mit auf anderen Verfahren basierenden Schaltkreisen. Später setzte sich das Dolby-Kompander-Verfahren durch.

Da man heutzutage vor allem digitale Verfahren zur Speicherung und Übertragung nutzt, werden viele analog arbeitende Schaltkreise nicht mehr hergestellt. Eine Ausnahme ist der nach einer längeren Pause wieder von *Texas Instruments* produzierte LM1894, um den es auch in diesem Beitrag geht. Mithilfe der nachfolgend beschriebenen Schaltung lässt sich das Rauschen sowohl bei Mono- als auch bei Stereosignalen reduzieren, sodass ein damit gebautes Gerät für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet ist.

■ Dynamische Rauschminderung

In der Messtechnik lässt sich Rauschen im einfachsten Fall durch Mittelwertbildung stark dämpfen. Ein solches Verfahren würde jedoch Audiosignale ungewollt beeinflussen. Das DNR-Verfahren berücksichtigt hingegen psychoakustische Effekte.

Das Schaltungsprinzip zur Rauschreduzierung nach dem DNR-Verfahren ist in Bild 3 dargestellt. Verzerrungen mit einer Dauer von weniger als 1 ms können unsere Ohren nicht erkennen, da sie hier wie ein Integrator wirken. Daher kann die in den Signalweg eingefügte Schaltung das Signal innerhalb solch kurzer Zeiten beeinflussen, ohne dass dies hörbar wird.

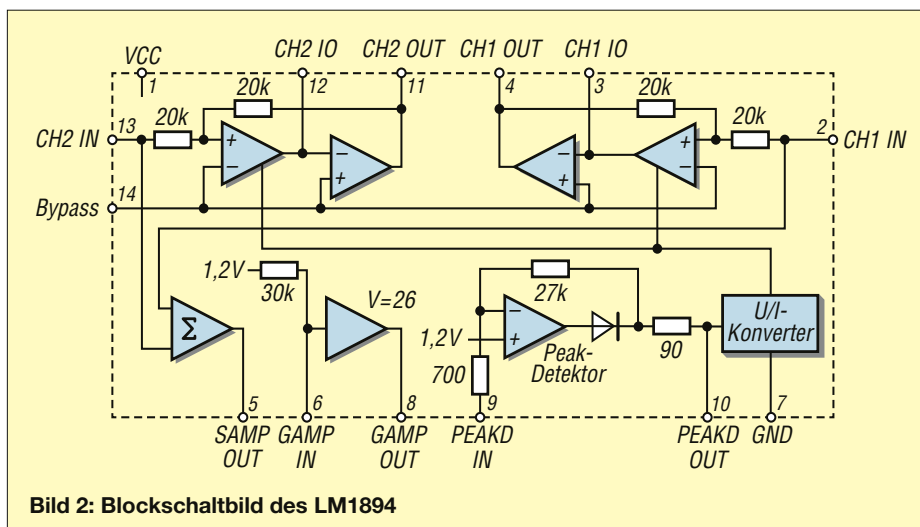


Bild 2: Blockschaltbild des LM1894

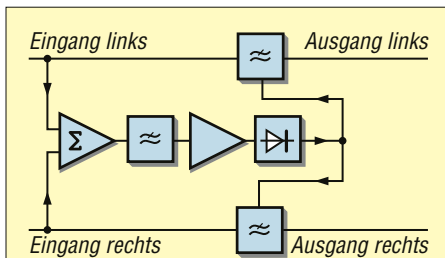


Bild 3: Prinzipieller Aufbau einer dynamischen Rauschminderung

Unsere Ohren sind im Bereich von 2 kHz bis 10 kHz besonders empfindlich. Das Filter in der Rauschreduzierung muss deshalb vorrangig in diesem Bereich reagieren. Besonders bei Signalen in niedrigen Frequenzbereichen lässt sich Rauschen dann effektiv reduzieren. Auf diesen Funktionen basiert das mit dem LM1894 realisierte DNR-Verfahren.

Der Gedanke liegt nahe, die Rauschreduzierung bei einem Stereosignal für jeden Kanal getrennt vorzunehmen. Zur einfachen Rauschreduzierung wäre dies möglich. Jedoch würde damit der räumliche Effekt des Audiosignals eingeschränkt. Deshalb werden die Signale des rechten und des linken Audiokanals addiert und das Summensignal an ein Filter weitergeleitet. Diesem ist ein Detektor nachgeschaltet, von dessen Ausgangssignal die in beiden Kanälen liegenden Tiefpassfilter angesteuert werden.

Um das Rauschen mit relativ einfachen Mitteln dämpfen zu können, muss das Nutzsignal einen Mindestpegel besitzen, der über dem Wert des Rauschens liegt. Wenn im höherfrequenten Bereich kein Nutzsignal auftritt, werden die Grenzfrequenzen der in beiden Kanälen liegenden Tiefpassfilter reduziert und die Signale im darüber liegenden Frequenzbereich gedämpft.

In dem in Bild 2 dargestellten Blockschaltbild sind zwei Kanäle erkennbar. Die Eingangssignale werden über den Summierverstärker addiert. Auch wenn nur ein Monosignal zu bearbeiten ist, sollte dieses an beide Eingänge geführt werden.

Zur Anhebung der Pegel der Eingangssignale sind Transkonduktanzverstärker (OTA, *Operational Transconductance Amplifier*) vorhanden, die vom Spitzenwertdetektor angesteuert werden. Inklusive der extern angeschlossenen, passiven Bauelemente arbeitet die Schaltung als einstellbares Filter.

■ Rauschreduzierungsmodul

Zur Verringerung des Rauschens bei Audiosignalen ist die in Bild 4 dargestellte

Schaltung nutzbar. Dieses Modul kann für Mono- und Stereosignale verwendet werden. Das Signal des linken Kanals wird an X1 und das des rechten an X2 zugeführt. Zur Entladung der Kondensatoren C1 und C2 sind den Eingängen die Widerstände R1 und R2 parallelgeschaltet.

Die addierten Eingangssignale werden an Pin 5 ausgegeben und über den Kondensator C7 dem Potenziometer R7 zugeführt. R7 dient zur Einstellung der Rauschminderung. C8 leitet das Signal danach an den integrierten Verstärker weiter, der den angehobenen Signalpegel an Pin 8 ausgibt, bevor das Signal über die externe Filterschaltung an Pin 9, den Eingang des Spitzenwertdetektors, gelangt.

Dieser Detektor ermittelt die Spitzenwerte zur Steuerung der Filter. Der Kondensator C10 am Ausgangspin 10 des Spitzenwertdetektors glättet die entstehende Gleichspannung. Gleichzeitig wird die an Pin 10 ausgegebene Signalspannung über X5 einem Anzeigemodul zur Verfügung gestellt, siehe unten. Die rauschreduzierten Audiosignale des linken und rechten Kanals werden über die Pins 11 und 4 ausgegeben. Die an beiden Ausgängen angeschlossenen Kondensatoren C9 und C6 sind Teil der an den Pins 12 und 3 liegenden Eingänge von Operationsverstärkern, die als Integratoren arbeiten.

Die Ausgangssignale des linken und rechten Kanals werden an X3 und X4 zur Verfügung gestellt.

Sollten die Eingangssignale kein signifikantes Rauschen enthalten und das DNR-Verfahren somit nicht notwendig sein, lässt sich die gesamte Rauschreduzierung



Bild 5: Darstellung von Weißem Rauschen im Zeitbereich

umgehen. Dazu ist an X6 lediglich ein Schalter anzuschließen. Ist dieser geöffnet, durchlaufen die Signale die oben beschriebenen Wege. Bei geschlossenem Schalter werden beide Audiosignale ohne Rauschminderung ausgegeben.

Der LM1894 ist für einen Betriebsspannungsbereich von 4,5 V bis 18 V ausgelegt. Der typische Wert sollte bei 8 V liegen. Um die gesamte Rauschreduzierung aus einer beliebigen Spannungsquelle von mindestens 10,5 V bis maximal 24 V betreiben zu können, habe ich den Linearspannungsregler IC2 eingesetzt. Er gibt stabile 8 V zum Betrieb des LM1894 aus. Diese Spannung wird über X5 auch dem Anzeigemodul zur Verfügung gestellt. Die Spannungsquelle sollte im Hinblick auf die eher „stromhungrige“ LED-Anzeige etwa 500 mA liefern können.

Das Rauschreduzierungsmodul muss im Signalweg immer vor Baugruppen zur Klang- und Lautstärkeänderung platziert werden. Der Grund ist, dass sich deren Einstellungen auch auf das Rauschen auswirken und eventuell die Wirkung der Rauschreduzierung mindern.

R7 bestimmt die wirksame Bandbreite der beiden Audiopfade. Die Wirkung lässt sich gut anhand der am Ausgangspin 10 abgegebenen Spannung des Spitzenwertdetektors beurteilen. Deren Wert stellt jedoch nicht den Signalpegel dar,

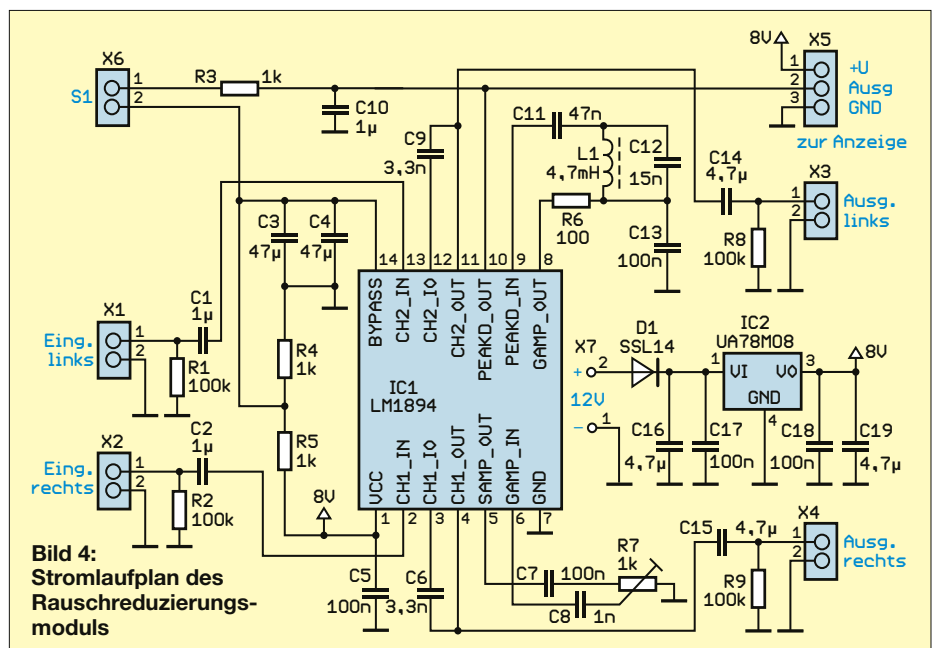


Bild 4: Stromlaufplan des Rauschreduzierungsmoduls

sondern die momentane Bandbreite der beiden Filter.

■ Anzeigemodul

Prinzipiell genügt für die Darstellung der Bandbreite ein Spannungsmesser oder eine LED-Balkenanzeige auf Basis eines LM3915. Letztere werden jedoch nicht mehr hergestellt und sind daher nur noch als Restposten z.B. beim FA-Leserservice erhältlich.

Deshalb habe ich ein Anzeigemodul auf Basis des Mikrocontrollers ATmega 328P-AU entwickelt, der eine ausreichende Anzahl an Pins für die anzuschließenden LEDs besitzt. Da für diese Anwendung nur einfache Algorithmen und keine Signalverarbeitung mit hoher Geschwindigkeit notwendig sind, genügt eine Taktfrequenz von 1 MHz. Durch den niedrigen Wert ergibt sich gleichzeitig eine geringere Stromaufnahme. Zur Erzeugung der Taktfrequenz findet der interne Oszillator des Mikrocontrollers Verwendung, dessen Register vor der eigentlichen Programmierung entsprechend einzustellen sind.

Der Pin ADC0 des integrierten A/D-Umsetzers ist mit X2 verbunden. An diesem Anschluss werden das auszuwertende Signal des Rauschreduzierungsmoduls und 8 V zugeführt. Da die Betriebsspannung des Mikrocontrollers nur 5 V betragen darf und seine Eingangspegel unter diesem Wert liegen müssen, habe ich den aus R13 und R14 bestehenden Spannungsteiler und zur Sicherheit zusätzlich die 5-V-Zener-Diode D1 an X2 angeschlossen.

Die analogen Teilschaltungen im Mikrocontroller sind gegenüber den digitalen getrennt zu versorgen. Dem Eingang zur analogen Versorgung AVCC und dem Eingang der Referenzspannung ist deshalb das aus L1 und C1 bestehende Tiefpassfilter vorgeschaltet, das Rückwirkungen vom Digital- auf den Analogteil dämpft und somit gegenseitige Beeinflussungen vermeidet.

An die Pins PD0 bis PD7 und PB0 bis PB2 sind LEDs mit Vorwiderständen zur Strombegrenzung angeschlossen.

Der Linearspannungsregler IC2 reduziert die zugeführte Spannung von 8 V auf die für den Mikrocontroller zulässigen 5 V. Verwendung findet ein TS1117BCW-5.0, der zur Unterdrückung von Störsignalen an Ein- und Ausgang die Kondensatoren C3 und C6 mit relativ hoher Kapazität von $4,7 \mu\text{F}$ erfordert. Während man früher hierfür Elektrolytkondensatoren verwendete, stehen seit mehreren Jahren auch Mehrschichtkondensatoren mit solchen Kapazitätswerten zur Verfügung. Diese sind nicht nur deutlich kleiner, sondern auch zuverlässiger als herkömmliche Elektrolytkondensatoren.

■ Firmware

Die für das Anzeigemodul erforderliche Firmware habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Sie liest die Steuerspannung im 50-ms-Abstand ein und wertet sie mithilfe eines einfachen Algorithmus aus. Entsprechend dem gemessenen Pegel wird die zugeordnete Anzahl der LEDs eingeschaltet. Bei einem niedrigen Pegel – gleichbedeutend mit geringer Bandbreite des einstellbaren Filters – leuchtet nur LED1. Beim maximalen Pegel leuchten alle LEDs.

■ Nachbau

Für den Nachbau habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Platinen entwickelt. Deren Layouts sind als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de verfügbar. Auf Anfrage sind sie bei [2] einzeln, als Bausatz oder fertig bestückt erhältlich, wobei der Mikrocontroller bereits programmiert ist. Der Quelltext wird auf Wunsch mitgeliefert.

Die Bestückungspläne beider Platinen sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt. Es kommen überwiegend SMD-Bauelemente zum Einsatz. Beim Rauschreduzierungsmodul sind lediglich das Potenziometer und die Schraubklemme bedrahtet und beim Anzeigemodul die LEDs. Die auf beiden Platinen vorgesehenen Stiftleisten sind nicht erforderlich, wenn man die Anschlüsse und Verbindungs-

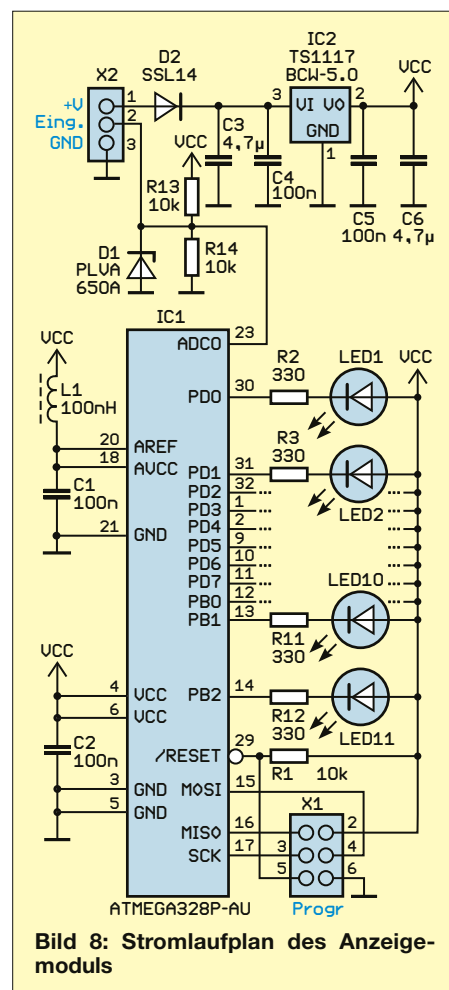


Bild 8: Stromlaufplan des Anzeigemoduls

drähte direkt anlötet. Die in Bohrungen in der Gehäusewand montierten LEDs sollte man mit kurzen Drähten an der Platine verbinden.

Die Bestückung sollte anhand der in [3] gegebenen Hinweise problemlos möglich sein. Danach sind beide Baugruppen miteinander zu verbinden, an X6 ein Schalter anzuschließen und die Versorgungsspannung zuzuführen. Als Audioanschlüsse sind Cinch-Buchsen geeignet.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Bergmann, H.: Verfahren zur Rauschminderung bei der Tonsignalverarbeitung. *radio fernsehen elektronik* 31 (1982) H. 11, S. 731–736
- [2] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [3] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. *FUNKAMATEUR* 73 (2024), H. 11, S. 868–871

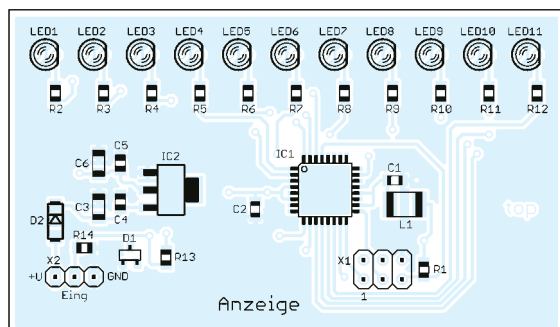
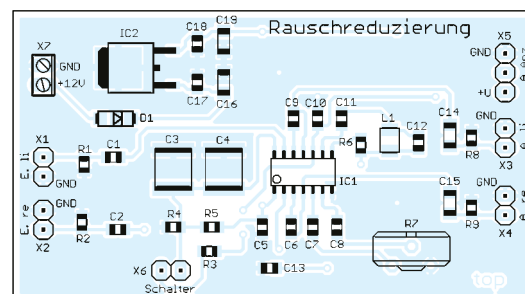


Bild 6: Bestückungsplan des Anzeigemoduls; Abmessungen 73,5 mm × 43 mm

Bild 7: Bestückungsplan des Rauschreduzierungsmoduls; Abmessungen 69 mm × 38,5 mm



Multimodebetrieb von 160 m bis 6 m mit dem QRP-Transceiver QMX+

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Nach der Fünfbandversion des QMX erschien 2024 mit dem QMX+ bei QRP Labs ein Modell, das nun alle Amateurfunkbänder von 160 m bis 6 m abdeckt. Dieser Beitrag gibt Tipps zum Aufbau und zur Inbetriebnahme des als Bausatz und Fertiggerät erhältlichen Transceivers.

Mit dem QMX+ [1] bietet Hans Summers, G0UPL, seit Mai des vergangenen Jahres eine erweiterte Version des Multimode-QRP-Transceivers QMX an. Standen bei Letzterem [2] nur fünf KW-Amateurfunkbänder zur Verfügung, bietet der QMX+ jetzt die volle Bandabdeckung von 160 m bis 6 m. Auch die Anbindung eines GPS-Empfängers wurde verbessert, denn mit dem speziell für den QMX+ konstruierten QLG3 ist eine Integration in den Transceiver möglich.



Bild 1: Alle Bedienelemente befinden sich auf der Frontplatte, ebenso wie Kopfhörer- und Mikrofon-/Paddle-Anschluss.

Fotos und Screenshots: DC8FG

Nach wie vor dient der GPS-Empfang in erster Linie zur Kalibrierung des als Referenzoszillator arbeitenden 25-MHz-TCXO und als Zeitbasis der jetzt batteriegepufferten Echtzeituhr. Deren Versorgungsspannung von 3,3 V liefert einer der beiden nun auf der Platine des QMX+ befindlichen Abwärtswandler. Alternativ lässt sich hierzu eine Knopfzelle des Typs CR2032 verwenden. Auch paralleler GPS-Empfang und CW-Betrieb sind jetzt möglich.

■ Grundlegendes

Ein augenfälliger Unterschied zum QMX ist das optionale, bereits fertig bearbeitete Gehäuse aus schwarz eloxiertem Aluminium. Es hat die Abmessungen 105 mm × 55 mm × 146 mm (B × H × T) und wird auch für den QRP-CW-Transceiver QCX+ [3] verwendet. An der Frontseite befinden sich ein LC-Display mit 2 × 16 Zeichen, zwei Dreh-Encoder mit Taster und zwei weitere Taster für den Aufruf der Funk-

tionen. Wie bei allen Transceivern der Q-Reihe von QRP Labs geschieht dies über schnelle Tasterbetätigungen; das gilt auch für beide Dreh-Encoder. Ausnahmen: Das Ein- und Ausschalten des QMX+, der VFO-Wechsel und der Aufruf des Hauptmenüs erfolgen durch einen langen Druck auf die jeweiligen Bedienelemente.

Außerdem beherbergt die Frontplatte je eine 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchse für den Kopfhörer- und Paddle- bzw. den Mikrofonanschluss. Auf der Rückseite sind der BNC-Antennenanschluss, eine SMA-Buchse für die GPS-Antenne, zwei 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchsen für AUX und PTT-Ausgang, eine USB-C-Buchse zur Kommunikation mit einem PC und eine 2,1-mm-Hohlsteckerbuchse für die Spannungsversorgung untergebracht.

Die wesentlichen Merkmale des QMX+ sind identisch mit denen des QMX:

- integrierter SDR-SSB-Empfänger mit 60 dB bis 70 dB Seitenbandunterdrückung,
- 24-Bit-USB-Soundkarte mit 48 kHz Abtastrate,
- CAT-Steuerung,
- integrierte SWV-Messbrücke,
- VFO auf Basis des Si5351A mit TCXO-Referenz,
- mit 168 MHz getakteter Mikrocontroller ARM Cortex M4 zur Transceiversteuerung und Signalverarbeitung.

Ebenso wieder mit an Bord sind diverse Testprogramme zur Diagnose und Ausführung der grundlegenden Abgleichar-

Bild 2: Auf der größeren Leiterplatte des QMX+ ist die Bestückung bequemer durchführbar als beim QMX. Die beiden Abwärtswandler für 3,3 V und 5 V (gelber Pfeil) befinden sich nun direkt auf der Platine, das optionale GPS-Modul QLG3 (roter Pfeil) wird über eine Steckerleiste angeschlossen.



Technische Daten des QMX+

Amateurfunkbänder	160 ... 6 m
Sendeleistung	5 W bei $U_B = 12$ V
Sendarten	CW, SSB, Digimodes (FSK CW, WSPR, usw.)
VFO	Si5351A
Referenzoszillator	25-MHz-TCXO
Abmessungen (B × H × T)	105 mm × 55 mm × 146 mm
Versorgungsspannung	6 V bis 12 V
Stromaufnahme*	110 mA beim Empfang (mit GPS-Modul), 610 mA beim Senden
Masse	600 g

*gemessen bei $U_B = 12$ V

beiten. Dies hat den Vorteil, dass hierzu keine weitere Messtechnik erforderlich ist.

■ Montage

Die Montage des QMX+ stellt für geübte Elektronikbastler keine Hürde dar, zumal keine SMD-Bauteile einzulöten sind. Lediglich das Bewickeln der Ringkerne gehört zu den Arbeiten, die mancher Funkamateur nur ungern ausführt. Nachfolgend daher einige Tipps:

Um sicherzustellen, dass der mitgelieferte 0,33-mm-Kupferlackdraht ausreicht, sollte man nicht mehr als die in der Baumappe angegebenen Längen abschneiden. Diese sind bereits recht großzügig bemessen.

Genaues Zählen der Windungen ist unerlässlich. Dabei gilt, dass jedes Durchstecken des Drahtes durch den Ringkern als Windung zählt.

Je fester die Kopplung zwischen Draht und Ringkern, also je dichter der Draht am Ringkernkörper anliegt, desto besser. Hier muss man ein Gespür dafür entwickeln, den Draht zwar ausreichend fest, aber dabei nicht so festzuziehen, dass er reißt. Die Wicklungen sind mit gleichmäßigem Abstand über mindestens drei Viertel des Ringkernumfangs aufzubringen.

Ist der Ringkern fertig bewickelt, sollte vor dem Einlöten eine abschließende Kontrolle der Windungszahl erfolgen.

Vor dem Verlöten ist der Lacküberzug des Drahtes im Bereich der Lötstelle gewis-

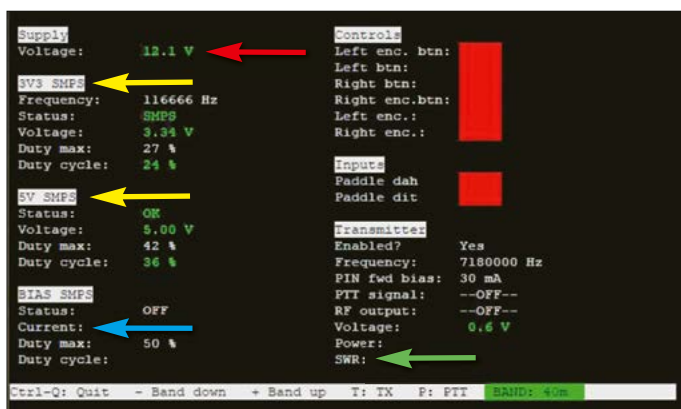


Bild 3: Onboard-Hardware-diagnose des QMX+ im Empfangszustand: Betriebsspannung (roter Pfeil), Status des 3,3-V- sowie des 5-V-Abwärtswandlers (gelbe Pfeile), Durchlassstrom der PIN-Dioden (blauer Pfeil) sowie Sendeleistung und SWV bei Sendebetrieb (grüner Pfeil)

senhaft zu entfernen. Anderenfalls treten später Probleme auf, die sich meist in zu geringer oder gar keiner Ausgangsleistung bemerkbar machen. Ich empfehle, die Anschlussenden so zu kürzen, dass sie nach dem Durchstecken ungefähr 5 mm aus dem Lötage herausragen. Bei dem Drahtdurchmesser von 0,33 mm (AWG 28) lässt sich der Lack zuvor mithilfe des Lötkolbens und einer ordentlichen Zinnperle sauber abbrennen. Der verzinnete Teil sollte mindestens bis in das Lötage hineinreichen.

Es empfiehlt sich, vor dem Bestücken die aktuelle Baumappe (derzeit: *Assembly Manual for PCB Rev 3*) sowie die Anleitung zur Anfertigung des Ausgangsübertragers (*PA transformer Manual*) gründlich zu lesen. Beide Dokumente sind bei [1] im Abschnitt *Documentation* verfügbar.

Aufbautipps

Auch beim Aufbau sollten die Anweisungen zu jedem Arbeitsschritt gewissenhaft in der Baumappe nachgelesen werden. Auf folgende Punkte möchte ich besonders hinweisen:

Betriebsspannung

Die Höhe der Betriebsspannung entscheidet über das Übersetzungsverhältnis des Ausgangstransformators T501. Wird er für eine Betriebsspannung von 9 V ausgelegt, liefert der QMX+ bei $U_B = 12$ V ungefähr 8 W Sendeleistung. Dies mag verlockend erscheinen, jedoch dürfte – speziell bei Dauerstrichaussendungen – der Preis in Form einer thermischen Überlastung und Zerstörung der Endstufentransistoren zu hoch sein. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass eine Verdopplung der Sendeleistung lediglich einer Zunahme von 3 dB und damit einer halben S-Stufe entspricht. Wichtig: Die einmal gewählte Höhe der Betriebsspannung sollte im Betrieb nicht überschritten werden. Bei meinem QMX entschied ich mich damals für 9 V, da ich so für den Portabelbetrieb mit kleinen Akkumulatorpacks (acht

AA-Zellen 1,2 V/2600 mAh) auskomme. Da ich den QMX+ jedoch im Shack betriebe, wählte ich die 12-V-Variante. Festspannungsnetzteile liefern jedoch meist 13,8 V, was für den sicheren Betrieb der Endstufe des QMX+ zu hoch ist. Auch ein vollständig aufgeladener Akkumulator, der möglicherweise zusätzlich von einem Photovoltaikmodul gepuffert wird, liefert eine zu hohe Spannung.

Aus diesem Grund ist eine Spannungsreduzierung vorzusehen, die sich beispielsweise durch die Vorschaltung von mindestens zwei in Serie geschalteten Dioden (z.B. 1N4001) in die Versorgungsleitung bzw. durch die Verwendung eines Abwärtsreglermoduls erreichen lässt. Letzteres sollte für HF-Anwendungen geeignet sein und auch bei diesem nur geringen Spannungsunterschied stabil arbeiten. Wer gern bastelt, findet möglicher-

weise bei [4] eine interessante Lösung. Fertige Module sind beispielsweise bei [5] erhältlich.

Wichtige Arbeitsschritte sind auch die nach dem Einlöten von T501 in der Baumappe empfohlenen Durchgangsmessungen und die Prüfung auf Masseschluss. Der bei der Messung der mit A bezeichneten Punkte gegen Masse angezeigte Widerstand von ungefähr 535 Ω ist schaltungsbedingt. Für die Herstellung von T501 sollte man unbedingt die Anleitung [6] hinzuziehen.

Ringkerne für Bandpassfilter

Hinsichtlich der in der Teileliste aufgeführten fünf Ringkerne T37-6 ist ebenfalls Aufmerksamkeit geboten: Sofern im Bausatz nur ein T37-6 (gelb), jedoch vier T37-10 (schwarz, glänzend) enthalten sind, ist für L403 ein T37-10 zu verwenden. Der T37-6 ist für L506 (Tiefpassfilter) vorgesehen. Bitte den T37-10 nicht mit dem mattschwarzen FT37-43 verwechseln.

Optionales GPS-Modul

Nach dem Einlöten der SMA-Buchse auf dem GPS-Modul und der Montage der beiden Sechskant-Kunststoff-Abstandhalter auf der Platine des QMX+ empfiehlt es sich, das GPS-Modul unter Verwendung der fünfpoligen Stecker- und Buchsenleisten zu montieren und mit den Kunststoffschrauben zu fixieren. So befinden sich beide Leisten im richtigen

Bild 4: Darstellung der Durchlasskurve des Bandpassfilters für 10 m und 11 m (L405a) nach dem Aufbau des QMX+; diese Option steht im Terminal unter **Hardwaretests** → **RF filter sweep** zur Verfügung. Die Messungen lassen sich auch direkt im Transceivermenü durchführen.

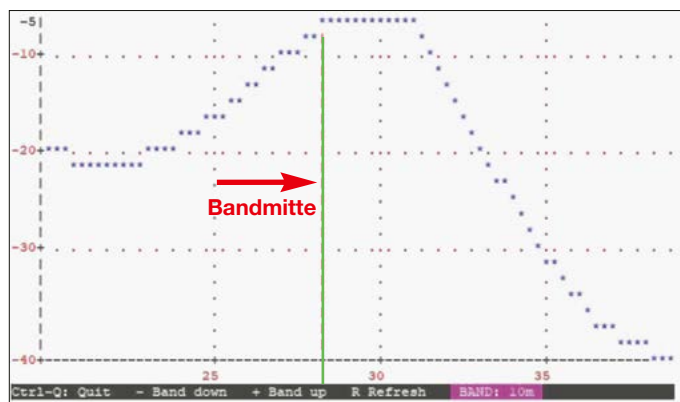
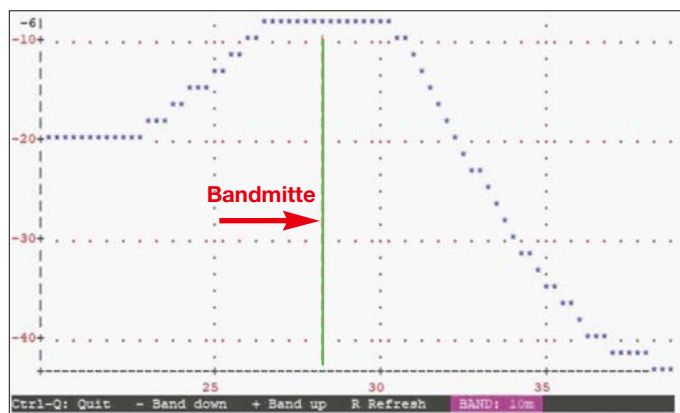


Bild 5: Durchlasskurve des Bandpassfilters für 10 m und 11 m (L405a) nach dem Abgleich durch vorsichtiges Verändern des Wicklungsabstandes; diese Messungen sollten nicht mit angeschlossener Antenne, sondern unter Verwendung einer Dummy-Load durchgeführt werden.



Winkel und können nun verlötet werden. Die Funktion des QLG3 lässt sich später in der Hardwarediagnose überprüfen.

Frontpanel

Um die Schraubverbindung neben dem Dreh-Encoder S301 (Tune) bei der Montage korrekt anziehen zu können und einem ungewollten Masseschluss vorzubeugen, sollte die Einbauanweisung in Kap. 2.22 und Kap. 2.23, Step 9 der Baukarte unbedingt befolgt werden.

Inbetriebnahme

Sind nach Überprüfung der Leiterplatten kalte Lötstellen, Lötzinnbrücken und andere Fehler ausgeschlossen, geht es an

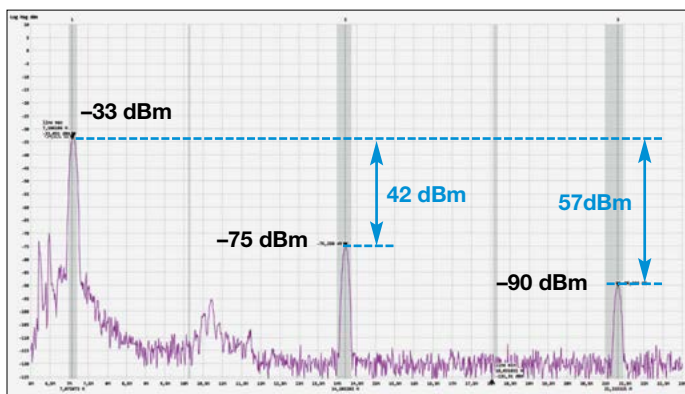


Bild 6: Spektrum des um 70 dB gedämpften 40-m-Sendesignals; die Oberwellen werden um mindestens 42 dB unterdrückt.

den sogenannten „Smoketest“. Falls möglich, sollte dieser mit einem auf 7 V und eine Strombegrenzung von 250 mA eingestellten Netzteil erfolgen. Diese Maßnahme kann im Fehlerfall Schäden am QMX+ vermeiden. Nach einem etwas längeren Druck auf den oberen Dreh-Encoder sollte sich der QMX+ einschalten und nach kurzer Anzeige der Firmwareversion in den normalen Betriebszustand wechseln. Dies gilt allerdings nur dann, wenn der QMX+ bereits mit installierter Firmware geliefert wurde. Falls das Display dunkel bleibt, ist wie in der Baukarte beschrieben die Firmware zu installieren.

Onboard-Tests

Eines der besonderen Merkmale des QMX+, wie auch des QMX, besteht darin, über einen Terminalemulator wie PuTTY komfortablen Zugriff auf diverse Konfigurationsmöglichkeiten und eine ganze Reihe an Diagnosetools zu erlangen. Hierzu ist der Transceiver mittels eines USB-C-Kabels mit dem Computer zu verbinden und im Terminalemulator die serielle Kommunikation unter Angabe des dem QMX+ zugewiesenen COM-Ports auszuwählen. Die Schnittstellenparameter (9600 Bd, acht Datenbits, keine Parität, ein Stoppbit) brauchen nicht verändert zu werden.

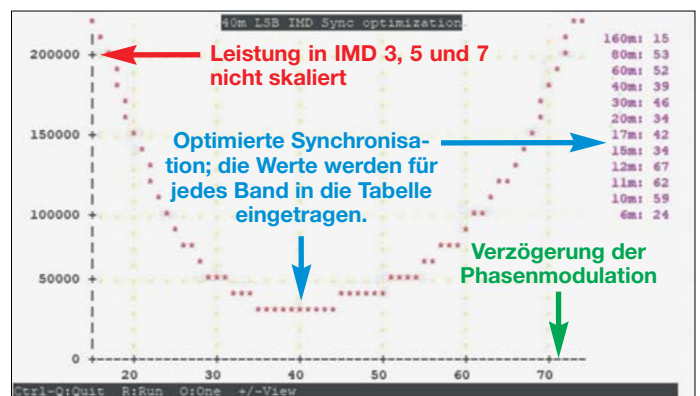
Wichtig: Immer und insbesondere dann, wenn man sich erstmalig mit den Möglichkeiten der Tools vertraut macht, sollte der QMX+ an einem Ersatzlastwiderstand (Dummy Load) betrieben werden.

Nach dem Klick auf die Schaltfläche *Open* wird die Verbindung zum QMX+ hergestellt und das Terminalfenster geöffnet. Nach Betätigen der *Enter*-Taste erscheint das Benutzermenü des Transceivers.

Strom- und Spannungswerte

Es empfiehlt sich zunächst, unter *Hardware Tests* → *Diagnostics* den Status und die Betriebsparameter der beiden Abwärtswandler 3V3 SMPS und 5V SMPS sowie den Durchlassstrom der PIN-Dio-

Bild 7: Der QMX kann die Phasenverzerrung seines Leistungsverstärkers messen und diese optimieren; hier das Ergebnis der SSB-Kalibrierung für das 40-m-Band.



den und das Tastverhältnis des Abwärtswandlers im Sendebetrieb zu prüfen. Insbesondere diese Informationen können im Fehlerfall eine wertvolle Hilfe bei der Suche nach der Ursache sein, Bild 3. Betätigt man die Taste *T* (Tune) kurz, wechselt der QMX+ für ungefähr eine Sekunde in den Sendebetrieb. Unter der Rubrik *Transmitter* lässt sich nun neben der Ausgangsleistung auch das aktuelle SWV ablesen. Interessant ist zudem die Angabe zur Spannung an der Endstufe. Zeigt sie deutlich abweichende Werte zur Betriebsspannung (Abschnitt *Supply*), kann dies u. a. ein Hinweis auf einen zu hohen Spannungsabfall auf der Spannungsversorgungsleitung sein, ein geringfügiger Unterschied ist jedoch normal.

Band- und Tiefpassfilterabgleich

Auch beim Abgleich der Filter ist die interne Diagnose des QMX+ sehr hilfreich. Unter *Hardware Tests* → *RF Filter*

sweep lassen sich Informationen über den Durchlassbereich der Bandpassfilter sammeln. Bild 5 zeigt eine Kurve direkt nach dem Aufbau des Transceivers. Die Wicklungen waren zu etwa drei Viertel des Umfangs über den Ringkern verteilt, durch vorsichtiges Stauchen (bzw. Strecken) ließ sich die Filterkurve optimieren, Bild 5.

Die Prüfung des Verlaufs der Tiefpassfilterkurven erfolgt unter *Hardware Tests* → *LPF sweep*. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Messungen nicht die Genauigkeit eines Netzwerkanalysators oder Bodeplotters aufweisen und nur der allgemeinen Orientierung z. B. bei einer möglichen Fehlersuche dienen. Eine Aussage, ob die Oberwellenunterdrückung den gesetzlichen Anforderungen entspricht, lässt sich nur durch die Messung mit einem Spektrumanalysator treffen, Bild 6.

SSB-Kalibrierung

Eine weitere wichtige Funktion ist die SSB-Kalibrierung. Sie wird über *Hardware Tests* → *SSB Calibration* aufgerufen und dient dazu, die Kalibrierung für die

Phasenvorverzerrungsfunktion durchzuführen. Dieser Prozess kann bandweise (Taste *O*) oder in einem kompletten Durchlauf für alle Bänder hintereinander durchgeführt werden (Taste *R*). Während des recht zeitaufwendigen Vorgangs findet zuerst die Phasenfehlermessung und anschließend jeweils die Optimierung der USB- sowie der LSB-Phasen- und Amplitudensynchronisation statt. Nach Abschluss der Optimierung lässt sich das Ergebnis für jedes Band mittels der Pfeiltasten ansehen, Bild 7.

Da der Transceiver hierbei sowohl im Dauerstrich als auch in Intervallen mit voller Sendeleistung arbeitet, ist für die Kalibrierung zwingend eine geeignete Dummy-Load zu verwenden. Diese Messung diente mir gleichzeitig als Stresstest hinsichtlich der Verlustwärmeableitung der Endstufentransistoren über die Massefläche der Platine, die ich als sehr wirkungsvoll ansehe.

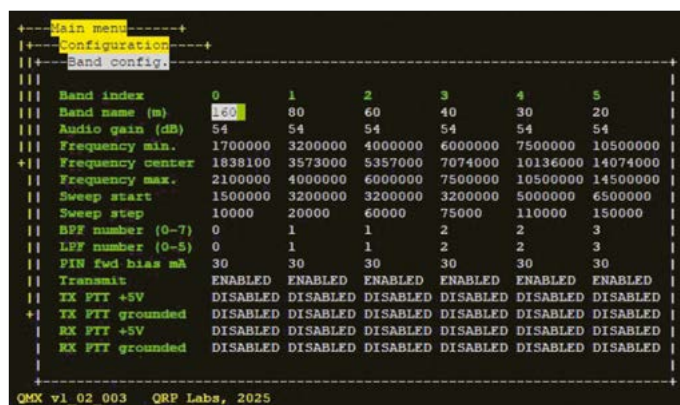
Konfiguration

Der QMX+ lässt sich sowohl ohne als auch mit PC für den Betrieb konfigurieren. Letzteres erfolgt wieder über den Terminalemulator im Menü *Configuration*. Das ist besonders praktisch, wenn es um sogenannte *Messages* geht. In diesem Menü lassen sich 12 Zeichenketten zu je 50 Zeichen ablegen, die beispielsweise für automatisierte CQ-Rufe in CW verwendet werden können. Die Eingabe dieser Zeichenketten über die Konsole lässt sich bequemer durchführen als mit dem Dreh-Encoder über das LC-Display. Aber auch andere Einstellungen, wie das Bearbeiten der Bandgrenzen und der Mittelfrequenz, Bild 9, für das Wobbeln der Band- und Tiefpassfilter, lassen sich hier bequem vornehmen.

Eine sehr wichtige Funktion ist der Schutz gegen hohes SWV. Stellt die Firmware einen Überschreitung des eingestellten Grenzwerts fest, wird eine laufende Aussendung sofort abgebrochen und der QMX+ für weiteren Sendebetrieb gesperrt. Diesen Zustand kennzeichnet auch der dann rechts neben der Frequenz angezeigte Großbuchstabe *S*. Um die Sperre aufzuheben, ist zuerst der linke Taster (*Keyer/RIT/Menü*) und anschließend der rechte Taster (*VFO A/B/Preset/A<-->B*) zu drücken.

Auch die Überwachung auf eine zu hohe oder zu niedrige Betriebsspannung ist hilfreich. Während der Wert für *Min Voltage* eher dem Schutz der Batterie bzw. des Akkumulators vor Tiefentladung dient, schützt der obere Grenzwert *Max Voltage* die Endstufentransistoren vor zu hoher Speisespannung, siehe Abschnitt *Betriebsspannung*. Diese Einstellungen sind unter dem Menüpunkt *Protection* zu finden.

Bild 9:
Im Menü *Band config* lassen sich u. a. die Bandgrenzen und die Bandmitte für das Wobbeln der Band- und Tiefpassfilter festlegen. Diese Einstellungen haben jedoch keine Auswirkungen auf die Bandwahl im normalen Send- und Empfangsbetrieb.



Einseitenbandbetrieb

Seit der Firmwareversion 1_02_000 beherrscht der QMX/QMX+ nun erstmalig Sendarten mit Phasenumtastung wie PSK31 und auch Anwendungen die VARA HF verwenden (derzeit Winlink Express und VarAC) sowie DV-Anwendungen wie FreeDV [7] sind jetzt nutzbar. Die technischen Hintergründe hierzu hat Hans in einem sehr informativen Dokument veröffentlicht, das unter [8] abrufbar ist.

Nach diversen Verbindungen in J3E wollte ich wissen, wie sich der QMX+ in FreeDV schlägt. Die notwendigen Einstellungen waren schnell durchgeführt, Bild 8. Nach Verabredung eines Skeds mit Frank Rode, DL2GRF, der einen QMX verwendete, gelang auf Anhieb eine stabile Verbindung auf dem 40-m-Band mit jeweils beidseitig nur 3 W über eine Distanz von 730 km. Auch in VarAC konnte ich bei dieser Sendeleistung Verbindungen beispielsweise nach Martinique und Venezuela ins Log schreiben.

Schlussbemerkung

Der QMX+ ist ein bereits mit allen SMD-Bauteilen bestückter QRP-Bausatztrans-

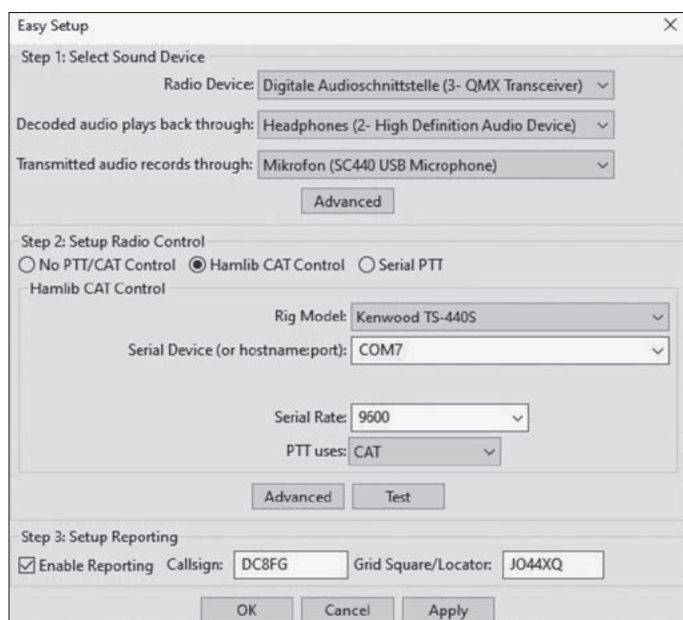
ceiver, der hinsichtlich seines Funktionsumfangs vermutlich seinesgleichen in diesem Segment sucht. Er ist auf Wunsch auch fertig aufgebaut erhältlich. Ich empfehle, die Lieferung mit DHL-Express zu wählen, da hier die Verzollung inbegriffen ist. Man erhält dann per E-Mail die Zollunterlagen und eine Mitteilung, welcher Betrag zu überweisen ist. Dieser Betrag ist nicht in den bei der Bestellung ausgewiesenen Frachtkosten enthalten.

dc8fg@funkamateure.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] QRP Labs: QMX+ 160-6m multi-mode Transceiver. <http://qrplabs.com/qmxc.html>
- [2] Sommer, F. G., DC8FG: 5-Band-Transceiver QMX – Aufbau und Inbetriebnahme. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 11, S. 868–871
- [3] Sommer, F. G., DC8FG: Monoband-Transceiver QCX+ für Telegrafie und mehr. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 1, S. 20–21
- [4] Richter, U., DC8RI: Universalplatine für Abwärtsschaltregler. FUNKAMATEUR 64 (2015), H. 11, S. 1188–1190
- [5] Box 73 Amateurfunkservice GmbH: www.box73.de → Module → Stromversorgungsmodule
- [6] QRP Labs: PA transformer manual. www.qrp-labs.com/qmxc.html → Documentation
- [7] Sommer, F. G., DC8FG: FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwellen. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 8, S. 618–621
- [8] QRP Labs: Bringing SSB to QMX. <http://qrplabs.com/images/qmxc/fdim/GOUPL.pdf>

Bild 8:
FreeDV-Setup für den QMX/QMX+ unter Windows; eine externe Soundkarte für die Kommunikation zwischen dem QMX und FreeDV ist nicht erforderlich, da diese bereits im Transceiver integriert ist. Für die Steuerung ist wahlweise *Kenwood TS-440S* oder *TS-480* auszuwählen. Die Kommunikationsparameter des vom Computerbetriebssystem zugewiesenen virtuellen COM-Ports sind hier ohne Belang.



Nachlese

Doppel-Loop für den Lowband-Empfang – nochmals verbessert

FA 8/25, S. 637–639

In Bild 10 muss die Fernspeisespannung 12,5 V betragen. Die beiden Widerstände R1 und R12 in Bild 11 besitzen Werte von jeweils 2,2 MΩ. Im selben Bild sind als Fernspeisespannung 13,5 V erforderlich.

Alle bekannt gewordenen Fehler werden umgehend in der digitalen Ausgabe und im FA-Jahrgangs-PDF korrigiert.

Portabler V-Dipol für die Amateurfunkbänder 20 m bis 6 m

WOLFGANG MICHAEL BÖTTCHER – DK5IQ

Leichte und schnell aufzubauende Mehrbandantennen sind insbesondere für den Portabelbetrieb von besonderer Bedeutung. Wie sich eine solche Antenne mit nur geringem finanziellen und konstruktiven Aufwand selbst herstellen lässt, wird im Folgenden gezeigt.

Für den Portabelbetrieb eignen sich so einige Antennen – sowohl aus kommerzieller Fertigung als auch Eigenkonstruktionen. Nach meiner Erfahrung lassen sich $\lambda/4$ -Ausführungen für den Funkbetrieb auf den Bändern 20 m bis 6 m durchaus

und mit denen der Selbstbau eines V-Dipols ohne größeren mechanischen Aufwand gelingt. So beschaffte ich mir zwei dieser speziellen Teleskopantennen, die bis auf eine Länge von 5,6 m ausziehbar sind. Eine bereits mit allen Bohrungen



Bild 1:
V-Dipol mit
eingeschobenen
Teleskopantennen
auf einem Fotostativ
Fotos: DK5IQ

auch auf dem Dach eines Kfz verwenden. Dessen Karosserie wirkt dabei als Gegengewicht, woraus sich meist ein guter Wirkungsgrad ergibt. Selbst die sogenannten *Mobilantennen*, die mit einem durch eine Spule mechanisch verkürzten Strahlerelement arbeiten, weisen zwar bei korrekter Abstimmung einen akzeptablen Wirkungsgrad auf, besitzen jedoch oft nur eine geringe Bandbreite, weshalb ein Antennenanpassgerät erforderlich ist. Zudem treten bei modernen Fahrzeugen u. U. selbst im Standbetrieb und ohne laufenden Motor Empfangsstörungen durch die mikroprozessorgesteuerte Fahrzeugelektronik auf. Und oftmals ist diese sogar selbst durch den Sendebetrieb gefährdet. Daher sind die entsprechenden Warnhinweise des Kfz-Herstellers in der Betriebsanleitung unbedingt zu beachten. Aus diesen Gründen vermeide ich beim Portabelbetrieb die Montage einer Antenne auf bzw. unmittelbar an meinem Fahrzeug und platziere sie stattdessen deutlich davon entfernt. Seit geraumer Zeit werden im Internet preiswerte Teleskopantennen angeboten, die aus chinesischer Produktion stammen

versehene Montageplatte aus stabilem Kunststoff ist ebenfalls kostengünstig zu erwerben, Bilder 2 und 3. Speist man einen solchen Dipol lediglich über eine Mantelwellensperre, so ist auf den Bändern von 20 m bis 6 m keine optimale Anpassung an die 50- Ω -Speiseleitung erzielbar. Das SWV wird sich daher im Bereich $s = 1,8$ und $s \leq 2,8$ bewegen. Die damit einhergehenden Verluste kann man bei ausreichender Sendeleistung in Kauf nehmen, insbesondere dann, wenn der in einigen Transceivern integrierte Antennentuner für die nötige Anpassung sorgt. Leider wird dabei jedoch ein nicht unerheblicher Teil der Sendenergie in Wärme umgesetzt und trägt nicht mehr zur Abstrahlung bei. Dies lässt sich recht eindrucksvoll nachweisen, wenn man mithilfe eines Infrarotthermometers kontaktlos die Temperatur der Spulen in einem Antennenkoppler misst. Diese Verluste fallen jedoch im QRP-Betrieb – also bei einer Sendeleistung von weniger als 10 W – schon ins Gewicht. Für mich stand daher fest, dass der V-Dipol mit einem entsprechenden Impedanztransformator ausgerüstet werden musste.

■ Aufbau

Die Herstellung des portablen V-Dipols ist unproblematisch und bedarf daher keiner weiteren Erwähnung. Die für die Befestigung der Teleskopantennen erforderliche Montageplatte lässt sich auch leicht aus Kunststoff oder im 3D-Druckverfahren selbst anfertigen.

Die Impedanz dieser Antenne liegt, abhängig von der Frequenz und bedingt durch die aufgrund der geringen Aufbauhöhe über dem Boden kapazitiven Einflüsse, voraussichtlich bei Werten unter 40 Ω , je nach Band sogar noch deutlich darunter. Das erfordert einen Breitbandübertrager mit dem Übersetzungsverhältnis 2:1 und auf einigen Bändern eine zusätzliche induktive Kompensation. Um eine aufwendige Umschaltung von Spulen zu vermeiden, verwende ich dazu eine Lecherleitung als Stub. Dieser besteht aus einer 110 cm langen und an einem Ende kurzgeschlossenen 450- Ω -Paralleldrahtleitung. Der Anschluss erfolgt mittels 4-mm-Büschelsteckern an den im Gehäuse des Breitbandübertragers eingebauten Steckbuchsen. Wie diese ansteckbare Stichleitung eingesetzt wird, geht aus der Tabelle hervor. Zum Aufstellen des V-Dipols verwende ich ein stabiles Fotostativ, das sich bei mir schon länger im Kellerregal befand und auf eine Verwendung wartete. Es hat Teleskopstandbeine und ist zudem für den Transport kompakt faltbar, wodurch es sich platzsparend verstauen lässt. Die Grundplatte wird am Halterohr des Fotostativs mittels zweier Bügel und vier Flügelmuttern befestigt.



Bild 2: Anschlussseite der Grundplatte des V-Dipols; der 2:1-Breitbandübertrager ist in einer Abzweigdose aus der Elektroinstallations-technik untergebracht. Die Befestigung der Teleskopstäbe an der Grundplatte sowie die Montage am Fotostativ erfolgt mithilfe von Bügelschellen, siehe auch Bild 3.



Bild 3: An die Buchsen (Pfeile) wird bei Bedarf die Stichleitung angeschlossen.

■ Abgleich

Für die Anpassung sind die beiden Teleskopstäbe zunächst auf ihre volle Länge auszufahren. Die von mir ermittelten Werte in der Tabelle ermöglichen eine grobe Vorabstimmung. Zur Feinabstimmung ist das erste (dickste) Teleskop-element etwas hinein- oder herauszuschieben, wodurch sich die gesamte Strahlerlänge verändert. Dabei ist darauf zu achten, diese Änderungen stets an beiden Teleskopstäben identisch auszuführen.

■ Fazit

Der aus Teleskopstäben konstruierte Dipol in Verbindung mit einem Impedanztransformator bietet in der Praxis einige

Tabelle: Werte für den Vorabgleich des Portabel-V-Dipols mit 2:1-Impedanzwandler

Band [m]	Resonanzfrequenz [MHz]	SWV [s]	Teleskopelemente eingeschoben	Endstück, l [cm]	Verwendung der Stichleitung
6	50,25	1,1	11 Elemente	34	mit
10	28,45	1,2	7 Elemente	22	mit
11	27,15	1,1	7 Elemente	36	mit
12	24,94	1,2	6 Elemente	24	mit
15	21,22	1,1	5 Elemente	37	ohne
17	18,10	1,2	3 Elemente	26	mit
20	14,20	1,1	keine	26	ohne

Vorteile. Durch den Einsatz eines Impedanzwandlers und der Stichleitung ist die Verwendung eines Antennenanpassgeräts nicht erforderlich.

Die Übertragungsverluste im Impedanzwandler sind gering und betragen nach meinen Messungen weniger als 5 % der vom Transceiver erzeugten Sendeleistung (entsprechend unter 0,5 dB).

Mithilfe einer selbst angefertigten Tabelle lassen sich für eine schnelle Abstimmung die erforderlichen Längen vorab bestimmen.

Die Bandbreite des V-Dipols, bezogen auf ein SWV von $s = 2$, ist in allen Bändern

zwischen 20 m und 6 m akzeptabel, Bild 4 als Beispiel für das 6-m-Band.

Die Antenne samt Stativ steht bei geringen Windgeschwindigkeiten ausreichend sicher. Bei höherer Windstärke ist das Stativ entsprechend zu fixieren.

Erhöhte Abspannpunkte wie z.B. ein Baum oder Gebäudeteile sind nicht erforderlich.

Störende Signale lassen sich durch das Drehen des V-Dipols oftmals reduzieren. Bei Ausrichtung in der gewünschten Abstrahlrichtung wird immer das Maximum der Strahlung zur Gegenstation erreicht.

dk5iq@gmx.de

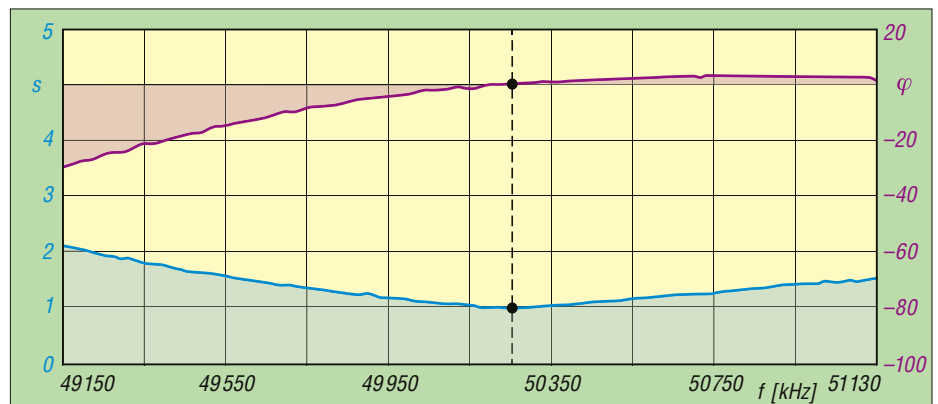


Bild 4: SWV und Phasenwinkel bei Abstimmung des V-Dipols auf dem 6-m-Band

Einzigartig

Präzise

Schnell

Lautlos

Jetzt erhältlich – Das Funktionsgenerator-Modul erweitert das Magnova Oszilloskop um vielseitige Signalgenerierungsfunktionen.



Das MAGNOVA® Oszilloskop

- Metallgehäuse, stufenlos neigbar
- Großer 15,6"-Full-HD-Touchdisplay
- Lautloses passives Kühlkonzept
- 4 Kanäle bis 1,6 GSa/s, 350 MHz, 320 Mpts
- 12-Bit-ADC mit 16-Bit-Architektur
- Extrem reaktionsschnelle Software
- Made in Germany, 5 Jahre Garantie

Optional:

- 16 digitale Kanäle bis 1,6 GSa/s
- Generator 400 MSa/s, 90 MHz, 20 Vpp

Überzeugen Sie sich selbst:
<http://batronix.com/magnova>
service@batronix.com
 Telefon +49 (0)4342 90786-0



Neu: Vergünstigte NC-Variante für private und Bildungszwecke.

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

BATRONIX

Einstellbarer elektronischer Hochvolt-Lastwiderstand

Dr. ROLF KNOBEL – DG7MFR

Bevor man ein selbst gebautes oder repariertes Netzteil für historische Funkgeräte oder Radios wieder an die zu versorgende Schaltung anschließt, sollte es hinsichtlich seiner Funktionstüchtigkeit sorgfältig geprüft werden. Der im Folgenden beschriebene, stufenlos einstellbare Lastwiderstand kann dabei eine gute Hilfe sein. Dieser besitzt auch einen Grenzwertindikator, der das Erreichen der Belastungsgrenze signalisiert.

Röhrenbestückte Militärfunkgeräte aus den 1940er- und 1950er-Jahren benötigten hohe Anodenspannungen zum Betrieb. Mit Batterieröhren ausgerüstete Kleinfunkgeräte, beispielsweise der BC728 oder der Funkempfänger Berta, wurden mit 90 V gespeist. Sendeempfänger wie der BC1306 und die Weiterentwicklung GRC9 brauchten 110 V für den Empfänger und die Sendervorstufen. Die Anodenspannung der Endstufe betrug respektable 500 V. Damit solche und ähnliche Geräte auch heutzutage noch von technikbegeisterten Funkamateuren für den nostalgischen Funkbetrieb oder bei Sonderaktionen genutzt werden können, kommen oft selbst gebaute Netzteile oder Spannungswandler zum Einsatz. Nichts wäre aber ärgerlicher als eine Beschädigung oder gar Zerstörung historisch wertvoller Technik durch eine defekte Hochspannungsversorgung. Dies war der Ausgangspunkt für die Entwicklung des hier beschriebenen Prüfgeräts.

Konzept

Am einfachsten wäre es, schaltbare Leistungswiderstände zu verwenden. Aufgrund von Beschaffungs- und konstruktiven Problemen wurde diese Idee jedoch wieder verworfen. Außerdem wäre eine stufenlose Einstellung des Widerstands vorteilhaft, um unterschiedliche Betriebsbedingungen simulieren zu können. Also warum nicht eine Elektronenröhre als regelbaren Widerstand einsetzen? Durch die Variation der negativen Gittervorspannung lässt sich der Stromfluss einer Röhre und damit deren Innenwiderstand in weiten Grenzen verändern. Erste Versuche mit Leistungstrioden und -tetroden brachten nicht die gewünschten Ergebnisse. Der Einstellbereich war zu gering. Am besten eigneten sich Pentoden wie die EL34 und EL36. Die Wahl fiel letztlich auf die EL34, weil hier der Anodenanschluss nicht als Kappe, sondern am Sockel herausgeführt ist. Laut Datenblatt verträgt die Röhre einen Strom von bis zu 100 mA und eine Verlustleistung

von maximal 25 W. Die höchstzulässige Anodenspannung ist mit 800 V völlig ausreichend für den Test einer 500-V-Spannungsversorgung. Die EL34 ist in der NF-Verstärkertechnik weit verbreitet. Andere Bauformen dieses Systems sind unter den Bezeichnungen 6CA7 und KT77 bekannt.

Schaltungsbeschreibung

Die Röhre wird in der klassischen Kathoden-Basis-Schaltung betrieben und die negative Gittervorspannung mithilfe von Kathodenwiderständen erzeugt, Bild 1. Dies hat gegenüber einer gesonderten Spannungsversorgung für den Steuergitteranschluss G1 den Vorteil, dass sich der Arbeitspunkt selbsttätig stabilisiert und das Schaltungskonzept sich dadurch vereinfacht. Die negative Gittervorspannung wird am Potenziometer P1 abgegriffen. In Verbindung mit schaltbaren Kathodenwiderständen kann der Innenwiderstand der Röhre in drei überlappenden Bereichen eingestellt werden: 2 kΩ bis 6 kΩ, 3 kΩ bis 14 kΩ und 5 kΩ bis 25 kΩ. In Tabelle 2 ist eine Messreihe dargestellt, die als Beispiel für den Widerstandsverlauf dienen kann. Der mit dem Potenziometer P1 eingestellte Innenwiderstand der Röhre bleibt über einen weiten Anoden-

Tabelle 1: Technische Daten des Hochvolt-Lastwiderstands

Widerstandsbereich	2 ... 25 kΩ
Belastbarkeit	≤ 25 W
Spannungsbereich	50 ... 600 V
Strombelastbarkeit	≤ 100 mA

spannungsbereich relativ konstant. Der leichte Abfall zu höheren Spannungen hin ist für den Einsatz als Hochvolt-Testwiderstand unbedeutend.

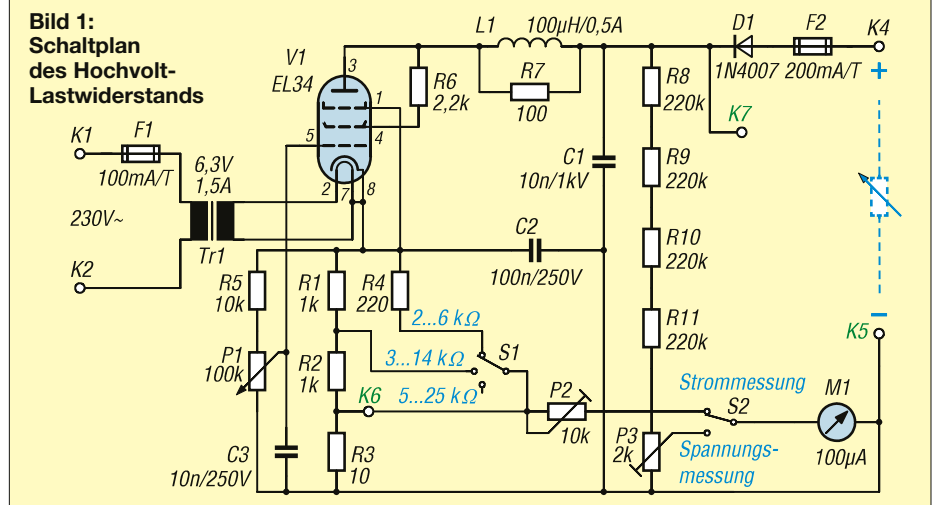
Je nach Bereich und Anodenspannung erreicht die mittels Kathodenwiderstand erzeugte Gittervorspannung in der Praxis Werte bis über –50 V, bezogen auf Masse. Versuche haben gezeigt, dass es selbst bei Spannungen von mehr als –100 V keine Probleme mit Überschlagen zwischen G1 und Kathode gab. Die am Schirmgitter G2 entstehende Verlustleistung wird durch R6 begrenzt. Die in die Anodenleitung eingefügte Kombination aus HF-Drossel und parallelgeschaltetem Widerstand dient in Verbindung mit Kondensator C3 zur Unterdrückung von Schwingneigung. Fehlt diese, kann es passieren, dass man bei bestimmten Betriebsbedingungen einen kräftigen Sender mit Oberwellen bis in den UKW-Bereich vor sich hat.

Die Messung des Anoden- bzw. Laststroms erfolgt über dem 10-Ω-Shuntwiderstand R3. 1 V Spannungsabfall entspricht somit einem Strom von 100 mA. Die Eingangsspannung wird über eine Widerstandskette

Tabelle 2: Innenwiderstand der EL34 bei unterschiedlichen Anoden- und automatisch erzeugten Steuergitterspannungen

U_a [V]	U_{g1} [V]	R_i [kΩ]
50	–3,7	13,88
100	–7,6	13,79
200	–15,1	13,69
300	–32,2	13,51
400	–36,6	13,29
500	–40,0	13,05

Bild 1: Schaltplan des Hochvolt-Lastwiderstands



im Verhältnis 1:1000 geteilt. Durch die Reihenschaltung von vier 220-k Ω -Widerständen sind eine ausreichende Spannungsfestigkeit und gute Verteilung der Verlustleistung gewährleistet. Außerdem sorgen die Widerstände für eine zuverlässige Entladung der Eingangskapazität. Aus Sicherheitsgründen sollte die Hochspannung nur auf diesem Weg gemessen werden und nicht mittels Multimeter an der Spannungsquelle. Zur Anzeige für Strom und Spannung dient ein 100- μ A-Instrument. Der Abgleich erfolgt mithilfe von P2 (Strom) und P3 (Spannung). In Bild 2 ist der Arbeitsbereich des elektronischen Widerstands dargestellt. Unterhalb von 250 V darf der Anodenstrom bis zu 100 mA betragen. Bei 250 V und 100 mA ist die maximal zulässige Verlustleistung der Röhre von 25 W erreicht. Oberhalb von 250 V sind daher nur noch geringere Ströme zulässig, z. B. bei 500 V nur noch 50 mA.

Die Heizung der EL34 benötigt 1,5 A bei 6,3 V. Der Transformator muss ausreichend dimensioniert sein, damit auch der hohe Anlaufstrom bewältigt wird. Ein 20-VA-Typ sollte es schon sein. Die Sicherung F2 am Hochvolteingang K4 schützt die zu prüfende Spannungsversorgung vor zu hohen Strömen, z. B. bei einer versehentlichen Fehlbedienung des Lastwiderstands. Die Verpolschutzdiode D1 ist nicht unbedingt erforderlich.

Um höhere Ströme und Verlustleistungen zu verarbeiten, können zwei identische Röhren parallelgeschaltet werden. Die Werte der Kathodenwiderstände sind in diesem Fall zu halbieren und die Bauelemente für die höhere Verlustleistung auszuwählen.

Die ursprüngliche Versuchsschaltung bewährte sich so gut, dass sie um eine Grenzwertanzeige erweitert wurde.

■ Grenzwertindikator

Diese kleine Zusatzbaugruppe signalisiert, wenn entweder der maximal zulässige Strom von 100 mA oder die maximal zulässige Verlustleistung von 25 W erreicht werden. Damit vereinfacht sich die Bedienung des elektronischen Lastwiderstands, da man nicht immer die Strom- und Spannungswerte im Auge behalten muss. Die entsprechenden Anschlusspunkte K5 bis K7 sind in Bild 1 grün beschriftet.

IC22a ist als Addierer beschaltet. R21 ist über K6 mit dem Strommesswiderstand R3 verbunden, R22 mit dem Ausgang von IC22b. Da beide Widerstände einen Spannungsteiler bilden, verstärkt IC22a das Signal am nicht invertierenden Eingang um den Faktor 2. Bei einem maxi-

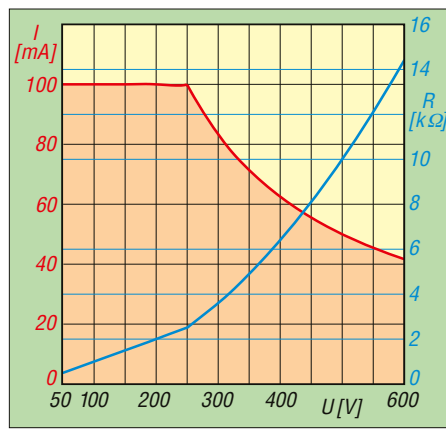


Bild 2: Arbeitsbereich des Hochvolt-Lastwiderstands; der Bereich des zulässigen Laststroms ist orange hinterlegt, die blaue Kurve kennzeichnet den zum Maximalstrom gehörenden minimalen Widerstandswert.

mal zulässigen Strom von 100 mA beträgt die Spannung über R3 genau 1 V.

Angenommen, R22 liegt zunächst über IC22b an 0 V. Die Ausgangsspannung von IC22a beträgt dann ebenfalls 1 V und gelangt an den nicht invertierenden Ein-

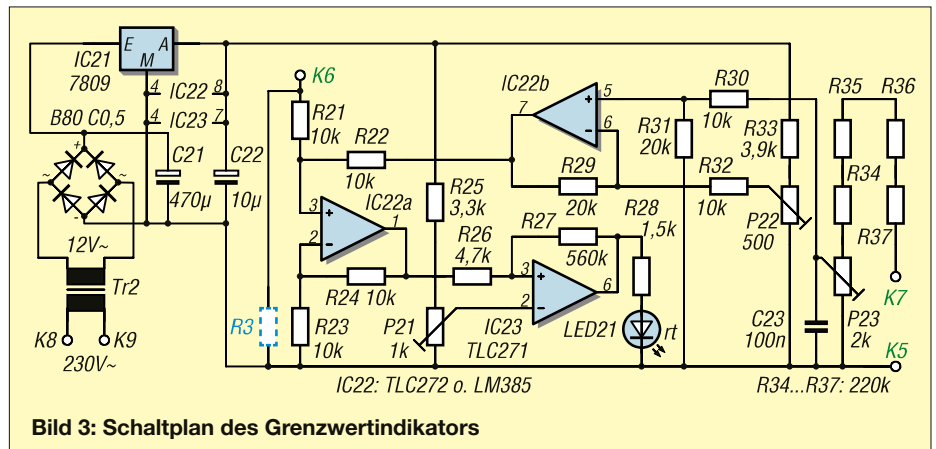


Bild 3: Schaltplan des Grenzwertindikators

gang des Komparators IC23. Übersteigt diese Eingangsspannung den Wert der Referenzspannung am invertierenden Eingang (in diesem Fall 1 V), schaltet der Ausgang des IC23 von low nach high und LED1 leuchtet. R26 und R27 bewirken eine kleine Hysterese und verbessern dadurch das Schaltverhalten.

Wie bereits erwähnt ist bei einem Maximalstrom von 100 mA und 250 V Anodenspannung die Grenze der Verlustleistung einer EL34 erreicht. Höhere Spannungen reduzieren den zulässigen Maximalwert des Stroms. LED1 muss dann bei geringeren Strömen aufleuchten, z. B. bei 50 mA, wenn 500 V anliegen. Dies wird erreicht, indem oberhalb von 250 V ein zusätzlicher Parameter durch analoge Addition ins Spiel kommt.

IC22b ist als Differenzverstärker beschaltet. Der Grenzwertindikator besitzt einen separaten 1:1000-Spannungsteiler am Anschluss K7. Die geteilte Anodenspannung gelangt über R30 an den nicht invertierenden Eingang von IC22b. Um Bauteil-

toleranzen ausgleichen zu können, lässt sich mit P23 die Spannung an dessen Schleifer genau einstellen, z. B. auf 0,25 V bei 250 V.

Der invertierende Eingang von IC22b ist über R32 mit der an P22 eingestellten Referenzspannung von 0,25 V verbunden. IC22b verstärkt also ab 0,25 V Eingangsspannung die Differenz der beiden Eingänge um den Faktor 2. Bis 250 V Anodenspannung beträgt dessen Ausgangsspannung 0 V. Bei 500 V und somit 0,25 V Differenz an den beiden Eingängen liegt sie demnach bei 0,5 V.

Wegen der unsymmetrischen Betriebsspannung kann der Ausgang nur positive Werte ausgeben. Die Ausgangsspannung wird von IC22a zum Wert der Strommessung addiert. Bei 500 V ergeben demnach 0,5 V aus der Spannungs- und 0,5 V aus der Strommessung 1 V am Ausgang von IC22a. LED1 signalisiert in diesem Fall,

dass schon bei 50 mA Anodenstrom die Grenze von 25 W Verlustleistung der EL34 erreicht ist.

Die Stücklisten für Hochvolt-Lastwiderstand und Grenzwertindikator sind als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zu finden.

■ Sicherheitshinweise

Die Schaltung muss aus Sicherheitsgründen ein geschlossenes und gut belüftetes Gehäuse erhalten. Die Röhre sollte möglichst frei stehend montiert und durch Lochbleche oder Gitter gegen Berührung geschützt werden, sonst besteht Verbrennungsgefahr.

Für die Messeingänge sind nur spannungsfeste Buchsen oder Klemmen geeignet. Der Fachhandel bietet entsprechende Sicherheitsbuchsen und Bananenstecker mit Schiebehülse oder Berührungsschutz an. Spannungen ab 40 V sind lebensgefährlich! Beim Aufbau, Test und dem Betrieb der Schaltung ist also große Vorsicht geboten.

rolf.knobel@gmx.de

Einfacher Roboter für Halloween und andere Gelegenheiten

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Am letzten Oktoberabend werden wieder viele Menschen Halloween feiern und Kinder werden um Süßigkeiten bitten. Der hier beschriebene einfache Roboter erkennt über Sensoren Personen, die vor ihm stehen, und spricht bei Annäherung mit ihnen. Situationsabhängig passt er den Ausdruck des mit LEDs aufgebauten, stilisierten Gesichts an und öffnet ein Kästchen mit Süßigkeiten. Die Komponenten lassen sich – entsprechend angepasst – im Rest des Jahres bei ähnlichen Gelegenheiten einsetzen.

In vielen Regionen wird alljährlich in der Nacht vom 31. Oktober zum 1. November Halloween gefeiert. Wer die Wohnungstür nicht öffnen, jedoch trotzdem Süßigkeiten verteilen möchte, kann mit dem nachfolgend beschriebenen Roboter einen passenden Vertreter vor die Tür stellen, der diesen Job übernimmt.

Kürbis, um an einen besseren Ort und nicht in die Hölle zu gelangen. Anderen Berichten zufolge wurden am Feiertag vor den Häusern kleine Geschenke aufgestellt, um die umherstreifenden Geister zu beruhigen und von bösen Taten abzuhalten. Diese Tradition wurde von Generation zu Generation weitergegeben.



Bild 1:
Für Halloween lassen sich diese Komponenten zu einem Roboter zusammensetzen, dem Anlass entsprechend dekorieren und neben der Wohnungstür postieren. Der neue „Gehilfe“ übernimmt dann die gesamte Konversation und auch die Verteilung von Süßigkeiten.

Foto: Sander

■ Geschichte von Halloween

Die Wurzeln gehen auf die Kelten zurück, die im heutigen Irland vor mehreren tausend Jahren siedelten [1]. Damals beging man am Beginn der kalten Jahreszeit den erfolgreichen Abschluss der Ernte mit dem Samhain-Fest. Aufgrund der bevorstehenden, eher dunklen Periode machte man sich aber auch Gedanken darüber, dass besonders in dieser Jahreszeit wieder die Geister kommen und derzeit noch Lebende mitnehmen würden.

Um die Geister abzuschrecken, verkleideten sich die Kelten möglichst grausig und rannten nachts zwischen den Häusern umher. Darüber hinaus hofften sie, die Geister durch Feuer verscheuchen zu können. Entsprechend einer Legende stellte an diesem Tag ein Mann, der wohl sein Lebensende kommen sah, eine brennende Kerze in einen als Windschutz dienenden

Im 19. Jahrhundert wanderten viele Iren in die USA und nach Kanada aus. Sie nahmen ihre Kultur und Gebräuche mit. Vor allem Kinder hatten ihren Spaß an diesem Fest, sodass sich Halloween dort quasi zum Volksfest entwickelte. Der Brauch verbreitete sich in den 1990er-Jahren auch in vielen europäischen Ländern. In einigen Regionen Deutschlands, der Schweiz und Österreichs wurden aus Rüben „Geister“ geschnitzt, indem man die Rüben aushöhlte, Gesichter hinein schnitt und in den Hohlraum eine Kerze zur Beleuchtung stellte. Im Spreewald und in der Steiermark verwendete man in der Regel Kürbisse, da diese größer waren und sich leichter bearbeiten ließen. Heutzutage findet man fast nur noch Kürbisse.

Bei Halloween geht es nicht nur um das Erbitten von Gaben, sondern auch um die

Vereinigung von Gutem und Bösem. Deshalb verkleiden sich Erwachsene und Kinder gleichermaßen, bevor sie an den Haustüren der Nachbarschaft klingeln.

In [2] wurde bereits ein einfacher Roboter beschrieben. Hier folgt eine verbesserte Variante, die Sprachsignale ausgeben, Mund und Augen des stilisierten Gesichts bewegen sowie auf Personen reagieren kann.

■ Robotermodul

Zum einfacheren Aufbau habe ich zwei Teilschaltungen entwickelt. In Bild 2 ist die Schaltung des Robotermoduls dargestellt. Dieses kann Sprachsignale ausgeben, die auf einer Micro-SD-Karte im Wave-Format gespeichert wurden. Die Ausgabe ist relativ komplex. Die Firmware übernimmt die Daten blockweise von der Speicherkarte. Aufgrund des dafür erforderlichen, 512 Byte großen RAM-Bereichs kommt für IC1 der leistungsfähige, mit 16 MHz getaktete Mikrocontroller ATmega644A-AU zum Einsatz. Dieser besitzt einen 64 KB großen Flash-Speicher, zusätzliche 4 KB RAM und einen EEPROM mit 2 KB.

Die mit 3,3 V betriebene Micro-SD-Karte wird in die Halterung SD1 gesteckt. Da der Mikrocontroller aufgrund der hohen Taktfrequenz 5 V benötigt, ist mit IC2 der Pegelkonverter TXB0104PWR zwischengeschaltet. Die Signalübertragung zwischen SD-Karte und Mikrocontroller erfolgt bidirektional, also in beiden Richtungen. Die Micro-SD-Karte ist über den SPI-Bus mit den Pins PB5 bis PB7 des Mikrocontrollers verbunden. Zur Vermeidung von Störungen bei der Programmierung des Mikrocontrollers sind die Widerstände R2 bis R4 zwischengeschaltet.

Nach der Verarbeitung der eingelesenen Daten wird am Anschluss PD5 ein NF-Signal ausgegeben. R8 und C6 arbeiten dabei als einfaches Tiefpassfilter. Der nachfolgende Transistor T1 steuert den an X4 angeschlossenen Piezolautsprecher an. Dafür ist der Schallwandler KPEG827 einsetzbar, da dieser Signale mit ausreichend hoher Lautstärke erzeugt.

Anhand des Signals des an X2 angeschlossenen Bewegungsmelders erkennt der Roboter, ob eine Person vor ihm steht. Beim Bewegungsmelder handelt es sich um einen Wärmebildsensor EKMC1603112. Da dessen Erfassungswinkel relativ groß ist, sollte man diesen z. B. durch eine Blende einschränken. Dann wird nur der Bereich direkt vor dem Roboter überwacht. Erst wenn das Signal am Pin PB0 eine Person signalisiert, startet der Mikrocontroller die Konversation.

Um auf Äußerungen des Besuchers reagieren zu können, ist an X6 ein Mikrofon angeschlossen. Diesem ist ein einfacher Transistorverstärker nachgeschaltet. Kondensator- bzw. Elektretmikrofone erfordern eine Betriebsspannung. Diese wird über den Widerstand R11 an die Mikrofonkapsel gelegt. Wer ein dynamisches Mikrofon verwendet, lässt R11 weg, da diese Mikrofonart keine Spannungszuführung erfordert.

Der Mikrofonverstärker liefert ein analoges Signal, das zum Eingang PA1 des Mikrocontrollers gelangt. Der dort vorhandene A/D-Umsetzer digitalisiert das Signal mit einer Auflösung von 10 Bit. Eine echte Spracherkennung lässt sich nur mit großem Aufwand realisieren. Daher reagiert der Mikrocontroller nicht nur auf den Spruch „Süßes oder Saures“, sondern auch auf ähnlich lange und ähnlich laut gesprochene Phrasen.

Zur Erzeugung des Gesichts des Roboters wird das an X5 angeschlossene LED-Modul angesteuert. Der Mikrocontroller liefert über den seriellen Ausgang TXD das Steuersignal.

Am Ende öffnet sich der Deckel einer kleinen Kiste, in der sich Süßigkeiten befinden. Dessen Steuerung erfolgt mithilfe des an X3 angeschlossenen Servomotors.

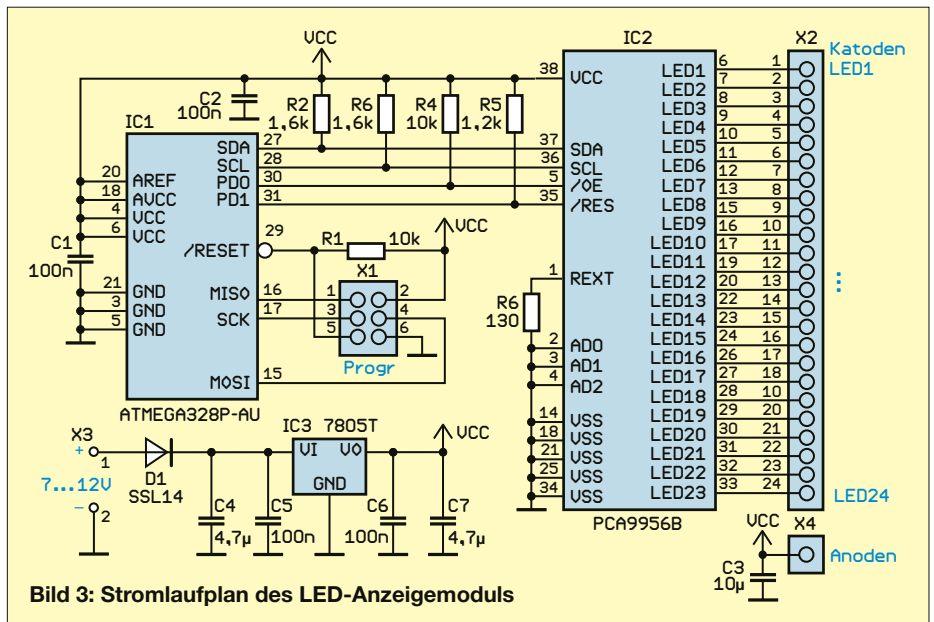


Bild 3: Stromlaufplan des LED-Anzeigemoduls

Das Robotermodul ist mit einer Spannung zwischen 7 V und 12 V zu versorgen. Da der Mikrocontroller ATmega 644A-AU jedoch 5 V als Betriebsspannung benötigt, ist der lineare Spannungsregler IC3 (7805DT) erforderlich. Dessen Ausgangsspannung wird auch zur Versorgung des Servomotors genutzt. IC5, ein zweiter linearer Spannungsregler, stellt die 3,3 V für die Micro-SD-Kar-

te bereit. Verwendung findet ein MIC 5205-3.3-YM5.

LED-Modul

Die Schaltung für das LED-Modul ist in Bild 3 dargestellt. Damit der Mikrocontroller auf dem Robotermodul die Wave-Dateien ohne Unterbrechungen ausgeben kann, ist auf dem LED-Modul ein zweiter Mikrocontroller vorgesehen. Hier kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz, dessen interner Taktoszillator vor der Programmierung per Register auf 1 MHz eingestellt wird.

IC1 steuert den LED-Treiber IC2. Der PCA9956B ist für den Anschluss von 24 LEDs vorgesehen. Die Katoden der LEDs sind an X2 anzuschließen und an X4 die miteinander verbundenen Anoden aller LEDs. Es gibt heutzutage viele LED-Typen, die bereits bei 20 mA Flussstrom ausreichend hell leuchten. Bei dieser Anwendung können die gelb leuchtenden MCL053SYC, die orange leuchtenden MCL053SAC und die TLCYG5100 Verwendung finden, die gelb-grün strahlen. Die LEDs werden ohne Vorwiderstände an den Treiberschaltkreis angeschlossen, da dieser die Strombegrenzung übernimmt. Über den PCA9956 lässt sich auch die Helligkeit der LEDs einzeln und nahezu stufenlos mittels Pulsweitenmodulation (PWM) einstellen.

Der PCA9956B ist an dem mit den Pins SDA und SCL des Mikrocontrollers realisierten I²C-Bus angeschlossen. Die Pins PD0 und PD1 sind mit den Anschlüssen RES und OE des LED-Treibers verbunden. Über den Reset-Anschluss RES lässt sich der PCA9956B in den Grundzustand versetzen. Der OE-Eingang (Output Enable) ermöglicht die Freigabe aller angesteuerten

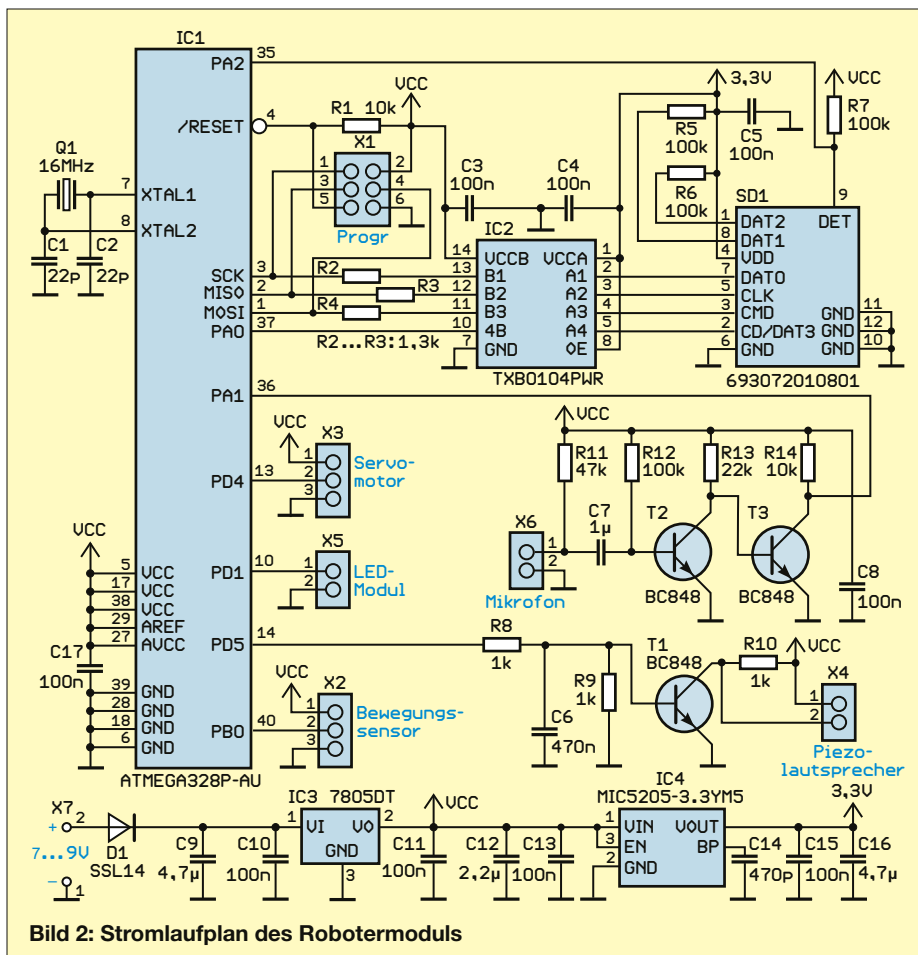


Bild 2: Stromlaufplan des Robotermoduls

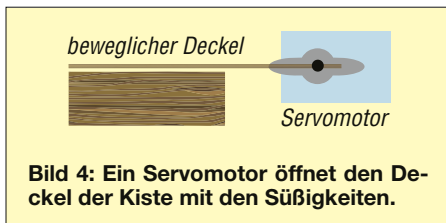


Bild 4: Ein Servomotor öffnet den Deckel der Kiste mit den Süßigkeiten.

LEDs und somit das einfache Ein- und Ausschalten. Da durch die impulsförmige Ansteuerung der LEDs nach dem PWM-Verfahren Störsignale entstehen können, ist an der LED-Kette der 10- μ F-Kondensator C3 erforderlich.

Auch das LED-Modul lässt sich mit einer Versorgungsspannung zwischen 7 V und 12 V betreiben. Die für den Mikrocontroller ATmega328-AU erforderliche Betriebsspannung von 5 V stellt der lineare Spannungsregler IC3 (7805DT) bereit. Als externe Spannungsquelle ist im Hinblick auf die relativ lange Nutzungsdauer am Halloween-Abend ein handelsübliches Steckernetzteil zu verwenden, das für einen Strom bis 2 A ausgelegt sein sollte. Dieses Netzteil ist vor Regen geschützt anzubringen. Alternativ kann ein 12-V-Akkumulator ausreichender Kapazität zum Einsatz kommen.

Firmware

Die Firmware für beide Mikrocontroller habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Der Teil im Robotermodul liest die entsprechende Wave-Datei ein und wandelt das Signal zur Audioausgabe in ein PWM-Signal um. Die Auswahl der Wave-Datei erfolgt nach Auswertung des Signals des Bewegungsmelders, des über das Mikrofon aufgenommenen Signals und entsprechend dem zeitlichen Ablauf.

Parallel zur Ausgabe des Audiosignals werden entsprechende Steuerbefehle zum LED-Modul gesendet, um dort die zugehörigen LEDs für den entsprechenden Gesichtsausdruck einzustellen.

Der Programmstart erfolgt, wenn eine Person vor dem Roboter erkannt wird. Dann

wird die erste Wave-Datei mit der Bezeichnung *s1.wav* aufgerufen und „Hallo! Was willst Du?“ ausgegeben. Gleichzeitig wird das Gesicht so gesteuert, dass die Mundwinkel nach unten gezogen werden, was einen grimmigen Ausdruck symbolisieren soll. Wenn der Besucher dann „Süßes oder Saures“ sagt, ruft der Roboter die zweite Wave-Datei mit der Bezeichnung *s2.wav* auf, bei deren Wiedergabe „Wenn du Süßes willst, dann klatsche einmal mit den Händen!“ zu hören ist.

Das Klatschen registriert der Mikrocontroller als lautes kurzes Signal, worauf die Mundwinkel des stilisierten Gesichts nach oben gehen, ein Auge zwinkert und sich der Deckel der Süßigkeitenkiste per Servomotor öffnet. Danach wird die dritte Wave-Datei (*s3.wav*) mit dem Inhalt „Nimm etwas aus dem Kasten, aber nimm nicht alles!“ ausgegeben und der Deckel nach 30 s wieder geschlossen.

Die auszugebenden Audiodateien im Wave-Format lassen sich beispielsweise an einem PC mit Mikrofon erstellen und dort auch auf die Mikro-SD-Karte kopieren.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau beider Module habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateu.de bereit. Auf Anfrage sind sie bei [3] einzeln, als Bausatz oder fertig bestückt, jeweils mit programmierten Mikrocontrollern, erhältlich. Die Quelltexte werden auf Wunsch mitgeliefert.

Die Bestückungspläne sind in den Bildern 5 und 6 dargestellt. Die Bestückung aller Bauelemente sollte anhand der in [4] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben und dünnem Lötzinn gelingen.

An das Robotermodul sind danach der Bewegungsmelder, das Mikrofon, der Piezolausprecher, das LED-Modul und der Servomotor anzuschließen. Die LEDs sind über Drähte mit dem LED-Modul zu ver-

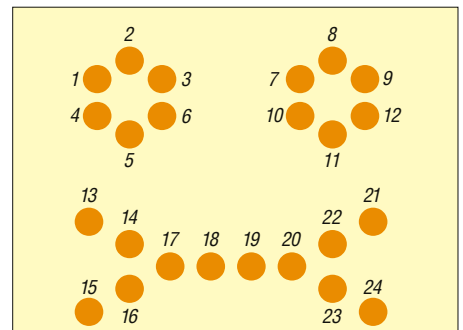


Bild 7: Anordnung der 24 LEDs für das Gesicht des Roboters

binden. Der Steckverbinder SD1 ist für die Kontaktierung der Micro-SD-Karte vorgesehen.

Zur Begrenzung des Sichtwinkels des Bewegungsmelders ist es sinnvoll, diesen in ein kurzes zylindrisches Rohr oder einen kleinen Trichter einzubauen. Der Karton samt Deckel ist so aufzustellen, dass der Servomotor den Deckel weit genug öffnen kann. Der Aufbau kann dabei so erfolgen wie in Bild 4 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich der Servomotor in Mittelstellung (0°) befinden muss, wenn der Karton geschlossen ist.

Die für den Mund und die Augen verwendeten LEDs lassen sich z.B. in eine große, leichte Hohlkugel einbauen und wie in Bild 7 dargestellt anordnen. Wenn keine durchscheinende Kugel verfügbar ist, lassen sich auch Bohrungen in der Kugel anbringen, die man jedoch mit diffusen Folienstücken abdecken sollte, damit die einzelnen LEDs nicht erkennbar sind, sondern aus einer gewissen Entfernung nur der Mund und die Augen.

Eine geeignete Kugel kann man z. B. aus Papier herstellen, wie bei [5] beschrieben.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] NDR: Halloween: Was steckt hinter dem Gruselfest am 31. Oktober? www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Halloween-Was-steckt-hinter-dem-Brauch,haloween10.html
- [2] Sander, K.: Ein simpler Roboter – nicht nur für Halloween. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 9, S. 840–843
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [4] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871
- [5] Brandies, E.: Papierkugel basteln – Recycling basteln. www.basteln-rund-ums-jahr.de/2012/11/papier-kugel-basteln-recyclingbasteln

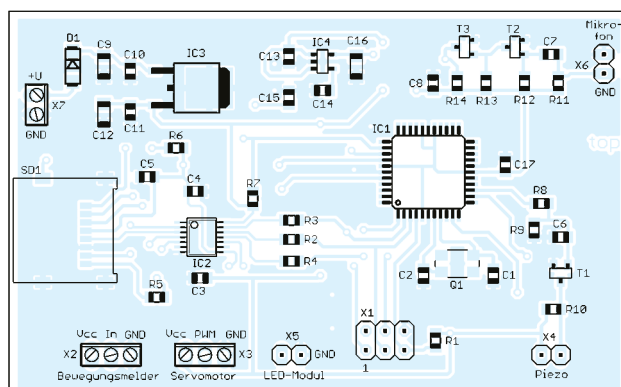
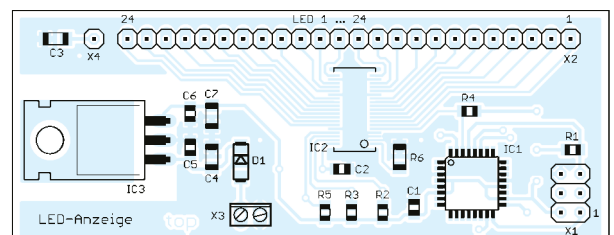


Bild 5: Bestückungsplan des Robotermoduls; Abmessungen 82 mm x 51 mm

Bild 6: Bestückungsplan des LED-Anzeige-moduls; Abmessungen 79 mm x 31 mm



Klasse-D-NF-Verstärker mit zwei Kanälen
und 10 W Ausgangsleistung

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B	-0,3	16,5	V
Eingangsspannung an RINN, RINP, LINN, LINP	U_E	-0,3	6	V
Steuerspannung an MUTE, VOLUME, /FADE, /SD	U_S	0	6	V
Sperrschichttemperatur	ϑ_j	-40	125	°C

Kennwerte ($U_B = 12\text{ V}$, $f = 1\text{ kHz}$, $R_L = 8\ \Omega$, $\vartheta_B = 25\text{ °C}$)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannung	U_B	7	12	15	V
Ruhestrom ohne Last	I_B		20	30	mA
Shutdown-Modus	I_{B0}		4	10	μA
Ausgangsleistung bei $K = 0,1\%$	P_A		5		W
$K = 1\%$	P_A		8		W
$K = 10\%$, $U_B = 13\text{ V}$	P_A		10		W
Frequenz	f	20		22k	Hz
Verstärkung	V	-75		32	dB
Steuerspannung an MUTE, VOLUME, /FADE, /SD	U_S	0		5	V
Übersprechdämpfung bei $P_A = 3\text{ W}$	a_U		80		dB
Signal-Rausch-Abstand bei $K < 0,5\%$	SNR		80		dB
Ansprechschwelle Übertemperaturschutz	ϑ_U		150		°C
Wärmewiderstand Sperrschicht-Gehäuse	R_{thjG}		7,6		K/W
Betriebstemperatur	ϑ_B	-20		85	°C

Bezugsquellen

Mouser Electronics, www.mouser.de
Digi-Key Corporation, www.digikey.de
jeweils PAM8610 (IC einzeln)

FA-Leserservice, www.box73.de
NFM-R-2x10 (Modul)
40 mm x 40 mm x 29 mm,
Schaltung siehe Bild 5

Kurzcharakteristik

- Betriebsspannung 7 V bis 15 V
- zwei Kanäle
- unsymmetrische Eingänge
- massfreie Ausgänge
- Verstärkung 32 dB bis -75 dB
- maximale Ausgangsleistung 10 W pro Kanal
- Last 4 Ω oder 8 Ω
- keine Ausgangsfilter erforderlich
- 100- Ω -CMOS-Ausgangstreiber
- im QFN-64-Gehäuse (SMD) verfügbar

Beschreibung

Der PAM8610 ist ein im Klasse-D-Betrieb arbeitender NF-Verstärker mit zwei Kanälen, dessen Eingänge symmetrisch und dessen Ausgänge für differenzielle, massfreie Lasten von 8 Ω ausgelegt sind. Die Verstärkung ist per Gleichspannung in 32 Stufen zwischen 32 dB und -75 dB einstellbar. Der Verstärker lässt sich abschalten (/SD = Low) und besitzt eine Ein-/Ausblendfunktion (/FADE). Der Klirrfaktor liegt bei 10 W Ausgangsleistung unter 10 %. Der Versorgungsspannungsbereich beträgt 7 V bis 15 V.

Hersteller

Power Analog Microelectronics, Inc.,
Diodes Inc., www.diodes.com

Blockschaltbild

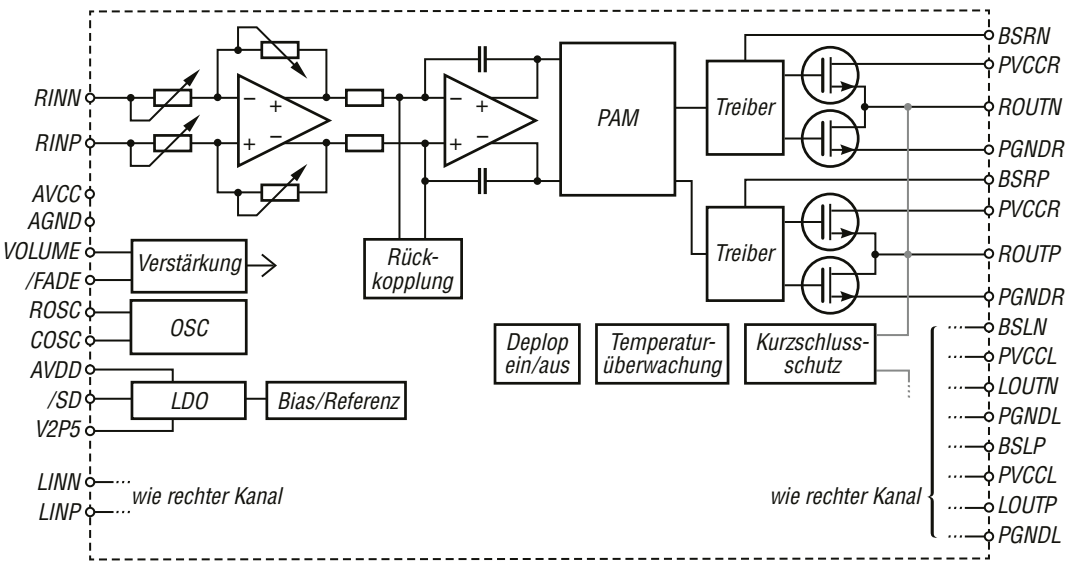


Bild 1: Blockschaltbild des PAM8610; die Innenschaltung des rechten Kanals entspricht der des linken.

Anschlussbelegung

Pin 1, 2, 9, 10: unsymmetrischer Eingang rechts/links, negativ/positiv (RINN, RINP, LINP, LINN)
 Pin 3, 7, 24, 28: 5-V-Ausgang, Masse (AVDD, AGND1, AGND)
 Pin 4, 6: Referenzspannung, Masse für Lautstärkeeinstellung (VREF, REFGND)
 Pin 5: Lautstärkeeinstellung (VOLUME)
 Pin 8: Ausblendfunktion (/FADE)
 Pin 11, 20, 31, 40: Masse Ausgang links/rechts (PGNDL, PGNDR)
 Pin 12, 19, 26, 32, 39: Betriebsspannung Ausgangsstufe, Ausgang

links/rechts (AVCC, PVCC, PVCCR)
 Pin 13, 14, 17, 18, 33, 34, 37, 38: H-Brücke Ausgang links/rechts, negativ/positiv (LOUTN, LOU TP, ROUTP, ROUTN)
 Pin 15, 16, 35, 36: Bootstrap links/rechts, negativ/positiv (BSLN, BSLP, BSRP, BSRN)
 Pin 21, 30: Spannung für Bootstrap links/rechts (VCLAMPL, VCLAMPR)
 Pin 22, 23: Kondensator/Widerstand Oszillator der Ausblendfunktion (COSC, ROSC)

Pin 25: Stummschaltung (MUTE)
 Pin 27: 2,5-V-Referenz Ausgang (V2P5)
 Pin 29: Abschaltung (/SD)

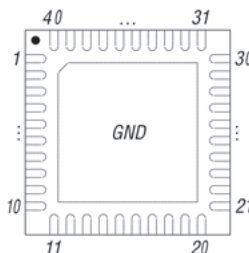


Bild 2: Pinbelegung QFN-40

Wichtige Diagramme

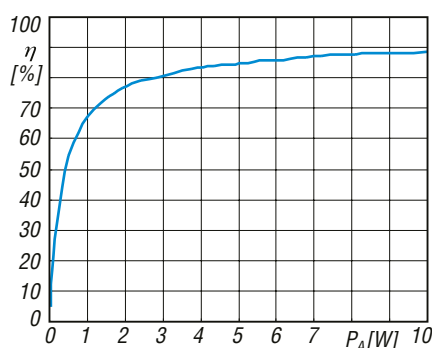


Bild 3: Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung

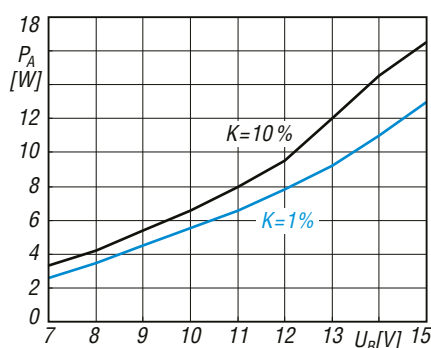


Bild 4: Maximale Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Betriebsspannung bei unterschiedlichem Klirrfaktor

Applikationsschaltung

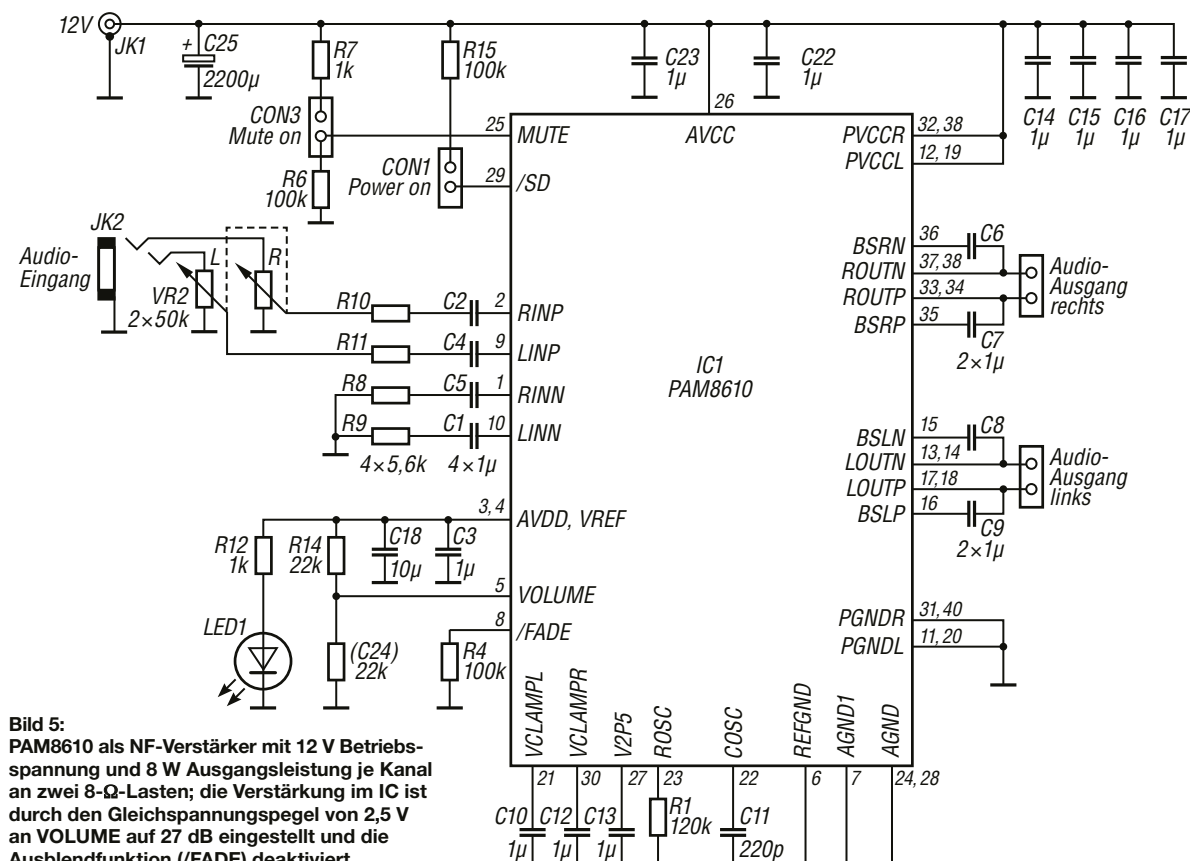


Bild 5: PAM8610 als NF-Verstärker mit 12 V Betriebsspannung und 8 W Ausgangsleistung je Kanal an zwei 8-Ω-Lasten; die Verstärkung im IC ist durch den Gleichspannungspiegel von 2,5 V an VOLUME auf 27 dB eingestellt und die Ausblendfunktion (/FADE) deaktiviert.



Sender

Frequenzbereiche*

160-m-Band	1,800 – 1,999 MHz	17-m-Band	18,068 – 18,168 MHz
80-m-Band	3,500 – 3,999 MHz	15-m-Band	21,000 – 21,450 MHz
40-m-Band	7,000 – 7,300 MHz	12-m-Band	24,890 – 24,990 MHz
30-m-Band	10,100 – 10,150 MHz	10-m-Band	28,000 – 29,700 MHz
20-m-Band	14,000 – 14,350 MHz	6-m-Band	50,000 – 54,000 MHz

Sendeleistung CW, SSB, RTTY, FM, PSK AM

KW-Bänder, 6 m	1 ... 200 W	0,25 ... 50 W
137 kHz**	-20 dBm (am Transverterausgang)	

Sonstiges

Trägerunterdrückung:	≥ 50 dB
Oberwellenunterdrückung:	≥ 40 dB (≥ 60 dB bei 50 MHz)
Seitenbandunterdrückung:	≥ 50 dB

* Frequenzbereiche variieren je nach Länderversion; ** 137 kHz nur bei der Europaversion

Empfänger

Prinzip HF-Direktabtastung

Empfindlichkeit*	CW, SSB @ 12 dB SINAD	FM @ 12 dB SINAD	AM @ 10 dB S/N
137/475 kHz	< 1,41 µV	k. A.	k. A.
0,5 ... 1,8 MHz	k. A.	k. A.	< 6,3 µV
1,8 ... 3,0 MHz	< 0,16 µV	k. A.	< 2,0 µV
3,0 ... 30 MHz	< 0,16 µV	< 0,5 µV ¹⁾	< 2,0 µV
50 ... 54 MHz	< 0,13 µV	< 0,32 µV	< 1,0 µV

Selektivität** -6 dB -60 dB

SSB @ BW 2,4 kHz	> 2,4 kHz	< 3,6 kHz
CW @ BW 500 Hz	> 500 Hz	< 700 Hz
AM @ BW 6 kHz	> 6 kHz	< 15 kHz
FM @ BW 15 kHz	> 12 kHz	< 20 kHz

Notchdämpfung	> 70 dB
RIT-Variation	± 9,999 kHz
Spiegelfrequenzdämpfung	> 70 dB
NF-Ausgangsleistung	> 2 W an 8 Ω (k = 10 %)

* europäische Version (Filter: SOFT); ** europäische Version (Filter: SHARP); ¹⁾ 28 ... 29,7 MHz

Allgemeines

Highend-KW/50-MHz-Allmode-Transceiver mit abgesetztem Bedienteil, zwei gleichwertigen Empfängern und 200 W Sendeleistung

Hersteller	Icom Inc., Japan
Markteinführung	11/2024
Preis	6 600 € (Straßenpreis 9/2025)

Frequenzbereiche	0,03 ... 60 MHz,
RX	KW-Amateurfunkbänder,
TX	6-m-Band und 137 kHz
Sendearten	LSB/USB (J3E), PSK31/63 (G1B), AM (A3E), CW (A1A), FSK (F1B), FM (F3E)

Antennenanschluss	50 Ω (4 × SO239 RX/TX, 2 × BNC nur RX)
Betriebsspannung	HF-Deck: 90 ... 264 V Bedienteil: 15 V DC

Leistungsaufnahme	800 VA
Senden	150 VA
Empfang, max. NF	0 ... 50 °C
Temperaturbereich	1 Hz (höchste)
Frequenzauflösung	0,5 ppm (0 ... 50 °C)
Frequenzstabilität	Maße (B × H × T) 425 × 149 × 442 mm ¹⁾ 340 × 118 × 103,5 mm ²⁾
Gesamtmasse	15,8 kg ¹⁾ 2,3 kg ²⁾
Lieferumfang	Tischaufsteller, Netzkabel ¹⁾ , Netzteil ²⁾ , Steuerkabel, Tasten- und ACC-Stecker, Montageschrauben

¹⁾ HF-Deck ²⁾ Bedienteil

Besonderheiten

- 200 W Sendeleistung
- Farb-TFT-Touchdisplay (7 Zoll), Sub-Touchdisplay (2,4 Zoll)
- zwei unabhängige Empfänger
- mitlaufender Preselektor (DIGISEL)
- elf Bandpass-Filter
- digitales Twin-Passband-Tuning
- Echtzeitspektrumsdisplay mit Wasserfallanzeige
- eingebauter Decoder für RTTY und PSK31/63
- RTTY und PSK31/63 ohne PC möglich
- DSP für Rauschminderung, Notchfilter usw.
- Eingang für externe 10-MHz-Referenz
- Betrieb auf 137 kHz über den Transverterausgang möglich, externe PA erforderlich
- Sprachkompressor
- digitaler Sprachrecorder für Senden und Empfang
- DPD-Funktion
- eingebauter automatischer Antennentuner
- USB-Ports, Ethernetanschluss
- Remotebetrieb über Internet möglich
- bis zu fünf Bedienteile anschließbar
- Buchse für Transverter (Ein- und -Ausgang)
- eingebautes Netzteil (HF-Deck)

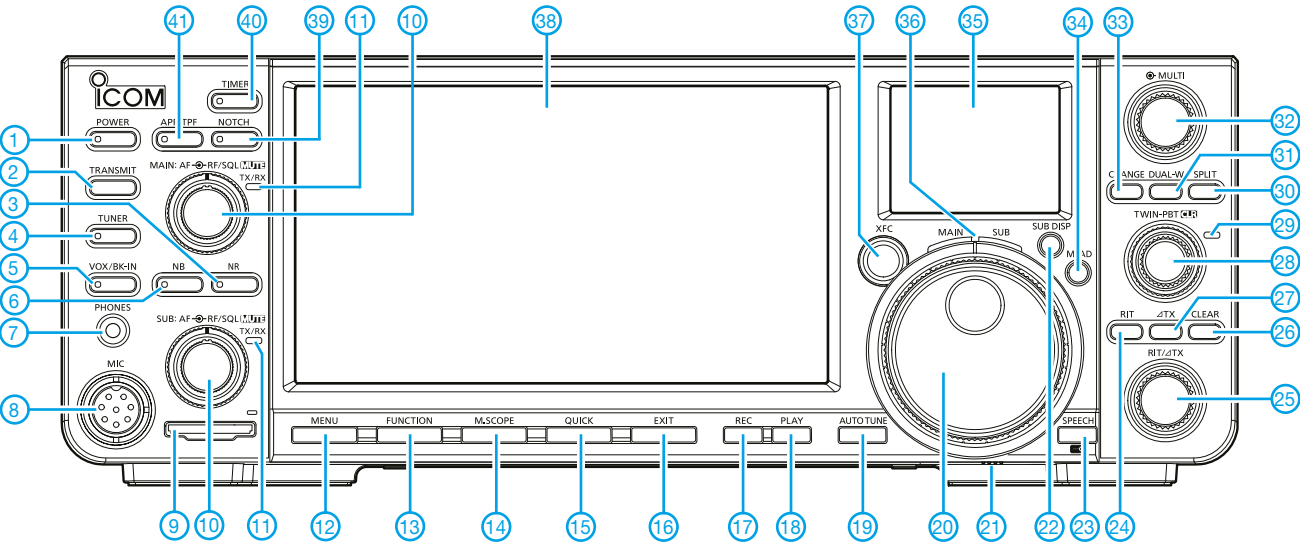
Antennentuner

Anpassbereich	16,7 Ω bis 150 Ω
---------------	------------------

Zubehör, optional (Auswahl)

IC-PW2	1-KW-Linearendstufe
HM-219	Handmikrofon
SM-30, SM-50	Tischmikrofone
AH-730	autom. Antennentuner
SP-41	externer Lautsprecher
RC-28	Remote-Encoder

Frontseite Bedienteil



Auswahl

- 1 - Ein/Aus-Taste

2 - Sendetaste

3 - Taste für Rauschunterdrückung

4 - Taste für Antennentuner

5 - VOX/Break-in-Taste

6 - Störaustaster

7 - Buchse für Kopfhörer

8 - Mikrofonaufnahme

9 - SD-Kartenfach

10 - Steller für Lautstärke/HF-Verstärkung/Squelch

11 - TX/RX-LED

12 - Menü-Taste

13 - Funktionstaste
- 14 - Mini-Scope-Taste

15 - Quick-Taste

16 - Exit-Taste

17 - Aufnahme-Taste Sprachspeicher

18 - Wiedergabe-Taste Sprachspeicher

19 - Autotune-Taste

20 - Hauptabstimmknopf

21 - Bremseneinstellung für den Hauptabstimmknopf

22 - Taste für Subdisplay

23 - Speech/Lock-Taste

24 - RIT-Taste

25 - RIT/ΔTX-Einsteller

26 - Löschtaste für RIT/ΔTX-Einstellung

27 - ΔTX-Taste
- 28 - Doppelsteller ZF-Bandbreite

29 - LED ZF-Bandbreiteneinstellung

30 - Split-Taste

31 - Dualwatch-Taste

32 - Taste/Steller Multifunktionsmenü

33 - Haupt/Subband-Umschalttaste

34 - Memo-Pad-Taste

35 - Subdisplay

36 - Anzeige Haupt-/Nebenband aktiv

37 - Sendefrequenz-Prüftaste

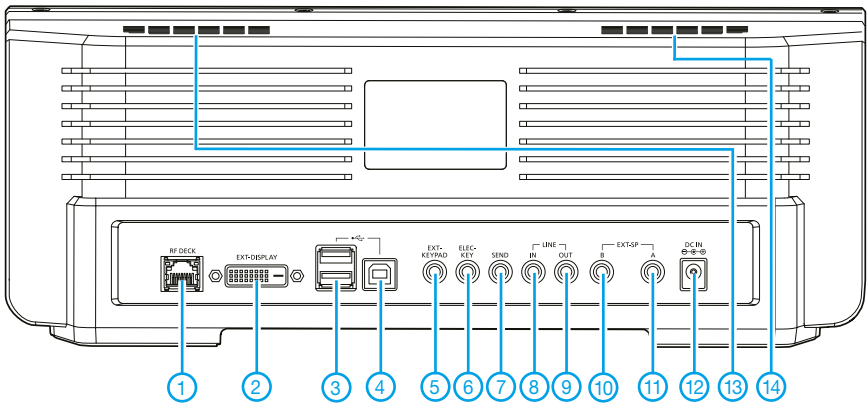
38 - Hauptdisplay

39 - Kerbfiltertaste

40 - Timertaste

41 - Audio-Peak-/Twin-Peak-Filtertaste

Rückseite Bedienteil mit Anschlüssen



- 1 - Anschluss HF-Deck

2 - Anschluss für externes Display

3 - USB-A-Buchsen

4 - USB-B-Buchse

5 - Anschluss für externe Tastatur

6 - Buchse für Taste/Paddle

7 - Sendebuchse für externe Geräte von Fremdherstellern

8 - Eingangsbuchse Line In

9 - Ausgangsbuchse Line Out

10 - Buchse externer Lautsprecher A

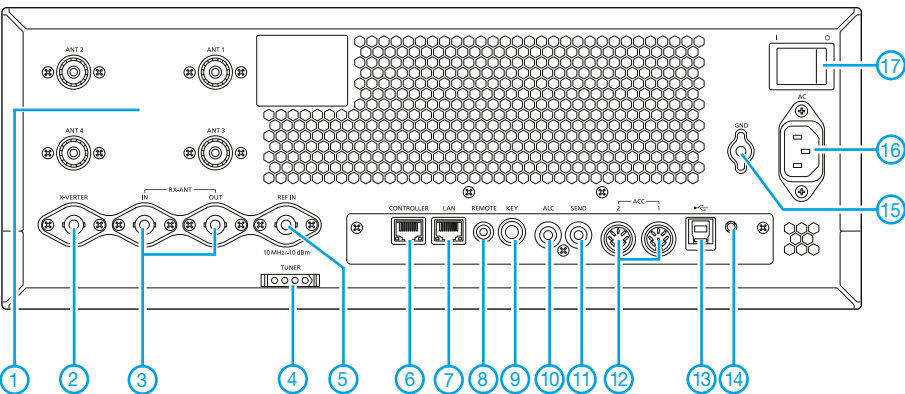
11 - Buchse externer Lautsprecher B

12 - Anschlussbuchse für Netzteil

13 - Lautsprecheröffnungen links

14 - Lautsprecheröffnungen rechts

Rückseite HF-Deck mit Anschlüssen



- 1 - SO239-Antennenbuchsen 1 bis 4

2 - Anschlussbuchse für Transverter

3 - BNC-Empfangsantennenbuchsen (In und Out)

4 - Steuerbuchse für Tuner

5 - Eingangsbuchse für 10-MHz-Referenzsignal

6 - Anschlussbuchse für Bedienteil

7 - Ethernetanschluss

8 - Buchse für Fernbedienung

9 - Buchse für Taste/Paddle

10 - ALC-Buchse

11 - Sendebuchse

12 - ACC-Buchsen ACC1/ACC2

13 - USB-B-Buchse

14 - nicht verwendet

15 - Masseanschluss

16 - Netzbuchse

17 - Hauptschalter

Zusatzgerät für den CW-Empfang mit Pseudo-Stereoeffekt

HERMANN KULMUS – DJ8UZ

Zur Verbesserung der Aufnahme von Morsezeichen braucht man nicht unbedingt einen digitalen Signalprozessor. Auch analoge Schaltungstechnik kann hier viel bewirken. Das nachstehend beschriebene Zusatzgerät setzt auf die menschliche Fähigkeit zum räumlichen Hören und ermöglicht auf diese Weise die leichtere Unterscheidung der Signale unterschiedlicher Stationen beim Morsetelegrafie-Empfang.

Erfahrene Funker arbeiten im CW-Betrieb meist mit Filterbandbreiten von mindestens 500 Hz, um auch zu hören, was sich auf dem Band „links und rechts“ der Gegenstelle abspielt. Außerdem ersparen sie sich dadurch das auf die Dauer ermüdende Filterklingeln und unangenehm-

steht ein räumlicher Eindruck, bei dem z.B. die Stationen mit den tiefen Tönen links, die mit den mittleren in der Mitte und die mit den hohen Tönen rechts zu hören sind. Beim Drehen übers Band wandern die Stationen dann akustisch von links nach rechts oder umgekehrt.

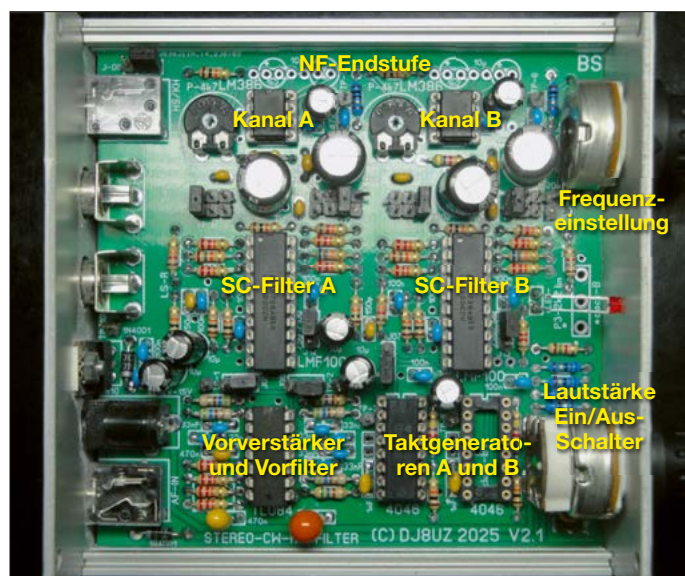


Bild 1: Bestückte Platine des Zusatzgeräts für den CW-Empfang in Pseudo-Stereofonie, hier der Prototyp im geöffneten Gehäuse
Fotos: DJ8UZ

mes Schmalbandrauschen. Die akustische Unterscheidung der frequenzbenachbarten Stationen ergibt sich u. a. aus deren Tonhöhe im Kopfhörer. Wenn man diese Signale nun noch in geeigneter Weise auf die beiden Kopfhörermuscheln aufteilt, ent-

Bereits vor etwa 50 Jahren gab es zu diesem Thema eine Veröffentlichung in [1], auf der auch der spätere Schaltungsvorschlag in [2] aufbaute. Zur Aufteilung der Kanäle nutzte man seinerzeit aktive Hoch- und Tiefpassfilter mit OPVs. Diese Aus-

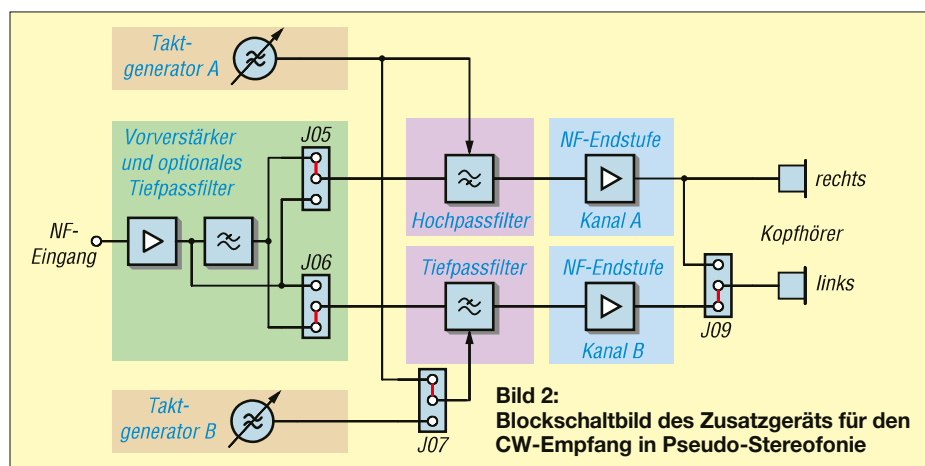


Bild 2: Blockschaltbild des Zusatzgeräts für den CW-Empfang in Pseudo-Stereofonie

führung war jedoch für den praktischen Betrieb nicht variabel genug, sodass ich nach einer besseren Lösung suchte.

Konzept

Bei dem im Folgenden vorgestellten Zusatzgerät wird das empfangene Morse-signal ebenfalls in zwei Tonkanäle aufgeteilt, wobei ein Kanal wieder als Hochpass- und der zweite als Tiefpassfilter arbeitet. Beide werden im vorliegenden Fall jedoch von einem einstellbaren Generator angesteuert, mit dem man die gewünschte Grenzfrequenz der Filter wählen kann.

Durch die sich überlappenden Frequenzbereiche der Hoch- und Tiefpassfilter ergibt sich in der Mitte des räumlichen Hör-eindrucks ein Bandpasseffekt mit Hervorhebung der sich akustisch ergebenden Mittenfrequenz.

Der Einsatz von *Switched-Capacitor*-Filterschaltkreisen (SC-Filter) vom Typ *LMF100* erlaubt eine hohe Flexibilität bei der Einstellung der Filterkanäle und somit die bequeme Anpassung an persönliche Hörgewohnheiten.

Baugruppenbeschreibung

Bild 2 gibt einen Überblick über die Funktionsbausteine des Geräts und deren Zusammenschaltung.

Die Versorgungsspannung liegt zwischen 12 V und 15 V und gelangt über eine 2,5-mm-Hohlleiterbuchse an die Platine, Bild 4. Der Ein/Aus-Schalter (hier nicht eingezeichnet) ist Teil des NF-Lautstärke-stellers. Die Betriebsspannung beträgt für alle Baugruppen 10 V und wird vom Linearregler 7810 bereitgestellt. Die großzügig bemessene Anzahl von Elektrolyt- und Keramikkondensatoren sorgt für ausreichende Spannungsglättung und gegenseitige Entkopplung der Baugruppen.

Vorverstärker mit Tiefpassfilter

Das Eingangssignal wird einem der vier OPV-Systeme des TL084 über den NF-Lautstärkesteller P1 zugeführt, Bild 5. Die im Signalweg folgende Vorfilterung wird von einem aktiven Tiefpassfilter 6. Ordnung realisiert, das Signale mit einer Frequenz über 1000 Hz unterdrückt. Für eigene Versuche kann man durch Bestückungsänderung die Grenzfrequenz variieren.

Mit entsprechenden Steckbrückeneinstellungen an J05 und J06 lässt sich das Vorfilter für die Weiterverarbeitung einbinden oder umgehen. Die Impedanz des NF-Eingangs kann über die Steckbrücke J08 bei Bedarf auf 16 Ω reduziert werden.

Taktgenerator

Zur Takterzeugung dient ein CMOS-Schaltkreis vom Typ CD4046, von dem nur der Oszillatorteil verwendet wird, Bild 3. Dieser erfordert nur einen geringen Bauteileaufwand und liefert einen symmetrischen Takt mit dem Tastgrad von 50 %.

Auf der für das beschriebene Gerät entworfenen Platine sind für die verschiedenen Bauteilgrößen Bohrungen im Rastermaß 2,5 mm bis 10 mm vorgesehen. In der Grundversion braucht nur ein Taktgenerator bestückt zu werden. Für eigene Versuche lässt sich ein zweiter Generator gleicher Bauart nachrüsten. Die dafür notwendigen Bauteile sind auf der Platine mit einem Stern gekennzeichnet. Über Steckbrücken ist eine Kanaltrennung der Taktsignale möglich, um die beiden SC-Filterschaltkreise getrennt ansteuern zu können, Bild 2. Für einen anderen Frequenzbereich sind die Bauelemente gemäß den Angaben im Datenblatt des CD4046 zu dimensionieren.

Mit der Beschaltung gemäß Bild 3 überstreicht der Generator einen Frequenzbereich von 35 kHz bis 95 kHz, was zu einer jeweiligen Filtergrenzfrequenz von etwa 350 Hz bis 950 Hz bei Mittelstellung des Potenziometers führt. Die Grenzen des Abstimbereichs lassen sich durch Änderung von R29 und R30 in Bild 3 an den persönlichen Bedarf anpassen. Größere Werte engen sie ein, kleinere Werte bewirken das Gegenteil.

SC-Filter

Die beiden Filterzüge mit dem LMF100 sind gemäß Applikationsbeispiel im Datenblatt und mit identischer Beschaltung aufgebaut. In Bild 6 ist daher nur einer der beiden Kanäle dargestellt. Die Filterfunktion, ob Hoch- oder Tiefpass, wird durch entsprechendes Setzen der Steckbrücken an J01 und J02 festgelegt. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Steckbrücken des jeweiligen SC-Filterkanals auf die gleiche Hoch- oder Tiefpassfunktion

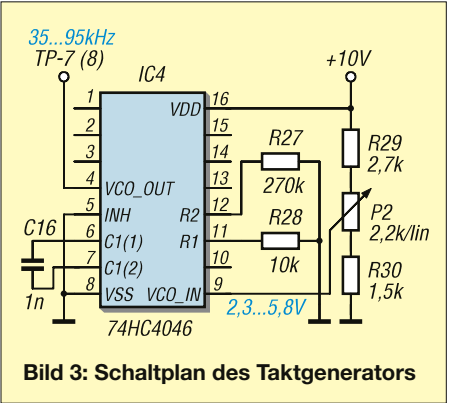


Bild 3: Schaltplan des Taktgenerators

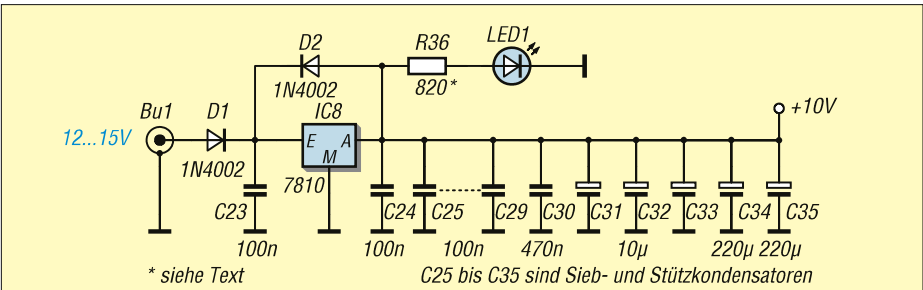


Bild 4: Schaltplan der Spannungsversorgung für alle Baugruppen

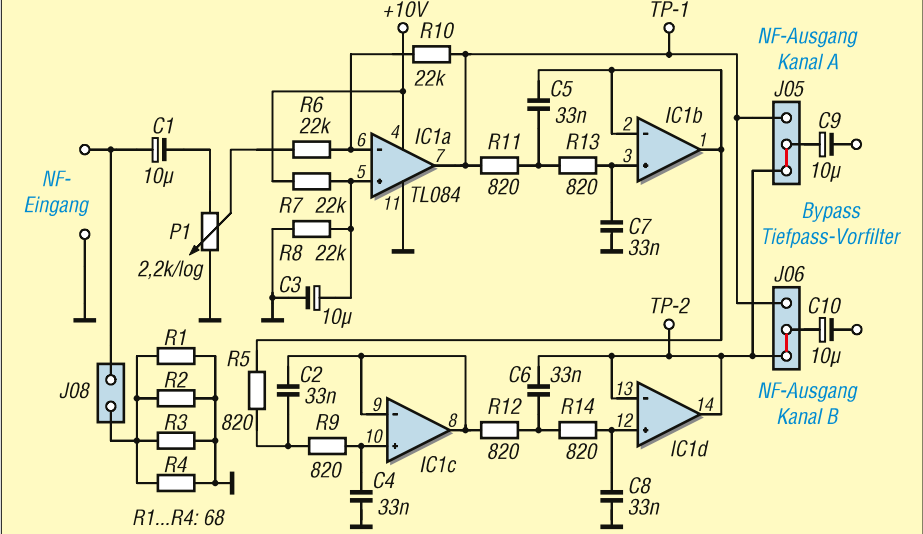


Bild 5: Schaltplan des NF-Vorverstärkers mit zuschaltbarem Tiefpass-Vorfilter

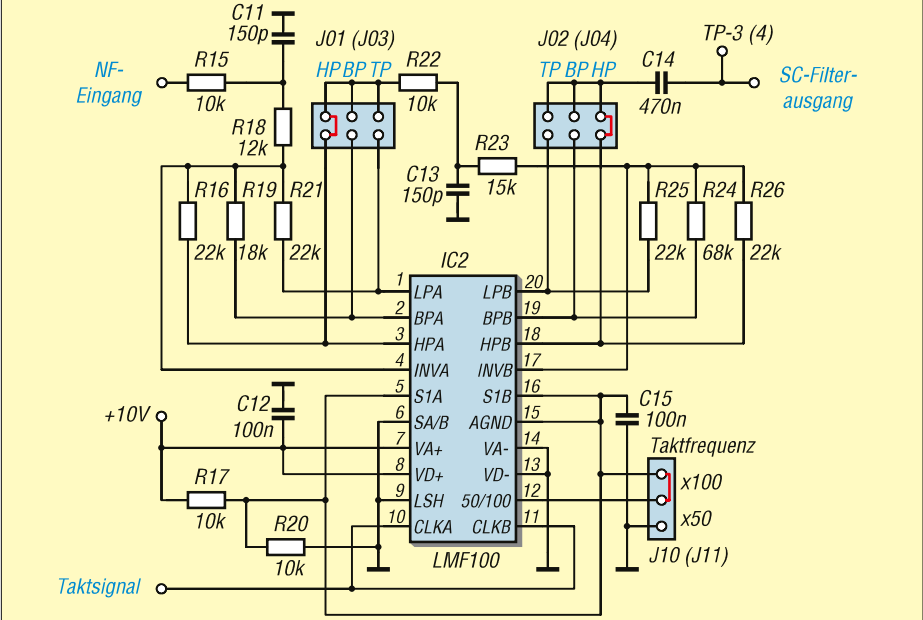


Bild 6: Schaltplan des SC-Filters Kanal A mit dem Schaltkreis LMF100, hier als Hochpassfilter mit den entsprechenden Steckbrücken auf J01 und J02 eingestellt

tion eingestellt sein müssen. Für eigene Experimente ist durch entsprechendes Setzen der Steckbrücken auch eine Bandpass-Filterfunktion einstellbar. Die Taktansteuerung erfolgt mit dem Faktor 100 der gewählten NF-Frequenz (Steckbrücke J10). Um höhere Filterfrequenzen verarbeiten zu können, ist auch ein Teilerfaktor von 1:50 über die

entsprechende Steckbrückeneinstellung möglich.

NF-Endstufe

Die Endstufe für jeden der beiden Kanäle ist mit einem LM386 aufgebaut und weist keine Besonderheiten auf, siehe Bild 9. Es sind durch die variable Bestückung des Gegenkopplungszweigs zwi-



Bild 7: Frontseite des Zusatzgeräts mit den Einstellknöpfen für Lautstärke und Tonfrequenz



Bild 8: Anschlussbuchsen auf der Rückseite des Zusatzgeräts

schen Pin 1 und Pin 8 unterschiedliche Verstärkungsfaktoren einstellbar. Zum Einpegeln der Grundlautstärke für jeden Kanal dient der jeweilige Einstellwiderstand am Eingang des NF-Verstärkers. Für Tests von z. B. nur einem SC-Filter in Bandpass-Schaltung kann von Stereo auf Mono umgesteckt werden, siehe J09 in Bild 2.

Zwei Cinch-Buchsen an der Rückseite des Geräts ermöglichen den Lautsprecheranschluss. Die 3,5-mm-Stereoklinkenbuchse schaltet die Lautsprecheranschlüsse bei Kopfhörerbetrieb ab, Bild 8.

Gehäuse

Der Prototyp des beschriebenen Zusatzgeräts ist in einem Aluminiumgehäuse mit den Abmessungen 100 mm × 105 mm × 44 mm (L × B × H) untergebracht. An der Frontseite des Gehäuses sind beim aufgebauten Prototypen nur der NF-Lautstärkesteller mit Ein/Aus-Schalter, das Potenziometer für die Filterfrequenzeinstellung und eine 3-mm-LED zur Betriebsanzeige untergebracht, Bild 7. Der Vorwiderstand für die LED ist entsprechend der LED-Stromstärke zu wählen. Für 2-mA-Typen genügen 8,2 kΩ,

20-mA-Ausführungen sollten einen 820-Ω-Vorwiderstand erhalten, damit sie ausreichend hell leuchten, siehe Bild 4. Für eigene Versuche mit einem zweiten Taktgeber ist mittig auf der Platinenlängsseite die Position für das dafür notwendige Potenziometer vorgesehen.

Sämtliche Anschlussbuchsen befinden sich auf der Rückseite des Geräts, Bild 8. Darüber hinaus dient diese als Kühlblech für den 10-V-Spannungsregler.

Platine und Aufbau

Die doppelseitig kupferkaschierte Platine mit den Abmessungen 100 mm × 100 mm ist durchkontaktiert, für bedrahtete Bauelemente ausgelegt und mit Bestückungsaufdruck versehen. Der Nachbauer kann selbst über den Einsatz von IC-Sockeln entscheiden, für Tests von unterschiedlichen Schaltungsvarianten sind diese jedoch zu empfehlen. Die Stückliste ist als Ergänzung zum Beitrag auf www.funkamateur.de zu finden. Platine und LMF100 sind bei [3] erhältlich, die übrigen Bauteile gibt es z. B. bei www.reichelt.de.

Es ist zweckmäßig, die Funktionsgruppen Spannungsversorgung, Taktgenerator, NF-Vorfilter, SC-Filter und NF-Endstufe nacheinander zu bestücken und jeweils zu testen. So lassen sich eventuelle Bestückungsfehler einfacher lokalisieren. Die verfügbaren Testpunkte auf der Platine können dabei als Hilfestellung dienen.

Steckbrückenfunktionen

Baugruppe	Steckbrücke	Funktion
SC-Filter A	J01, J02	Umschaltung HP, BP, TP
	J10	Umschaltung Taktfrequenzteiler
SC-Filter B	J03, J04	Umschaltung HP, BP, TP
	J07	Auswahl Takt A o. B
	J11	Umschaltung Taktfrequenzteiler
Vorverstärker	J05, J06	TP-Vorfilter ein- oder ausschalten
	J08	Abschluss des Eingangs mit 16 Ω
NF-Endstufe	J09	Umschaltung Mono/Stereo

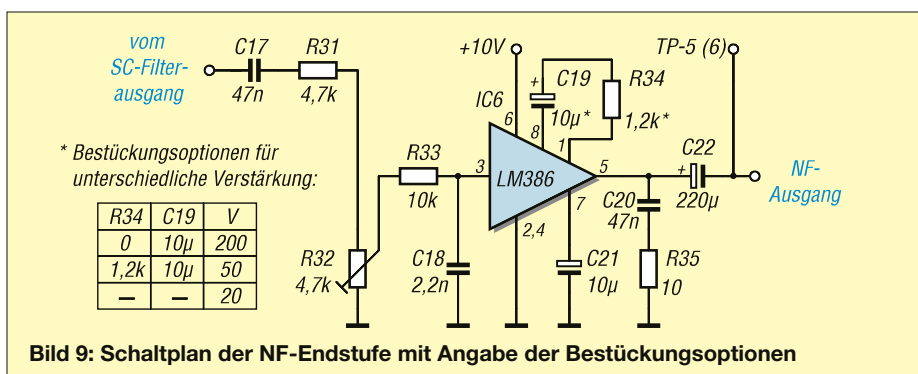


Bild 9: Schaltplan der NF-Endstufe mit Angabe der Bestückungsoptionen

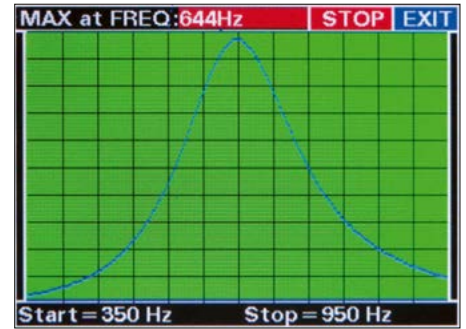


Bild 10: Gemessene Durchlasskurve mit einer Mittenfrequenz von 644 Hz als Beispiel für den Effekt zweier in Reihe geschalteter SC-Filter in Bandpass-Funktion

Hinweise zur Konfiguration

Die Steckbrückenfelder erlauben unterschiedliche Konfigurationen der Schaltungsmodule, siehe Tabelle. So lassen sich außer der Grundidee des Pseudo-Stereo-CW-Empfangs weitere Funktionen umsetzen. Das Vorstufen-Tiefpassfilter kann ein- oder ausgeschaltet oder durch andere Bauteildimensionierung angepasst werden. Die SC-Filter sind auf Tiefpass (TP), Hochpass (HP) oder Bandpass (BP) einstellbar, sodass bei einer BP-Einstellung nur ein SC-Filter erforderlich ist. Werden z. B. beide SC-Filter in BP-Funktion hintereinander und der NF-Teil als Mono geschaltet, so ergibt sich ein Frequenzverlauf wie in Bild 10.

Noch weitergehende, eigene Experimente sind durch andere Baugruppenkombinationen mithilfe von Drahtbrücken in den auf der Platine markierten Kontaktbohrungen möglich.

Abschließende Bemerkungen

Das Hauptziel des hier beschriebenen Zusatzgeräts lag auf der Wiedergabe von CW-Signalen mit Pseudo-Stereoeffekt. Damit sind die Anwendungsmöglichkeiten der enthaltenen SC-Filter jedoch bei Weitem nicht ausgeschöpft, wie im vorigen Abschnitt angedeutet. Da der Schaltkreis LMF100 mit einer Taktfrequenz bis zu 1,8 MHz angesteuert werden kann, lässt sich bei einer 50:1-Teilung z. B. auch der Sferics-Frequenzbereich zwischen 10 kHz und 30 kHz mit Tief- oder Hochpassfiltern für eigene Empfangsversuche erfassen und weiterverarbeiten.

dj8uz@web.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Charman, F. G6CJ; Harris, R., G3OTK: Subjective selectivity and stereo code. Radio Communication 51 (1975) H. 9, S. 674–681
- [2] Petermann, B., Y22TO: Besserer CW-Empfang mit dem Telegrafie-Stereo-Prozessor, FUNKAMATEUR 37 (1988) H. 10, S. 505–506
- [3] FUNKAMATEUR-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72, Fax -73, E-Mail: shop@funkamateur.de; www.box73.de → PLB-1025, LMF100

Zusätzliche Bedieneinheit für den Icom IC-7300

GUNNAR WIEKING – DL5BO

Bei modernen Transceivern lassen sich nicht alle vorhandenen Funktionsparameter unmittelbar mithilfe von Bedienelementen auf der Frontseite ändern. Der Zugriff auf selten zu ändernde Werte erfolgt dann z. B. über mehrfach belegte Taster oder Untermenüs der Bedienoberfläche. Fast alle Einstellmöglichkeiten sind jedoch durch Steuerbefehle über die CAT-Schnittstelle erreichbar. Diese Tatsache nutzt das nachstehend beschriebene Zusatzgerät. Es erfordert keinen Eingriff in den Transceiver und erlaubt den direkten Zugriff auf Funktionen, die sonst nur auf Umwegen zugänglich sind. Das dieser Lösung zugrunde liegende Konzept ist grundsätzlich bei allen Transceivern mit CAT-Schnittstelle anwendbar.

Jeder Transceiver basiert auf einem vom Hersteller festgelegten Bedienkonzept, um dem Funkamateur die Nutzung des meist komplex aufgebauten Geräts zu erleichtern. Schon dem begrenzten Platz auf der Frontseite eines Funkgeräts geschuldet, lassen sich nicht alle Einstellungen direkt durch Bedienelemente auf der Frontseite vornehmen.

Auch sind einige Funktionen etwas anders gelöst als bei anderen Geräteherstellern. Um den Transceiver an mich und meine Wünsche anzupassen, entwickelte ich den nachfolgend beschriebenen Extender, eine zusätzliche Bedieneinheit. Außerdem wollte ich den Transceiver hardwareseitig erweitern. Daher habe ich einige handelsübliche Zusatzbaugruppen



Bild 1: Neben dem Icom IC-7300 postiert, ermöglicht der Extender den bequemen Zugriff auf häufig genutzte Funktionen und die Steuerung weiterer Komponenten der Funkstation.

Fotos: DL5BO

Mit dem hier beschriebenen Extender für den Icom IC-7300 ist es möglich, bisher nur in Menüs zugängliche Einstellungen auf Knopfdruck oder mithilfe von Dreh-Encodern zu ändern. Zusätzlich wurden ein SWV-Meter und ein Antennenumschalter integriert sowie einige der auf Tasten oder Einstellknöpfen am Hauptgerät verfügbaren Funktionen dupliziert, was den Bedienkomfort erhöht.

Dieser Beitrag ist keine Bauanleitung. Er soll vielmehr an einem Beispiel zeigen, wie man den Bedienkomfort und die Steuerfunktionen seines Transceivers erweitern kann, ohne in das Gerät eingreifen zu müssen.

■ Bedieneinheit

Bei der Nutzung des Icom IC-7300 vermisste ich den direkten Zugriff auf einige Einstellmöglichkeiten, die erst in der zweiten Menüebene zu finden waren.

nach meinen Vorstellungen angepasst und in die Bedieneinheit integriert. Auch die Ansteuerung einer separaten Endstufe ist nun abgesichert, Bild 2.

Um dieses Projekt auch anderen Funkamateuren zugänglich zu machen, habe ich großen Wert auf einfach erhältliche und preiswerte Komponenten gelegt. Der Schaltungsaufwand ist gering und problemlos z. B. auf einer Streifenrasterplatine umsetzbar. Die gesamte Steuerung, also die Abfrage von Parametern und Bedienelementen sowie die Ausgabe von Parametern an den Transceiver und den Extender, übernimmt ein Mikrocontrollerboard *Arduino Mega 2560*.

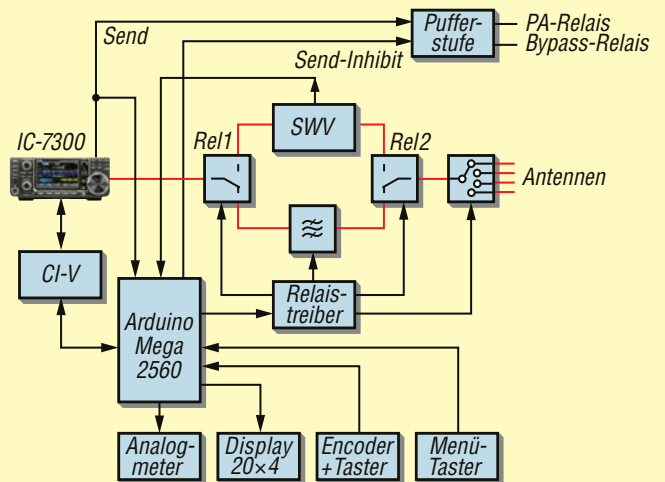
Eines vorweg: Es sind keinerlei Modifikationen an der Hardware des Transceivers notwendig. Lediglich einige Einstellungen sind im Setup-Menü anzupassen.

■ Hardware-Erweiterungen

Ich lebe in einer Wohnhaussiedlung mit einer Vielzahl von Störquellen in der näheren Umgebung. Daher erhielt der Transceiver zusätzliche Empfangsbandpassfilter, die den empfindlichen Empfänger entlasten. Der Extender liest dazu die Frequenz des Haupt-VFO aus und liefert in Abhängigkeit davon bandabhängig Schaltsignale, sowohl über einzelne Ausgänge als auch BCD-codiert. Beim Senden werden die Empfangsbandpassfilter mit einem Bypass umgangen. Diesen habe ich aufgetrennt und eine zusätzliche SWV-Messbrücke eingefügt [1]. Deren Messwerte werden im LC-Display an der Frontseite des Extenders angezeigt.

Für den Funkbetrieb kann ich auf vier Antennen zurückgreifen: eine Drahtantenne für alle KW-Bänder, einen Beam für 20 m, 15 m und 10 m sowie jeweils eine Antenne für 6 m und 4 m. Allerdings hat der IC-7300 nur einen Antennenausgang. Die Umschaltung zwischen den Antennen habe ich bisher mit einem Handschalter erledigt. Dies wollte ich automatisieren und habe im Extender die Möglichkeit zum Ansteuern eines Anten-

Bild 2: Integration des Extenders in die Funkstation; für den Bypasspfad der beim Empfang in den Signalweg geschalteten Bandpassfilter kommen zwei Relais zum Einsatz, um eine möglichst hohe Entkopplung zu gewährleisten. Die HF-führenden Leitungen sind rot markiert.



nenumschalters für bis zu sechs Antennen vorgesehen. Da bei mir die Antennenkabel in der Nähe des Transceivers enden, ließ sich der Umschalter mit im Extendergehäuse unterbringen. Wenn man die Steuerleitungen herausführt, kann sich der Antennenumschalter auch z. B. am Mast oder auf dem Dachboden befinden.

Die Leitungen der *Send*-Buchsen vieler Transceiver verfügen über keine von außen zugängliche Sicherung, so auch beim IC-7300. Infolgedessen kann es zu Defekten aufgrund dort angeschlossener Baugruppen oder Geräte kommen. Daher habe ich das Signal des *Send*-Ausgangs zum Extender geführt und dort eine Pufferstufe als Schutz vorgesehen. Wie diese auszulegen ist, hängt vom nachgeschalteten Leistungsverstärker ab. In meinem Fall habe ich sie für die Steuerung einer separaten Endstufe für 35 V konzipiert, siehe Bilder 3 und 7.



Bild 3: Die Zusatzschaltung zum Entflechten der Steuersignale ließe sich auch auf einer Streifenrasterplatte realisieren.

Die Einbindung in den Extender erlaubt es, die *Send*-Leitung bei einem zu hohen SWV zu unterbrechen und so durch Abschaltung der Endstufe größere Schäden zu vermeiden. Tritt dieser Fall auf, wird ein Ausrufezeichen im Display angezeigt. Wem das nicht genügt, der kann auch an einem dafür vorgesehenen Ausgang z. B. eine LED oder einen Summer zur Signalisierung anschließen.

■ Bedienelemente und Anzeige

Trotz des relativ großen Displays im IC-7300 lassen sich dort nicht alle Informationen anzeigen, die ich gern gleichzeitig dargestellt hätte. Daher werden ausgeblendete Bestandteile auch auf dem vierzeiligen LC-Display des Extenders ausgegeben. Allerdings ändert sich teilweise der Inhalt der Anzeige, abhängig davon, ob der Transceiver gerade auf Empfang oder Senden geschaltet ist.

Während des Empfangs wird in der ersten Zeile die Frequenz des zweiten VFO angezeigt, Bild 4. Der mithilfe des Dreh-Encoders 2nd VFO veränderte Wert wird an den Transceiver übertragen. Dies ist unabhängig davon, ob der Split-Betrieb aktiv ist oder nicht. Auf diese Weise lässt sich auch im Split-Betrieb die Sendefre-



Bild 4: Die Anzeige in den unteren Zeilen ist abhängig vom Transceiver-Status.



Bild 5: Beim Senden und Abstimmen wird ein Bargraph angezeigt.

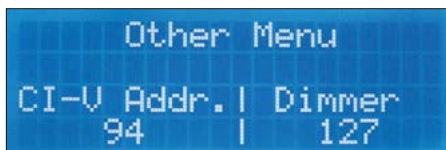


Bild 6: Menü zur Einstellung der CI-V-Adresse und des Dimmers

quenz verändern, ohne die Empfangsfrequenz zu verstellen und so eventuell die Gegenstation „aus den Ohren“ zu verlieren. Außerdem erlaubt dieses Verfahren, die Sendefrequenz bereits vor der Aktivierung des Split-Betriebs einzustellen. Daneben wird die für den zweiten VFO eingestellte Sendart angezeigt. So ist schon vor Betätigung der A/B-Taste erkennbar, was danach zu erwarten ist.

Die Zeile darunter dient zur Antennenauswahl. Genauer gesagt wird hier angezeigt, welche Antenne im rechts daneben dargestellten Band zum Senden und welche zum Empfangen ausgewählt wurde. Das angezeigte Band richtet sich nach der Frequenz des Haupt-VFO. Das Fehlen eines separaten Anschlusses für eine Empfangsantenne am IC-7300 wird hiermit behoben. So kann z. B. an Anschluss 1 eine Drahtantenne zum Senden angeschlossen sein (1T) und an Anschluss 2 eine Magnetic Loop oder eine Aktivantenne für den Empfang (2R). Das Umschalten geschieht dann automatisch beim Betätigen der PTT-Taste. Darüber hinaus wird für das angezeigte Band das entsprechende Empfangsfilter angesteuert.

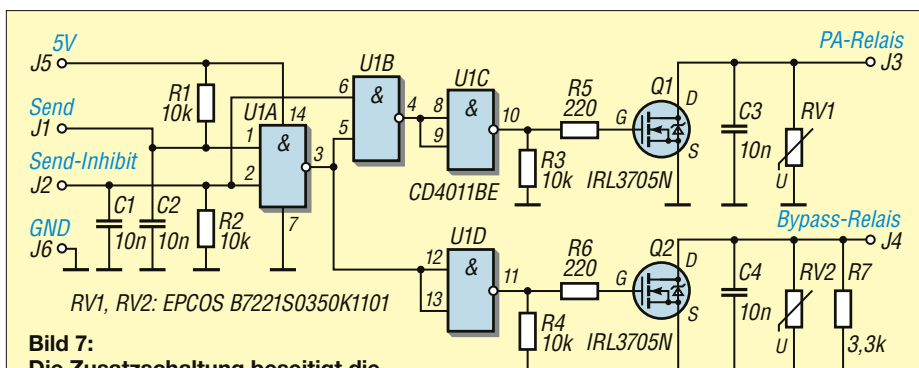




Bild 8: Das Startmenü des Extenders ist über die Taste *Menu* erreichbar.

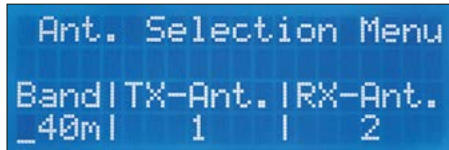


Bild 9: Menü für die bandabhängige Antennenzuordnung

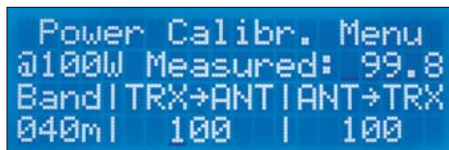


Bild 10: Die Leistungsanzeige lässt sich für jedes Band separat korrigieren.

keit änderbar, die sich sonst hinter dem *Multi*-Knopf verbirgt.

Mit dem dritten Encoder wird ein Bandwahlschalter nachgebildet. Außerdem kann beim Druck auf die Encoder-Achse eine durch zu hohes SWV ausgelöste Schutzschaltung (siehe oben) zurückgesetzt werden. Befindet man sich hingegen in einem Menü, lässt sich mithilfe dieses Dreh-Encoders navigieren und auswählen.

Über den M-Notch-Knopf lässt sich das manuelle Kerbfilter schalten sowie dessen Position verschieben. Ein weiterer Encoder bietet die Möglichkeit, den CW-

ringern und nach dem Abstimmen dann das Ganze wieder rückwärts durchführen. Diese Schritte übernimmt die *Tune*-Taste am Extender. Bei der Betätigung werden die *Send*-Leitung unterbrochen, RTTY und eine vorab definierte Sendeleistung eingestellt und der Sender dann getastet. Nach dem Abstimmen ist am Transceiver lediglich kurz auf die unterhalb von *Tuner* liegende *Transmit*-Taste zu drücken. Dann schaltet der Transceiver auf Empfang und die zuvor vorhandenen Parameter werden wiederhergestellt.

Die *Send*-Leitung ist unbedingt mit dem Extender zu verbinden, auch wenn keine Endstufe verwendet wird. Der Extender benötigt dieses Signal, um ausreichend kurze Schaltzeiten zu erreichen.

■ Voreinstellungen

Über den Menütaster gelangt man in den Einstellbereich des Extenders, Bild 8. Hier lassen sich u. a. die für jedes Band genutzten Sende- und Empfangsantennen festlegen und angeben, welche zwischen den Bändern zugeschaltet werden soll, Bild 9.

Für den Abgleich der SWV-Messbrücke ist das Menü *Power Calibration* aufzurufen, Bild 10. Beginnend mit dem 20-m-Band ist wechselseitig ein Signal mit der angegebenen Leistung an die Anschlüsse der Messbrücke zu legen, wobei der jeweils andere Anschluss mit einem Dummy-Load abzuschließen ist. Die Abgleichschritte sind mehrmals und gewissenhaft durchzuführen, da diese Kali-

brierung die Basis für alle weiteren Leistungs- und SWV-Angaben bildet. Der Abgleich ist beim Extender für den zweiten Leistungsbereich zu wiederholen.

Aufgrund von Nichtlinearitäten und Frequenzabhängigkeiten kann die gemessene Leistung auf anderen Bändern abweichen. Um das auszugleichen, lassen sich für jedes Band ein Korrekturfaktor eingeben und so die gemessenen Werte der Referenz angleichen. Die nachträgliche Korrektur ersetzt jedoch nicht den sorgfältigen Abgleich der Messbrücke.

Über das Menü *Bandpass* lassen sich die frequenzabhängig geschalteten Bandpässe temporär deaktivieren. Nach dem erneuten Einschalten des Extenders ist wieder der Standardzustand vorhanden.

Die im Transceiver genutzte CI-V-Adresse kann man unter *Other* im Extender eingeben. Nur für den ersten Start muss am Transceiver die Adresse *94* eingestellt sein, da der Extender sonst nicht startet. Außerdem sind *CI-V-USB Port* auf *Unlink from [Remote]* und als *CI-V-Baud Rate* → *19200* einzustellen, sonst bleibt der Extender „hängen“. Als Transceiver-Firmware muss mindestens die Version *V1.41* vorhanden sein.

Ebenfalls über das Menü des Extenders lässt sich bei *Dimmer* die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung des Displays vorgeben.

Von der obersten Menüebene aus gelangt man durch Betätigung der *Tune*-Taste zur Voreinstellung der beim Abstimmen verwendeten Sendeleistung. Die Angabe in Prozent der vollen Sendeleistung entspricht der im IC-7300.

Als Einstellhilfe für ein analoges S-Meter habe ich eine Zusatzfunktion in das Top-Menü integriert. Befindet sich der Cursor bei der *Ant.Sel.*, wird ein Signalpegel für *S9* ausgegeben, befindet er sich

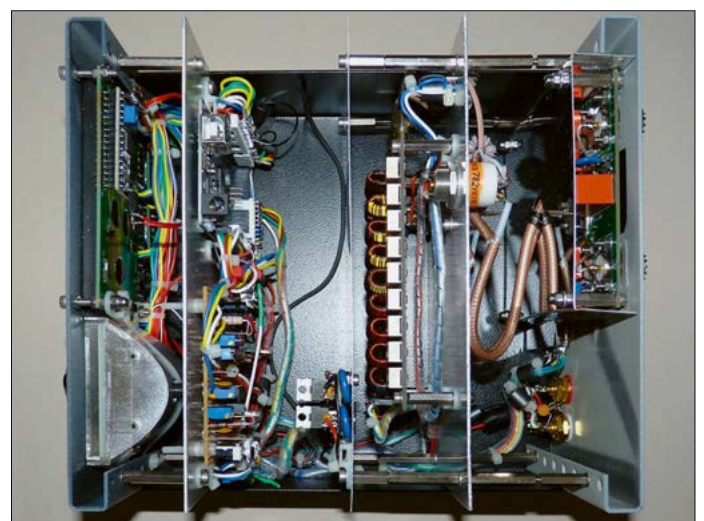


Bild 11: Gerätefront des Zusatzgeräts; die Beschriftung wurde mit Wasserschiebefolie hergestellt.

Mithörton (*CW Pitch*) direkt zu verändern, ohne dazu vorher noch den *Multi*-Taster drücken zu müssen.

Eine Besonderheit ist die *Tune*-Taste. Über die am IC-7300 vorhandene Tuner-Taste lässt sich der dort eingebaute Antennentuner steuern, nicht jedoch ein externer Antennenkoppler. Da sie nicht umprogrammierbar ist, muss man beim Abstimmen zunächst gegebenenfalls die Sendart wechseln, die Sendeleistung ver-

Bild 12: Blick ins Gehäuse; (v. l. n. r.) LC-Display nebst Anzeigeelement und Bedienelementen auf der Frontseite; Mikrocontroller mit allen Treibern, Bandpassfilterbank und an der Rückwand u. a. der Antennenumschalter



bei *Power-Cal.*, beträgt der Pegel S9 +60 dB. Dies ermöglicht einen ausreichend genauen Abgleich des S-Meters.

■ Kritische Eigenschaften

Bei der Sende-Empfangs-Umschaltung spielt das Zeitverhalten der Relais eine wichtige Rolle. Besonders beim Wechsel auf Senden dürfte jedem Funkamateurlar sein, dass alle erforderlichen Komponenten im Signalweg liegen und die für den Empfang erforderlichen abgeschaltet sein müssen, bevor das HF-Sendesignal zugeführt wird.

Damit dies mit ausreichender Sicherheit gelingt, verfügt der IC-7300 über eine einstellbare Sendeverzögerung. Mit deren Hilfe lässt sich der zeitliche Abstand zwischen dem Tasten der *Send*-Leitung und dem Erzeugen des Sendesignals einstellen. Allerdings sind aktuell nur maximal 30 ms einstellbar. Durchschnittliche Relais benötigen etwa 10 ms, um anzuziehen, größere auch schon einmal 15 ms bis 25 ms, manche noch länger. Dann könnte es bei 30 ms schon knapp werden. Bei der Auswahl der Umschaltrelais ist daher sehr genau darauf zu achten, dass diese möglichst schnell anziehen und abfallen.

Weil das Zeitverhalten kritisch ist, entschloss ich mich, nicht alles ausschließlich vom Mikrocontroller steuern zu lassen, sondern z.B. den Bypass für die Empfangsfilter direkt mit der Send-Leitung zu verbinden. Dazu entwickelte ich die Schaltung in Bild 7, die auch noch weitere Aufgaben übernehmen konnte. Zur Umschaltung der Antennen fand ich eine Softwarelösung.

Letzten Endes gelang es, in allen kritischen Bereichen die Umschaltverzögerung so kurz zu halten, dass die Umschaltedauer in erster Linie von den verwendeten Relais abhängt. Bei meinem Aufbau kam ich beim Umschalten auf Senden und dem Durchreichen des *Send*-Signals auf 3 μ s. Die Ansteuerung der Bypass-Relais war nochmals um 7 μ s verzögert und die der Antennenrelais um 26 μ s nach dem *Send*-Signal.

■ Komponenten und Umsetzung

Basis des Extenders ist das Mikrocontrollerboard *Arduino Mega 2560*, welches wie die anderen Zusatzbaugruppen preiswert und einfach erhältlich ist. Lediglich das Zeigerinstrument für das analoge S-Meter stammt aus einem alten Icom-Transceiver. Die beiden Vakuumrelais für den Bypass befanden sich noch in meiner Bastelkiste, erforderten aber eine zusätzliche 24-V-Spannungsversor-



Bild 13: Befestigung des 1:4-Antennenumschalters von OK7ZI [2] an der Rückwand

gung. Letztendlich war das Gehäuse das teuerste Einzelteil.

Wie aufwendig ein Nachbau wird, hat jeder weitgehend selbst in der Hand. Ich wollte es möglichst einfach halten. Deshalb versuchte ich auch gar nicht erst, Filterbank, Messbrücke oder Antennenumschalter, Bild 13, selbst zu bauen. Welchen Umfang das Vorhaben annimmt, muss jeder für sich festlegen, ebenso den Einsatz anderer, eventuell bereits vorhandener Komponenten.

Für die Zusatzbaugruppen und den Anschluss des Mikrocontrollerboards ist keine geätzte Platine erforderlich. Schon aufgrund der wenigen Bauteile genügt eine Streifenrasterplatine.

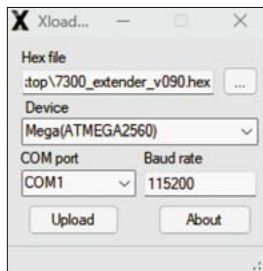


Bild 14: Einstellungen im XLoader

Mehr Aufmerksamkeit sollte man dem Thema Störstrahlung widmen. Im Extender befinden sich HF-Baugruppen und die Steuerelektronik in einem gemeinsamen Gehäuse und dadurch nahe beieinander. Dies führte anfangs zu gegenseitiger Beeinflussung. Einerseits waren die Schaltsignale und der Takt des Mikrocontrollers klar im Empfänger hörbar, andererseits brachten kräftige Sendesignale den Mikrocontroller aus dem Takt. Abhilfe schaffte die Kombination verschiedener Maßnahmen, u.a. die konsequente Abtrennung der einzelnen Bereiche durch Bleche, die gleichzeitig als Baugruppenträger dienen, Bild 12. Zusätzlich wurden Steuerleitungen mit Tiefpassfiltern und die Anschlüsse des Mikrocontrollers mit Ferritperlen versehen. Auch an den Verbindungs- und Versorgungsleitungen kamen Ferritperlen zum Einsatz.

Bei den anfangs verwendeten Dreh-Encodern ließ sich das Prellen der Kontakte

per Software nicht abfangen, sodass ich auf bessere Ausführungen ausweichen musste.

Ähnlich verhielt es sich mit der zuerst eingesetzten SWV-Messbrücke. Deren stark ausgeprägte Frequenzabhängigkeit ließ sich selbst mit der nachträglich eingeführten Kalibrierung nicht ausgleichen. Das eingesetzte blaue LC-Display mag zwar gut aussehen, doch die Darstellungsqualität ist z.B. bei grünen LC-Displays besser. Das gilt vor allem bei schnell wechselnden Inhalten. Eventuell liegt es auch schlicht am eingesetzten Modell.

■ Softwareinstallation

Die Software liegt als Hex-Datei vor und kann von [3] heruntergeladen werden. Für deren Installation auf einem *Arduino Mega* unter Microsoft Windows ist ein zusätzliches Programm wie z.B. XLoader [4] erforderlich. Nach dem Anschluss des Arduinos an den PC wird automatisch der Treiber installiert und das Board im Gerätemanager als serielle Schnittstelle (COMn) angezeigt. Anderenfalls ist der Treiber manuell zu installieren.

Im danach geöffneten XLoader sind die Hex-Datei, als *Device* der *Mega(ATMEGA2560)*, der im Gerätemanager angegebene Com-Port sowie als Baudrate 115 200 auszuwählen, Bild 14. Nach dem Klick auf *Upload* signalisiert die Aufschrift ...bytes uploaded die erfolgreiche Programmierung.

Bei der Extender-Software handelt es sich um eine Beta-Version, sodass der eine oder andere Fehler enthalten sein kann. Fehlerberichte und Verbesserungsvorschläge senden Sie mir bitte per E-Mail zu.

■ Abschluss

Zu guter Letzt möchte ich mich ganz herzlich bei Joachim Stay, DD0ZP, bedanken, der mir sehr bei der Gehäusebearbeitung geholfen hat. Ein weiterer großer Dank gebührt meiner Ehefrau Ulrike, DL5ULI, die es immer wieder hingenommen hat, wenn ich mich über Stunden zum Programmieren und Bauen zurückgezogen habe.

Ich wünsche viel Erfolg beim Nachbauen.
dl5bo@darc.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] 60 dBm Online Store. www.60dbm.com
- [2] Odehnal, K., OK2ZI: HF antenna switch 1:4. <http://blog.ok2zi.cz/2013/08/kv-antenni-prepinac-14-hf-antenna.html>
- [3] Wieking, G., DL5BO: 7300-Extender. <https://betterthan.tv/technisches/7300-extender>
- [4] Binaryupdates: XLoader. <https://github.com/binaryupdates/xLoader>

Leistungsfähiger Vorverstärker für die 2-m-Conteststation

Dipl.-Ing. (FH) MATHIAS KLEINSORGE – DJ5QX

Die zwischen Antenne und Shack verwendeten Kabel weisen im VHF- und UHF-Bereich höhere Dämpfungen auf als bei niedrigeren Frequenzen. Daher ist hier ein rauscharmer Empfangsvorverstärker zum Ausgleich der Verluste besonders wichtig. Auch schwache Signale sind dann noch hörbar, was speziell im Contest ein entscheidender Vorteil ist. Gleichzeitig muss ein solcher Vorverstärker auch sehr starke Signale verarbeiten können, was insgesamt hohe Anforderungen an die verwendeten Bauelemente und das Schaltungskonzept stellt, wie das nachstehend beschriebene Selbstbauprojekt zeigt.

Für unsere 2-m-Conteststation waren wir auf der Suche nach einem geeigneten Empfangsvorverstärker, der auch an exponierten Standorten und bei 750 W Sendeleistung problemlos betrieben werden konnte. Leider ist das diesbezügliche Angebot an kommerziellen Erzeugnissen in-



Bild 1: Der beschriebene Vorverstärker war am Mast der Yagi-Antennengruppe von DR2L im Mai-Contest 2025 erfolgreich im Einsatz.

zwischen sehr überschaubar geworden. Die legendären Verstärker von Gyula Nagy, HA8ET, und VHFDesign aus der Ukraine sind nicht mehr erhältlich.

So reifte die Idee, selbst einen derartigen Vorverstärker zu bauen. Wie nachstehend gezeigt, ist das gar nicht so schwierig, wie man zunächst meinen könnte.

Konzept

Ein idealer Vorverstärker soll das Signal, das an seinem Eingang anliegt, verstärken und darf dabei nichts hinzufügen oder weglassen. Er sollte daher sowohl rauscharm als auch großsignalfest sein. Außer-

dem muss er sich möglichst nah am Speisepunkt der Antenne befinden, Bild 1, und in die Sende-Empfangs-Umschaltung des Signalwegs einbezogen sein. Wer sich näher mit diesem Thema beschäftigen möchte, kann z. B. in [1] nachlesen. Dort wird eine interessante, aber recht anspruchsvolle Lösung mit Stichleitungen und PIN-Dioden als HF-Schalter beschrieben.

Einfacher aufgebaut ist die im Folgenden beschriebene Baugruppe, die aus dem verstärkenden, aktiven Bauelement, gefolgt von einem Dämpfungsglied und einem Bandpassfilter besteht. Hinzu kommen noch zwei Bypass-Relais, die den Verstärker beim Senden überbrücken und damit vor Zerstörung schützen.

Realisierter 2-m-Vorverstärker

Ausgehend von einer Veröffentlichung von Jim Klitzing, W6PQL, [2] der handelsübliche Leistungsrelais bezüglich des Einsatzes als HF-Schalter bis 1 kW untersucht hatte, gab es in dieser Hinsicht auch schon praktische Umsetzungen. So verwendete HA8ET solche Relais in der Bypass-Leitung eines 2-m-Vorverstärkers [3]. Ein Team aus ukrainischen Funkamateuren bei VHFDesign [4] hat diese Idee aufgegriffen und die vorgeschlagene Lösung optimiert. Deren Schaltung habe ich weitgehend übernommen, Bild 2.

Signalpfad beim Senden

Beim Senden ist der Vorverstärker stromlos und beide Relais K1 und K2 realisieren mit ihren Ruhekontakten die Bypass-Funktion. Ein wichtiger Parameter in diesem Zusammenhang ist die Einfügedämpfung, damit beim Senden nicht zu viel Verlustleistung über den Relaiskontakten abfällt und diese sich zu stark erwärmen. Die Untersuchungsergebnisse von W6PQL kann ich bestätigen. Er kam seinerzeit zu dem Schluss, dass dieser

Tabelle 1: Technische Daten des 2-m-Empfangsvorverstärkers

Frequenzbereich	144 ... 146 MHz
Verstärkung	10 dB
Rauschmaß	0,6 dB
Isolation Sende-Empfangspfad	≥ 60 dB
Belastbarkeit der Bypassleitung	≤ 1 kW
Systemimpedanz	50 Ω
Versorgungsspannung	12 ... 14 V
Stromaufnahme	≈ 200 mA
Platinenabmessungen	70 mm × 50 mm

Wert bei 144 MHz normalerweise in der Praxis kein Problem darstellt.

Ein weiterer relevanter Parameter ist die Rückflussdämpfung beim Senden. W6PQL empfahl zu deren Erhöhung eine Kompensation der induktiven Relaiskontakte mithilfe von 4,7-pF-Hochspannungskondensatoren. Wie mein Entwurf zeigte, war dies nicht erforderlich, da dieser Wert bei mindestens 30 dB lag, auch ohne die vorgeschlagene Kompensation.

Der dritte, nicht ganz so offensichtliche, aber vielleicht wichtigste Parameter ist die Übersprechdämpfung. Hier sind die preisgünstigen Leistungsrelais deutlich schlechter als kommerzielle Koaxialrelais. Bei nur 24 dB Übersprechdämpfung würden bei 750 W Sendeleistung immerhin noch 3 W an den Eingang des stromlosen, aktiven Verstärkerbauelements gelangen. Eine solche Belastung kann dieses nicht unbeschadet überstehen.

HA8ET und auch die ukrainischen Funkamateure von VHFDesign haben hier auf einen simplen Trick zurückgegriffen und einfach weitere Relaiskontakte zur Erhöhung der Isolation in Serie geschaltet. Diese Relais müssen dann nur noch die besagten 3 W sicher schalten können, daher dürfen es kleine Signalrelais sein.

Damit ist in meiner Schaltung eine Gesamt-Übersprechdämpfung von 60 dB erreicht worden und der Vorverstärker beim Senden zuverlässig geschützt.

Die von W6PQL empfohlene Methode, die Übersprechdämpfung mittels parallelgeschalteter Spulen „herauszustimmen“, funktionierte in der Praxis nicht gut. Zum einen wirkte das Ganze nur schmalbandig und außerdem koppelten die beiden Spulen über ihre Magnetfelder und bildeten dadurch einen neuen, unerwünschten Signalpfad an den Relais vorbei.

Empfangsvorverstärker

In den letzten Jahren sind unter der Bezeichnung PHEMT viele Bauelemente mit sehr guten HF-technischen Daten auf dem Markt erschienen und durch Unternehmensfusionen leider auch schnell wieder verschwunden. Die Abkürzung steht für

Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor und bezeichnet eine Bauform, die für den Einsatz bei besonders hohen Signalfrequenzen entwickelt wurde.

Zu diesen Bauelementen zählt auch der monolithische Verstärker vom Typ PGA-103 des Herstellers *Mini-Circuits*, siehe [5], [6]. Dieser MMIC ist nach wie vor bei einschlägigen Händlern verfügbar. Es handelt sich dabei um ein Bauelement, das für den Einsatz von 50 MHz bis 4 GHz konzipiert wurde. Der Hersteller gibt ein Rauschmaß von 0,5 dB und einen OIP3-Wert von 39 dBm bei 400 MHz an. Bei einer Betriebsspannung von 5 V erreicht der 1-dB-Kompressionspunkt 21 dBm.

Der Stabilitätsfaktor ist leider bei tiefen Frequenzen kleiner als eins und damit neigt ein mit diesem MMIC aufgebauter Verstärker bei bestimmten Ein- und Ausgangsimpedanzen zur Selbsterregung. Dies ist natürlich unerwünscht, besonders an einem exponierten Standort, wo ohnehin schon viel HF-Energie „in der Luft ist“ und schlimmstenfalls sogar andere Funkdienste gestört werden könnten. Glücklicherweise gibt es vom Hersteller eine *Application Note* zu diesem Thema [7], siehe auch [8]. Nach deren Umsetzung ist der Stabilitätsfaktor im sicheren Bereich. In Bild 2 bewirken dies die Bauelemente C21, R8 und L7.

Da die Verstärkung des PGA-103 im 2-m-Band mehr als 25 dB beträgt, war noch ein Dämpfungsglied im Signalweg notwendig, um die Großsignaleigenschaften

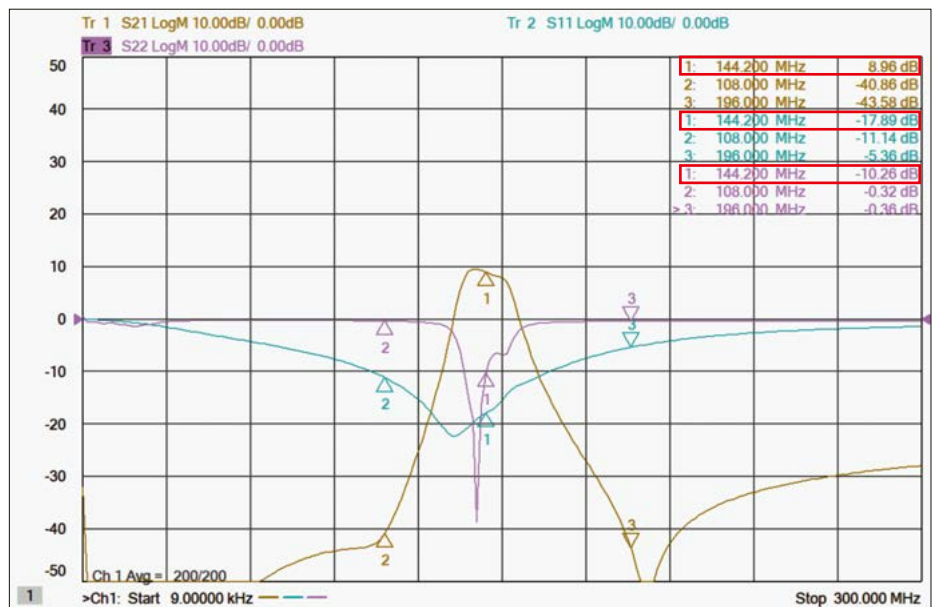


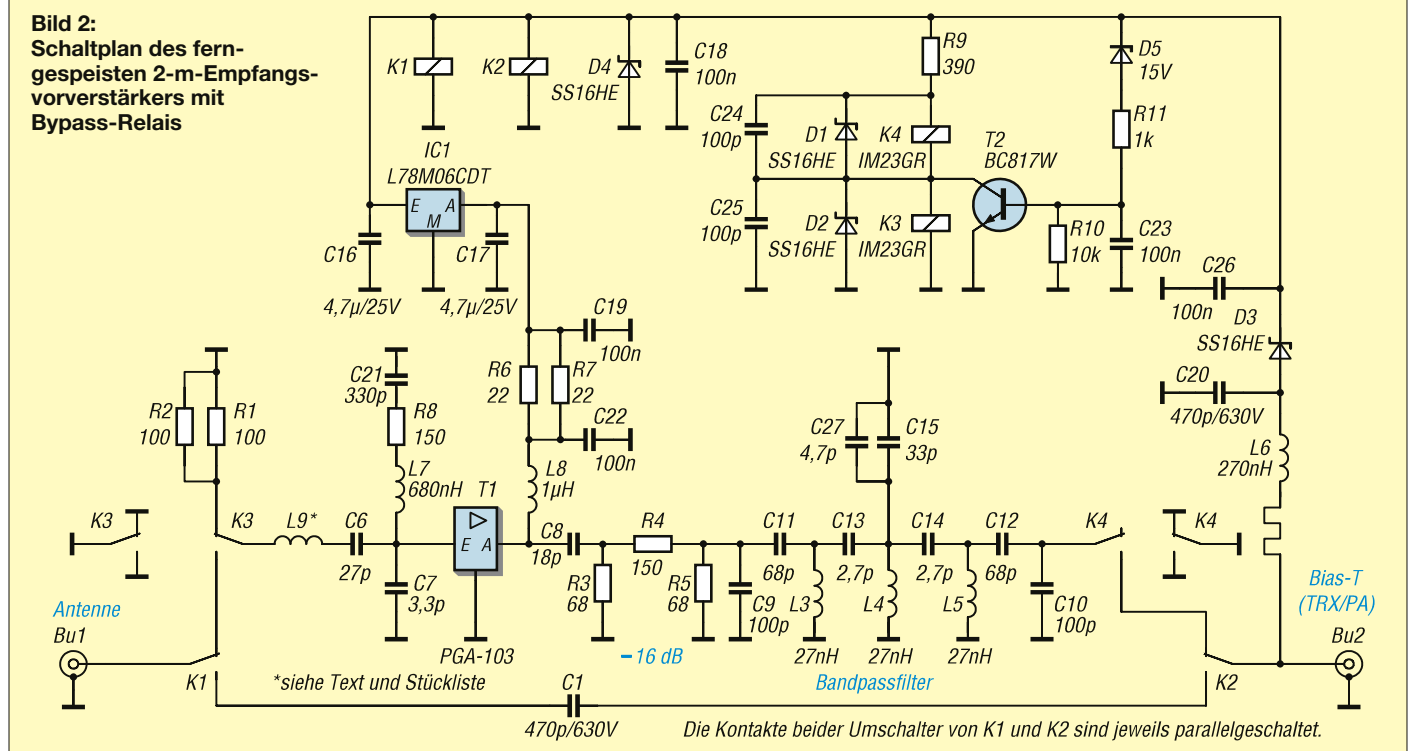
Bild 3: Gemessener Frequenzgang der Durchgangsverstärkung (braune Kurve) sowie der Eingangs- und Ausgangsreflexionsdämpfung (grüne bzw. violette Kurve) des 2-m-Vorverstärkers im Bereich von 0 MHz bis 300 MHz; die jeweiligen Markerwerte bei 144,2 MHz sind rot eingrahmt. Fotos und Screenshot: DJ5QX

des Nachsetzers nicht unnötig zu verschlechtern. Für den diesjährigen Mai-Contest hatte ich den Verstärker nach „Bauchgefühl“ mithilfe des Dämpfungsglieds auf etwa 10 dB Verstärkung eingestellt. Dies ist ein Wert, auf den auch andere Contest-Teams gekommen sind [9]. Im Signalweg folgt ein 2-m-Bandpassfilter, welches z.B. UKW-Rundfunk- und DAB-Signale vom Nachsetzer fernhält. Die diesbezügliche Schaltungs-idee stammt ebenfalls von *VHFDesign* [4]. Ich habe die dort vorgeschlagenen selbst gewi-

ckelten Spulen aus Kupferlackdraht durch fertige Ausführungen von *Coilcraft* ersetzt. Damit ist das Filter abgleichfrei. Zwischen 0 MHz und 300 MHz ergibt sich ein Frequenzgang von Verstärkung sowie Ein- und Ausgangsreflexion gemäß Bild 3.

Der Rest der Schaltung ist relativ simpel und besteht im Wesentlichen aus dem 6-V-Festspannungsregler IC1 und einer Transistorschaltung mit T2, die bei einer anliegenden Versorgungsspannung größer 15 V dafür sorgt, dass nur drei anstatt

Bild 2: Schaltplan des ferngespeisten 2-m-Empfangsvorverstärkers mit Bypass-Relais



vier Relais geschaltet werden. Damit lässt sich der Vorverstärker in einen Testmodus bringen. K3 trennt dann den Eingang von der Antenne und schließt ihn mit einem 50-Ω-Widerstand ab. In diesem Schaltzustand kann man z. B. den Empfangspfad testen oder das Rauschmaß abschätzen. Dieser Modus sollte aber nicht zu lange genutzt werden, da sich wegen der höheren Versorgungsspannung die großen Schaltrelais und der Spannungsregler stark erwärmen.

Das in Bild 2 mäanderförmig gezeichnete Bauelement in Reihe zu L6 ist ein dünner Leiterzug auf der Platine, der eine „gedruckte“ Spule bildet. Diese unterstützt die Wirkung von L6.

Im Bypass-Pfad liegt der Kondensator C1 zur Abtrennung der Gleichspannung, der die hohe Sendeleistung verkraften muss. Zu Letzterem sind nur spezielle HF-Kondensatoren in der Lage. Bei 750 W und einem SWV von $s = 1$ fließt immerhin schon ein effektiver HF-Strom von etwa 3,9 A. Früher nutzte man an dieser Stelle Porzellankondensatoren, z. B. von *American Technical Ceramics* (ATC). Alternativ gibt es inzwischen jedoch relativ preisgünstige Keramik-kondensatoren, z. B. von *Vishay/Vitramon*, die gut verfügbar sind und eine ausreichend hohe Belastbarkeit aufweisen.

Gehäuse und Aufbau

Kommerzielle und selbst gebaute Vorverstärker sind zumeist in einem speziellen



Bild 4: Der Masseanschluss der beiden N-Buchsen erfolgt mithilfe eines gefrästen Aluminiumblocks.

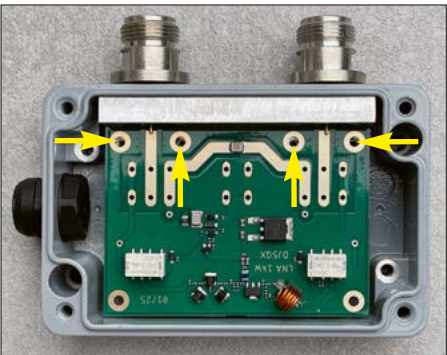
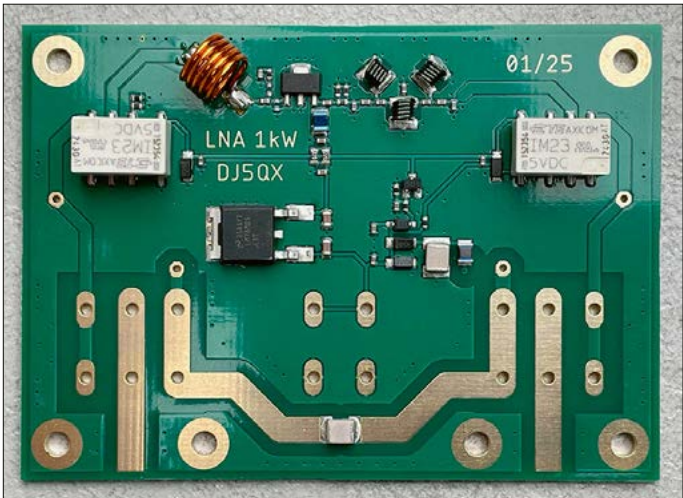


Bild 5: Die vier markierten Bohrlöcher dienen zur Befestigung der Vorverstärkerplatine auf dem Masseblock.

Bild 6: Die Platine des 2-m-Vorverstärkers hat die Abmessungen 70 mm x 50 mm; hier ist sie bereits mit den SMD-Bau-elementen bestückt.



Mastgehäuse untergebracht, das primär dem Wetterschutz dient. Im Inneren befindet sich dann oft noch ein Abschirmgehäuse aus Weißblech. Die Vorverstärker aus der Ukraine hatten seinerzeit hingegen ein gefrästes Aluminiumgehäuse, welches sehr gute HF-Schirmung bot, aber leider keinen Wetterschutz. Ich habe beide Anforderungen kombiniert und ein kostengünstiges Aluminium-Druckgussgehäuse der Schutzart IP67 verwendet. Die N-Buchsen am Ein- und Ausgang besitzen ein Einschraubgewinde und einen O-Ring zur wetterfesten Abdichtung außen am Gehäuse.

Immer wieder habe ich mir Gedanken gemacht, wie man wohl am besten den Masseanschluss der Buchsen, also deren Gehäuse, mit möglichst geringer Induktivität und stromtragfähig zur Platine bringt. Von einem HF-Gehäuse des Herstellers *Huber & Suhner* schaute ich mir die verwendete Lösung ab. Sie bestand in der Verwendung eines Stücks Aluminium-Vollmaterial mit einer gefrästen Auflagefläche für die Leiterplatte, Bilder 4 und 5. Alle Massekontakte sind hier über Schraubverbindungen realisiert. Leider konnte ich so etwas mithilfe meiner Ständerbohrmaschine nur für den Prototypen fräsen. Falls es genug nachbauwillige Funkamateure geben sollte, findet sich vielleicht jemand unter ihnen, der solch einen Aluminiumblock professionell herstellen kann.

Abschließend gab es noch die einschraubbare, wind- und wasserdichte sowie wasserdampfdurchlässige Membran aus *Gore-Tex* zum Druckausgleich im Gehäuse. Sie dient zur Belüftung der Baugruppe und zur Vermeidung von Kondenswasser. Die Leiterplatte ist doppelseitig kupferkaschiert, mit Lötstopplack versehen und auf den Pads chemisch mit Gold beschichtet, Bild 6. Die Kupferrauflage der Massefläche sorgt gleichzeitig für die Abführung der Verlustwärme der beiden

Schaltkreise. Der FA-Leserservice bietet zu diesem Projekt Platinensätze an, bestehend aus unbestückter Verstärker- und Bias-T-Platine [10]. Die Bestückungspläne sind als Ergänzung zu diesem Beitrag auf www.funkamateure.de zu finden. Beim Prototyp habe ich die Lötpaste mittels der vom Platinenhersteller mitgelieferten SMD-Schablone per Hand aufgetragen und mit der Pinzette unter einem Mikroskop die SMD-Teile aufgesetzt. Anschließend erfolgte die Lötung auf ei-

Tabelle 2: Bauelemente der 2-m-Vorverstärkerplatine	
Bezeichnung	Wert, SMD-Baugröße
R1, R2	100 Ω, 0402
R3, R5	68 Ω, 0402
R4, R8	150 Ω, 0402
R6, R7	22 Ω, 0603
R9	390 Ω, 0402
R10	10 kΩ, 0402
R11	1 kΩ, 0402
C1, C20	470 pF/630V, SMD VJ1111D, Vishay
C6	27 pF, 0402
C7	3,3 pF, 0402
C8	18 pF, 0402
C9, C10, C24	100 pF, 0402
C25	
C11, C12	68 pF, 0402
C13, C14	2,7 pF, 0402
C15	33 pF, 0402
C16, C17	4,7 μF, 25 V, 0603 Keramik-kondensator
C18, C19, C22, C23, C26	100 nF, 0402
C21	330 pF, 0402
C27	4,7 pF, 0402
L3, L4, L5	27 nH, SMD, Coilcraft
L6	270 nH, 0805
L7	680 nH, 0805 LQW2BASR68J
L8	1 μH, 0805 LQW2BAS1R0
L9	Luftspule, d = 5 mm, 5 Wdg, 0,8 mm CuL
T1	PGA-103+, SOT-89
T2	BC817W, SOT-323W
D1... D4	SS16HE, SOD-323
D5	BZX84, 15 V, SOD-323
IC1	L78M06CDT, DPAK-3
K1, K2	OMRON G2RL-1-E 12V
K3, K4	AXICOM IM23GR, 5V

ner Heizplatte und mit etwas zusätzlicher Heißluft von oben. Diese Art der Bestückung erfordert jedoch einiges an Übung und Erfahrung. Das Auflöten der Bauelemente ist ebenso gut mit dem HandlötKolben möglich. Wegen der geringen Baugröße der meisten Widerstände und Kondensatoren sollte dieser eine dünne Bleistiftspitze besitzen. Tipps zum SMD-Löten sind z. B. in [11] und [12] zu finden. In Tabelle 2 sind die Bauelemente der Vorverstärkerplatine aufgeführt. Der PGA-103 ist u. a. bei [10] erhältlich, weitere Bezugsquellen sind z. B. [13] und [14]. Dies gilt auch für die Bauelemente der Bias-T-Platine gemäß Tabelle 3.

■ Gleichstromweiche

Um den Vorverstärker zu betreiben, ist es notwendig, vom Shack aus 12 V Versorgungsspannung auf dem Innenleiter des Koaxialkabels in Richtung Antenne einzuspeisen. Diesem Zweck dient eine Gleichstromweiche, auch *Bias-T* genannt, siehe Bild 8. Diese Baugruppe ist ebenfalls in einem wasserdichten Aluminium-Druckgussgehäuse untergebracht, Bild 9.

Die Kontaktierung der N-Buchsen mit der Leiterplatte erfolgt wie beim Vorverstärker über gefräste Aluminiumblöcke. Bei den Kondensatoren C1 und C2 handelt es sich um die gleiche Ausführung wie im Bypass-Pfad des Vorverstärkers. Zusätzlich gibt es noch einen Überspannungsschutz und eine grüne LED-Statusanzeige. Damit das Ganze den Schutzgrad IP67 erreicht, wurde ein Lichtleiter oberhalb der LED in den Gehäusedeckel eingesetzt, durch eine passgenaue Bohrung geführt und verklebt. Gut geeignet dafür ist 2K-Epoxidklebstoff aus dem Modellbau.

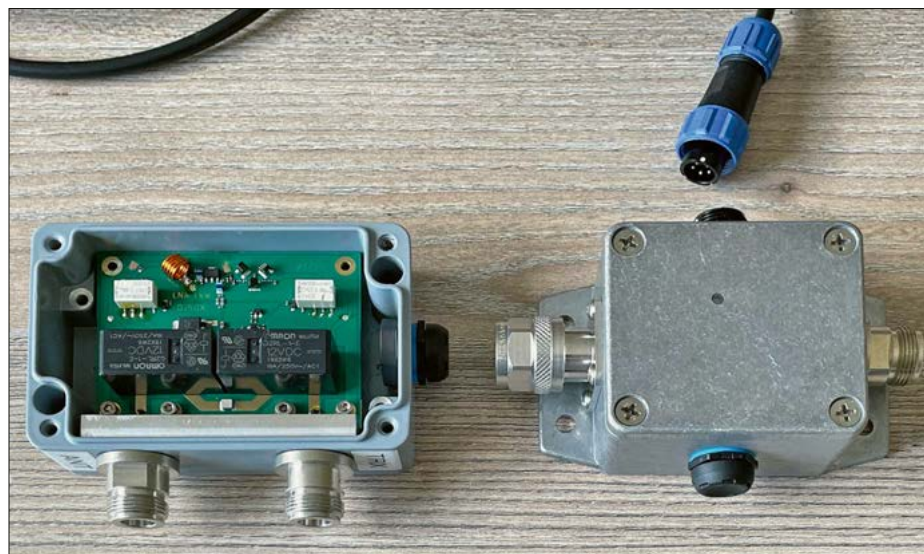


Bild 7: Verstärkerplatine im geöffneten Gehäuse, daneben die Gleichstromweiche

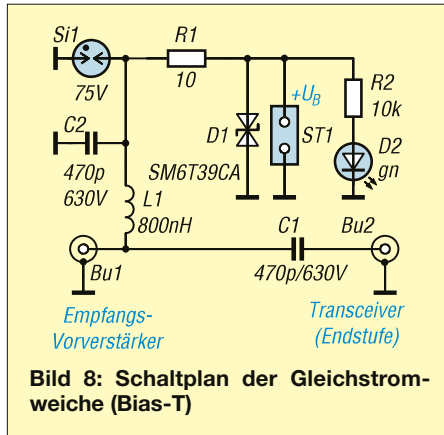


Bild 8: Schaltplan der Gleichstromweiche (Bias-T)

Die Gleichstromweiche dient lediglich der Stromversorgung und hat keine Sequenzerfunktion. Diese muss an anderer Stelle, z. B. im Transverter, realisiert werden. Die Umschaltzeiten der verwendeten Relais sind im Vergleich zu üblichen Koaxialrelais deutlich kürzer.

■ Einsatzerfahrungen

Während des schon erwähnten VHF-Mai-Contests 2025 haben wir den Verstärker erstmalig an der Station DR2L eingesetzt. Ich hatte zuvor die wichtigsten technischen Parameter einschließlich des Rausch-



Bild 9: Bestückte Bias-T-Platine im Aluminium-Druckgussgehäuse

Tabelle 3: Bauelemente der Bias-T-Platine

Bezeichnung	Wert, SMD-Baugröße
R1	10 Ω, 2010, Dickfilmwiderstand, 10RF-Surge
R2	10 kΩ, 0402
C1, C2	470 pF/630V, SMD VJ1111D, Vishay
D1	SM6T39CA, DO-214AA TVS-Diode, bidirektional
D2	LED, grün, SMD
L1	Luftspule, d = 8 mm, 14 Wdg. 0,67 mm CuL
Si1	4532-075-LF, 75 V, 4kA, Gas-Plasma-Ableiter
ST1	Stiftleiste, zweipolig

maßes messtechnisch überprüft. Allerdings hatte der Vorverstärker bis dahin aus zeitlichen Gründen noch nie Sendeleistung „gesehen“. Daher wurde der erste Test mit großer Spannung erwartet.

Letztendlich hat alles gut geklappt. Einige hundert Funkverbindungen später und nach etwa 5000 Sende-Empfangs-Umschaltungen bei einer Sendeleistung von 750 W im Contestbetrieb gab es keine Auffälligkeiten oder gar Ausfälle. Bei schwachen Signalen jenseits der 800-km-Entfernungsmarke ist eine Verbesserung der Signalqualität deutlich spürbar, und so hat der Vorverstärker das eine oder andere QSO gerettet. *dj5qx@t-online.de*

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Bosse, F., DH7FB: VHF-/UHF-Empfangsvorverstärker – altes Thema, neue Wege. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 5, S. 562–566
- [2] Klitzing, J., W6PQL: Using Inexpensive Relays. https://w6pql.com/using_inexpensive_relays.htm
- [3] Nagy, G., HA8ET: EXTRA-2, 144 MHz Contest Preamplifier. <http://ha8et.hu/PDF/EXTRA-2%20144%20MHz%20Contest%20Preamplifier.pdf>
- [4] <https://vhfdesign.com/category/lnas>
- [5] www.minicircuits.com/pdfs/PGA-103+.pdf
- [6] FA-Bauelementeinformation: PGA-103/PGA-105: Monolithische Verstärker (MMIC). FUNKAMATEUR 63 (2014) H. 10, S. 1085–1086
- [7] Minicircuits: Technical Note, Stabilizing Network, Model: PGA-103+, AN-60-064. www.minicircuits.com/app/AN60-064.pdf
- [8] Richter, U., DC8RI: Stabilität des PGA-103 unter 100 MHz. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 10, S. 1089
- [9] Conteststation IQ5NN: www.italiancontestclub.it/wp-content/uploads/2022/02/ICC-Night-Live-IQ5NN-Come-costruire-una-staz-da-contest_FI_NAL1.pdf
- [10] FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72 bzw. www.funkamateur.de → Online-Shop → Platinsatz: PLS-1025, MMIC: PGA-103+
- [11] Graubner, N., DL1SNG: Manuelles Löten und Entlöten in der Elektronik. FUNKAMATEUR 63 (2014) H. 1, S. 44–45; H. 2, S. 166–167; H. 3, S. 274–275; H. 4, S. 390–391; H. 5, S. 504–505; H. 6, S. 630–632
- [12] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871
- [13] Mouser Electronics: <http://de.mouser.com>
- [14] Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG: www.reichelt.de

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV
Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid
E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ 75 Jahre DARC – der AATiS auf der Geburtstagsfeier

Am 30.8. feierte der DARC seinen 75. Geburtstag. Gegründet am 10.9.1950, wollte man nach nunmehr 75 Jahren mit einem Rückblick und einem Ausblick dieses Jubiläum begehen. Als Lokalität wurden die Stadthalle und der davor liegende Marktplatz in Baunatal gewählt. Dort sollte ein Event mit Vortragsprogramm, Flohmarkt und Messeständen von DARC-Referaten, Händlern und Amateurfunkvereinen stattfinden.

Selbstverständlich folgte der AATiS dieser Einladung und beteiligte sich mit einem Präsentationsstand für Bausätze und Medien, einem gut besuchten Aktionsstand für die Jugendarbeit und einem Vortrag *Contest im Terahertzbereich* an der Feier. Im Foyer der Stadthalle waren zwei *Photonic*-Kommunikatoren aufgebaut, und so konnten die Zuhörer nach dem Vortrag ihre ersten Funkverbindungen auf 479 THz führen, was von vielen genutzt wurde.



Mathias, DJ9MD, und Henning, DO1HKU, in Baunatal am AATiS-Stand
Foto: DJ9PH

Das Wetter spielte mit und so konnten etliche Jugendliche ihre ersten Erfahrungen beim Löten sammeln und einen selbstgebaute Bausatz mit nach Hause nehmen.

Die abendliche Feier darf man mit gutem Gewissen als außerordentlich gut gelungen bezeichnen. Zu Beginn der Abendveranstaltung freuten wir uns über Grußworte, u. a. von unserem Bundespräsidenten und dem Bürgermeister Baunatals. Nach dem Menü führte uns Christian Entfellner zusammen mit Zeitzeugen durch die vergangenen 75 Jahre des Amateurfunks in Deutschland.

Tnx Info Harald Gerlach, DL2SAX

■ Hightech-Spende für junge Tüftler an der Schulstation DK0LG

Die Begeisterung war riesig, als die Amateurfunk-Arbeitsgemeinschaft des Liborius-Gym-



nasiums Dessau mit der Schulstation DK0LG zwei neue 3D-Drucker samt umfangreichem Zubehör erhielt. Gespendet wurden diese vom Unternehmen Comprise IT Systeme GmbH aus Zerbst, so berichtet auf: <https://libo-schulstation.blogspot.com>



Große Freude über die Spende bei den AG-Teilnehmern

Mit den Modellen *da Vinci Junior 1* und *da Vinci Junior Pro* sowie einer großen Auswahl an Filamenten und Druckmatten konnte die AG direkt durchstarten. Bereits in der ersten Sitzung nach dem Eintreffen der Geräte wurden erste Projekte in Angriff genommen – mit echtem Praxisbezug.

Ein zentrales Ziel der Arbeitsgemeinschaft ist die Vorbereitung und Durchführung von Stratosphärenballon-Missionen. Diese sollen künftig zusätzlich durch Solarenergie unterstützt werden. Zum Einsatz kommt dabei die von



AS825 ohne Raspberry Pi auf der Waage

Fotos: DM4JH

Jens Home, DM4JH, entwickelte Amateurfunk-Nutzlast *Phoenix* (AATiS-Bausatz AS825), ein ultraleichter Ballontracker, der eine Masse von nur 5 g besitzt und mit optionalen Solarzellen ausgestattet ist.

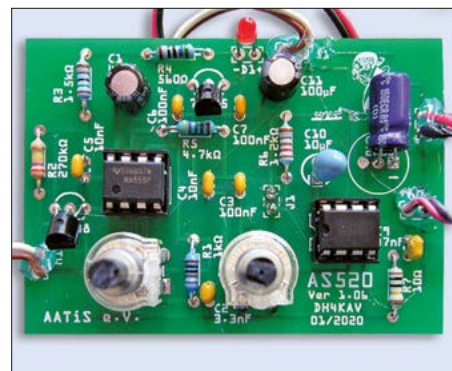
Phoenix sendet Daten wie Position, Höhe, Temperatur und Bordspannung über die Amateurfunkbänder 20 m, 17 m, 15 m, 12 m oder 10 m im Modus 4FSK/WSPR. An einem Folienballon, einem sogenannten *Floater*, kann er wochenlang in rund 12 km Höhe schweben und die Erde umrunden.

Dazu entwarfen die Schüler in kurzer Zeit maßgeschneiderte, leichte Halterungen für die empfindlichen Solarzellen sowie eine Starthilfe, die anschließend auf den 3D-Druckern gefertigt wurden. Die 3D-Druckdateien werden auf der AATiS-Website unter *Bausätze* → *Tipps zu den Bausätzen* zum Download zur Verfügung gestellt.

Tnx Info Jens Home, DM4JH

■ Praxisheft 36 – Call for Papers!

Das letzte Quartal des Jahres 2025 hat begonnen. Die Praxisheft-Redaktion läuft sich schon für die 36. Ausgabe warm. Bis zum nächsten Bundeskongress vom 6. bis 8.3.2026 soll wieder ein Heft voller MINT-Ideen erscheinen. Da der AATiS sich selbst als „Verein für Mitmacher“ beschreibt, haben unsere ehrenamtlichen Autoren es bisher jedes Jahr geschafft, ein gut gefülltes Praxisheft herauszubringen.



AS520 (abgekündigt) als Beispiel für einen „Aufsteiger“-Bausatz
Foto: DH4KAV

Die Themen Amateurfunk und Telekommunikation werden satzungsgemäß immer vertreten sein, aber das breite berufliche und private Interessensspektrum unserer Mitglieder bringt immer wieder Ideen ein, die über den Tellerrand des Amateurfunks auch in andere MINT-Bereiche blicken. Wichtig sind Praxisbezug und Umsetzbarkeit. Bei Baubeschreibungen und Bausätzen sollte auf sicheren Nachbau und einfach zu beschaffende Bauteile geachtet werden.

Aktuell fehlen Bausätze im mittleren Schwierigkeitsgrad für „Aufsteiger“. Wer sich als Autor und/oder Bausatzentwickler berufen fühlt, sende seine Ideen bis Ende des Jahres an praxisheft@aatis.de. Wer noch nicht weiß, wie er oder sie es zu Papier bringen oder umsetzen soll, kann zunächst eine Kurzbeschreibung schicken. Gerne unterstützen wir bei der Umsetzung.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ President Randy III Plus

Zwar weniger ausgeprägt als beim Amateurfunk, bemühen sich auch einige Hersteller von CB-Funkgeräten um die Einführung neuer Funktionen zur Unterstützung eines komfortablen Funkbetriebs. Zu diesen zählt der französische Anbieter President, dessen Transceiver hierzulande vom deutschen CB-Funk-Pionier Stabo vertrieben werden. Neben neuen Modellen bringt President überarbeitete Versionen bewährter Geräte mit zusätzlichen Funktionen heraus. Ein aktuelles Beispiel ist der Mini-Mobiltransceiver President *Bill II Plus*, der Thema dieser Rubrik in FA 9/2025 war. Überraschend ist nun auch die neue Version eines Handfunkgerätes des Herstellers erhältlich: Das *Randy III Plus* für Sprechfunkbetrieb mit 4 W auf 40 AM- und bis zu 80 FM-Kanälen.



Mit dem Modell Randy III Plus stellt President Electronics eine neue Version seines erfolgreichen CB-Handfunkgeräts vor.

Werkfotos

Das Gerät hat die Abmessungen 152 mm × 66 mm × 37 mm (H × B × T) bei einer Masse von 305 g ohne Antenne. Wie schon beim Vorgänger, erinnert die robuste Ausführung von Gehäuse und Bedienelementen an einen Transceiver für Amateurfunk. Geblieben ist zudem das Konzept des Herstellers, dieses Hand-



Zum Lieferumfang gehört wieder ein solcher Mobiladapter zur Stromversorgung über das 12-V-Kfz-Bordnetz. Der Adapter wird unten an das Gerät gesteckt und dort verriegelt. Über ein ebenfalls integriertes Koaxialkabel mit SO239-Buchse lässt sich zudem eine Fahrzeug- oder Dachantenne anschließen.

funkgerät mithilfe des umfassenden mitgelieferten Zubehörs auch als Mobiltransceiver verwenden zu können. Standard sind eine Gummiwendelantenne für die BNC-Antennenbuchse des *Randy III Plus*, der Lithium-Ionen-Akkumulator (7,4 V, 1800 mAh), das 230-V-Ladegerät, ein auf der Geräterückseite anschraubbarer Gürtelclip sowie die Handschlaufe. Außerdem liegen eine Ersatzsicherung für das 12-V-Stromversorgungskabel und eine leicht überarbeitete sowie ergänzte deutschsprachige Bedienungsanleitung bei.



Optional bietet President als Zubehör ein solches Lautsprechermikrofon an, das per Doppelstecker angeschlossen wird. Dieses ist nicht nur bei Wanderungen hilfreich, wenn das *Randy III Plus* während des Funkbetriebs in der Tasche bleiben kann, sondern auch bei Verwendung als Mobilgerät im Fahrzeug oder beim stationären Einsatz.

Eine willkommene Besonderheit ist der wie schon beim Vorgänger mitgelieferte Mobiladapter, der unten an das Funkgerät gesteckt wird und dort einrastet. Von dort führt ein Stromversorgungskabel mit Stecker zur 12-V-Bordnetz-Steckdose („Zigarettenanzünder“) im Frontbereich des Kfz. Am zweiten Kabel des Mobiladapters lässt sich über dessen Kupplung das Antennenkabel von einer Mobilantenne mit dem *Randy III Plus* verbinden. Achtung: Der Hersteller weist darauf hin, dass bei Verwendung dieses Antennenanschlusses die BNC-Aufsteckantenne entfernt werden muss. Schließt man nun noch ein als Zubehör erhältliches Handmikrofon über die mittels einer Gummiabdeckung geschützte seitliche Doppel-Klinkenbuchse (Kenwood-Standard) an, steht der Verwendung als Mobilgerät nichts mehr im Wege. Eine Mikrofonhalterung liegt dem Funkgerät bereits bei.

Ein neues Ausstattungsdetail der *Plus*-Version des *Randy III* ist die Funktion NRC (Noise Reduction Circuit) zur Unterdrückung von Störgeräuschen beim Empfang und/oder beim Senden. Die Intensität dieses digitalen Sprachfilters ist jeweils fünfstufig wählbar, um Störungen des Nutzsignals beim Empfang bzw. die Übertragung von Umgebungsgeräuschen beim Senden zu reduzieren. NRC ergänzt beim *Randy III Plus* die weiterhin aktivierbaren Mittel zur Empfangsverbesserung, wie Störaustaster (NB) und Rauschreduzierung (Hi Cut).

Eine weitere Neuerung sind die jetzt zusätzlich schaltbaren fünf sogenannten *President*-Kanäle P1 bis P5. Hierfür hat der Hersteller fünf FM-Kanäle inklusive fest vergebene CTCSS/DCS-Codes in separaten Speicher-

Für die interne Stromversorgung ist ein solcher Lithium-Ionen-Akkumulator (7,4 V/1800 mAh) zuständig.



Zum Laden des Akkumulators dient dieser steckbare Ladeadapter, der ebenso wie ein 230-V-Steckernetzteil (nicht im Bild) im Lieferumfang enthalten ist. Aufladen über eine USB-C-Buchse ist beim überarbeiteten *Randy III* nicht vorgesehen.



kanälen abgelegt, was den Sprechfunkverkehr zwischen Gruppen erleichtern soll. Diese können die vorkonfigurierten Kanäle ohne weitere Einstellungen verwenden. Darüber hinaus bietet das *Randy III Plus* die komplette Ausstattung eines modernen CB-Funkgerätes. Dazu gehören manuelle und automatische Rauschsperr, jedem Kanal individuell zuweisbare CTCSS/DCS-Codes, einstellbare VOX für sprachgesteuerten Funkbetrieb, Roger-Piep, Kanalschlauch inklusive Ausblendspeicher, zwei programmierbare Anrufkanäle, Zweikanalüberwachung, Stromsparschaltung und Monitortaste. Das Gerät ist wie der Vorgänger für rund 190 € im Funkfachhandel erhältlich.

CB-Kalender

täglich	Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgieunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
27. 9.	Berg-DX 22 bis 00 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0300-2200	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0400-0425	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0400-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0425-0430	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0430-0625	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0500-0657	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0558-1600	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0600-0625	Radio Rumänien International – 9700
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0700	RNI Goldtausch – 6070 (Sa; D-r)
0600-2100	Radio Gloria – 6140 (Testsendungen via Radio Onda; LUX)
0600-0615	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
0625-0630	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0630-0900	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0800; D-o)
0658-2200	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0720-0730	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0800-0900	RNI Goldtausch – 6070 (So; D-r)
0800-0900	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0800-0930	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0800-1000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0800-1000	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0800-2000	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2100)
0830-0930	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
0900-1000	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
0900-1000	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
0900-1000	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1027	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1000-1100	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio Joystick – 11 805 (1. So/Monat; GB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1000-1100	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig; D-h)
1000-1500	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1015-1030	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
1030-1100	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1100-1200	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1100-1200	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (D-n; 2. So/Monat)
1100-1200	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1100-1300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 0930-1230)
1125-1225	Stimme von Türkiye – 15 350
1200-1227	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1330	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1200-1400	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1230-1300	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1300-1700	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1730; D-o via HCJB)
1330-1357	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1400-1415	Radio Vatikan – 6140 (via Radio Gloria; LUX)
1400-1455	Radio Rumänien International – 11 880
1500-1600	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1620	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1600-1700	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1600-1700	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1600-1757	Radio China International – 9535, 11 725 (Musikprogramm)
1600-1900	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1600-2200	Radio Sylvia – 3955 (-1800), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1630-1700	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1658-2400	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1700-1727	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1700-1730	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1700-1800	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1730-1755	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1725-1825	Stimme von Türkiye – 9840
1755-1800	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1800-1855	Radio Rumänien International – 11 750 (zzt. inaktiv)
1800-1855	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1800-1900	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1800-1900	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1800-1900	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat und folgenden Fr; D-r)
1800-1900	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1800-1957	Radio China International – 11 650, 13 810 (Musikprogramm)
1800-2000	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1805-1835	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1835-2000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1800-; D-o)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 9425, 12 015
1900-2000	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2000-2100	SM Radio Dessau – 1476 (So ab 5. 10.; Bad Ischl)
2100-2200	C. M. Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2100-2200	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 2000-; D-o via HCJB)
2100-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregel- mäßig, dt., engl., franz.; D-ws)
1800-1855	Radio Rumänien International – 9570


* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

**Viele Stationen strahlen ihre Programme über
Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des
Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie
folgt gekennzeichnet:**

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein,
-k Kall/Eifel, -n Nauen,
-o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg,
-r Rohrbach, -w Winsen/Aller,
-ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fett**druck
wiedergegeben. **Hans Weber**

Manche Kurzwellenstationen sind bei BC-DXern dafür bekannt, dass diese wegen technischer Probleme monate- oder gar jahrelang nicht mehr aktiv sind und dann den Sendebetrieb doch wieder aufnehmen. *Radio Congo* mit seinem Inlandsprogramm auf 6115 kHz im 49-m-Band ist ein Beispiel hierfür; siehe diese Rubrik in FA 9/2025.



Hören: Harald Kahl

Wir möchten Ihnen für Ihren Empfangsbericht danken. Wir haben ihn geprüft und bestätigen hiermit durch diese QSL-Karte

Radio HCJB Germany, Weenermoor		
Date	TimeUTC	Frequency
20.04.25	17.00	5.920

Foto: Dietmar Steigjen

Ich bin der Weg und die Wahrheit und das Leben;
niemand kommt zum Vater als nur durch mich! (Joh. 14,6)

feierlichen Wiederinbetriebnahmen der vergangenen Jahre ließ sich ein VON-Offizieller sogar zu der Aussage hinreißen, man würde künftig auch wieder ein deutschsprachiges Programm auf Kurzwelle senden. Daraus wurde bislang nichts.



Arctic 252
LONG WAVE RADIO

The return of Long Wave radio! This is Arctic 252

We begin where others have ended, longwave lives on

Bergen Kringkaster
sendet aus Norwegen
jetzt zusätzlich auf
der Mittelwelle
1575 kHz und
ergänzt damit die
Ausstrahlungen
auf 1314 kHz
sowie 5895 kHz.



Normalbereich
Hochfrequenz-Verstärker
Trommel-Mikrofon
Musikwiedergabe
Mittelwelle
Klapphalter
Mikrofonbuchse

50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 MHz

BRAUN

How to Listen

In the UK, you can listen to Radio 4 on BBC Sounds and through the following frequencies and channels:

- FM: 92.5–96.1 MHz, 103.5–104.9 MHz
- LW: 198 kHz
- DAB: 12B
- Freesat: 704
- Freeview: 704
- Sky: 0104
- Virgin Media: 904

Die britischen Langwellensender auf 198 kHz bleiben gemäß neuesten Informationen bis 26. 9. 2026 in Betrieb. Auf der Frequenz strahlt die BBC weiterhin ihr Programm *Radio 4* aus.

Screenshots und QSLs: DL1AX

reicht haben, und es gab viele Höhen und Tiefen auf dem Weg dorthin, aber jetzt sind wir da. Bei Empfangsversuchen in Mitteleuropa ist zu beachten, dass hier zumeist das Signal vom algerischen Langwellensender auf gleicher Frequenz dominiert.

Aus Norwegen ist seit 22. 8. das Programm von *Radio Northern Star* zusätzlich zur Kurz- welle 5895 kHz auch auf der Mittelwelle 1575 kHz zu hören. Vom gleichen Sender- standort Erdal kommt auf 1314 kHz das Pro- gramm von *Bergen Kringkaster*. Auf Mittel- welle 1575 kHz ist auch das Musikprogramm von *Coast FM* aus Irland hörbar, sodass Ver- wechslungsgefahr besteht. Eine Rahmen- antenne hilft dabei, die beiden Programme beim DX-Empfang zu trennen.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.

 Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => **kostenlos:**
ADDX-Info-Paket anfordern:
www.addx.de/info.php

Ausbreitung Oktober 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH

nám. 9. května 142

CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Nach der für die Kurzwellenausbreitung sehr unbefriedigenden Entwicklung im Frühjahr dieses Jahres könnte für die Sonnenaktivität des laufenden Elfjahreszyklus noch ein positives Fazit folgen. Wenn auch nicht zu erwarten ist, dass die höchste geglättete Sonnenfleckenzahl im letzten Jahr von 160,8 zu über treffen ist, bestehen berechnete Hoffnungen für häufigere Überschreitungen der Marke von 200 s.f.u. der täglich gemessenen Werte des solaren Fluxindex bei einer Wellenlänge von 10,7 cm.

Folgende Vorhersagen für die Sonnenfleckenzahlen R gelten für Oktober 2025: NOAA/SWPC 135,5; SIDC (WDC-SILSO) 112 (klassische Methode und 122 (kombinierte Metho-

de), BOM SWS (Australien) 106,4. Für unsere Berechnungen der Diagramme verwenden wir $R = 110$.

Die Entwicklung der Sonnenaktivität in der ersten Augushälfte bestärkte zunächst unsere Hoffnungen auf anhaltend gute Ausbreitungsbedingungen, denn es war die Fortsetzung des Julitrends. Aber in der Mitte des Monats gab es einen scharfen Abfall der Sonnenaktivität. Trotzdem hat das die Optimisten unter uns nicht aus der Ruhe gebracht. Es gab genug Interessantes zu beobachten was auf der Rückseite der Sonne passierte, speziell nahe des östlichen Sonnenrandes.

Dazu gehörten auch die Plasmaausbrüche hinter der Sonnenscheibe. Nachdem die Quellen für die Flares in mehreren Sonnenfleckengruppen gefunden wurden, stieg der solare Flux auf über 200 s.f.u. und blieb so hoch für sieben Tage, nämlich vom 26. August bis 1. September. Das reichte aber nicht für ein weiteres Monatsmittel von über 200 s.f.u., das den Anfang eines zweiten Maximums hätte bedeuten können. Das geomagnetische Feld blieb ruhig bis zum 1. September, als Plasmawolken von starken Störungen des Erdmagnetfeldes führten. Die Ursache

dafür war ein lang andauernder Flare am 30. August.

Wenn sich die Annahme der erhöhten Sonnenaktivität bestätigt, werden wir uns über häufigere, überdurchschnittliche Ausbreitungsbedingungen im Oktober freuen können. Das betrifft nicht nur alle oberen Kurzwellenbänder sondern auch das magische 6-m-Band mit mehr als nur einer DX-Öffnung – vielleicht zum letzten Mal im gegenwärtigen 25. Elfjahreszyklus.

Beobachtungen und Messungen im August lieferten folgende Monatsmittelwerte: SIDC $R_1 = 13,6$, DRAO SF = 158,3 und der geomagnetische Aktivitätsindex von Wingst $A = 12,5$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für Februar diesen Jahres beträgt $R_{12} = 139,9$.

Legende zu den Diagrammen

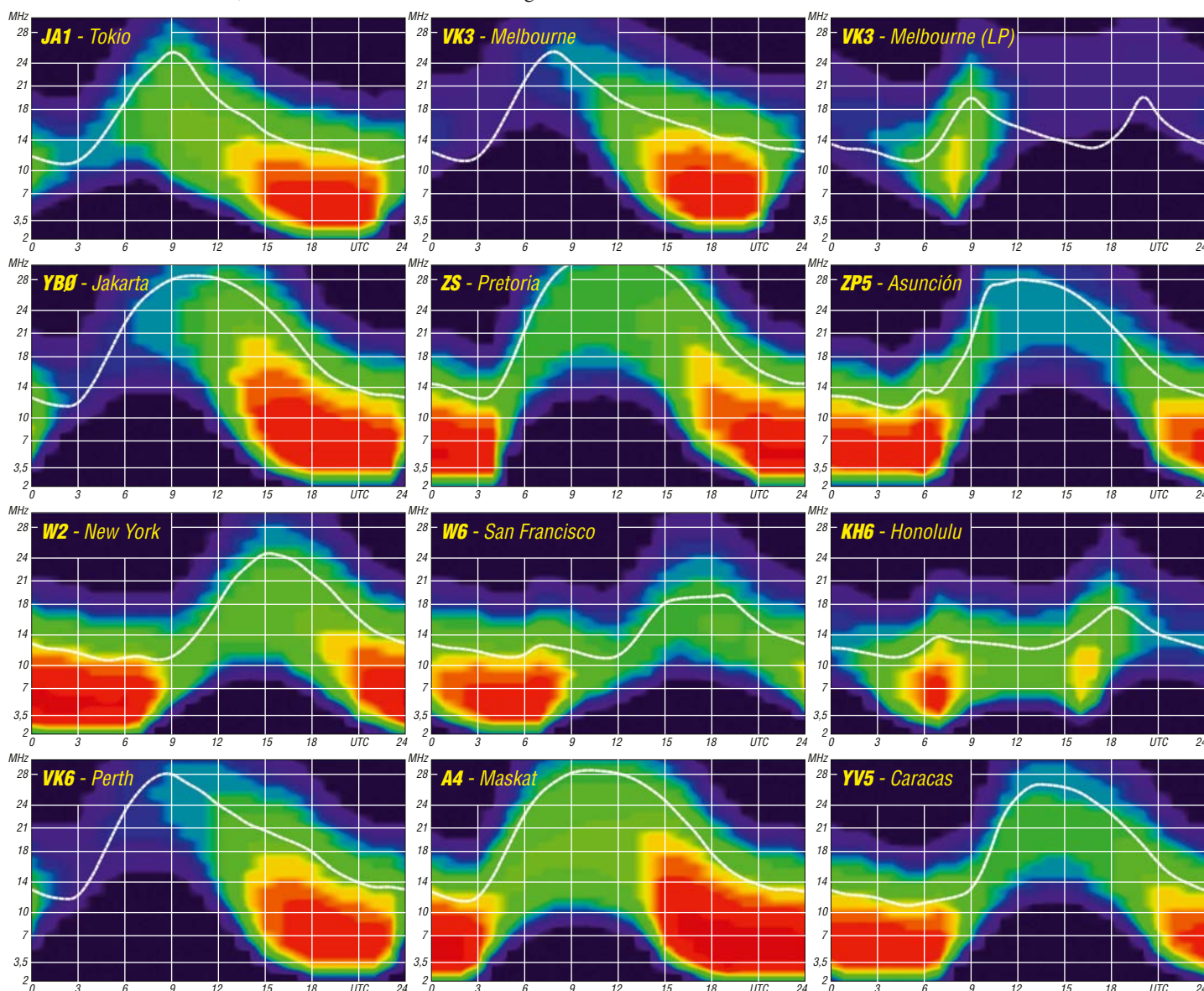
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC
 Försterweg 8, 09437 Börnichen
 E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ GMA

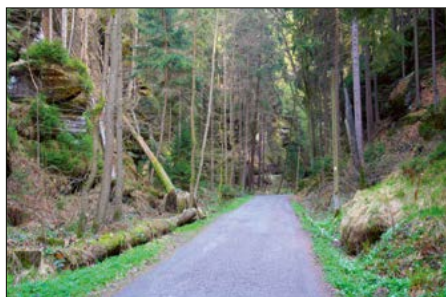
Die GMA-Startseite wurde von Mario, DL4MFM, komplett neu gestaltet. Hier kann man unter neun Sprachen auswählen, sowie Spielarten

des Outdoor-Funkens unter dem GMA-Dach finden, zu denen weitere Informationen aufgeführt sind. Nach dem Login gelangt man dann wieder auf die altgewohnten Seiten. Hoffen wir, dass die neue Aufmachung weitere neue interessierte Teilnehmer motiviert.

Die nächsten GMA-Termine sind der 4. und 5. 10. mit dem S2S-Wochenende, dem letzten in diesem Jahr. Zeitgleich findet ja auch das 21. Treffen Amateurfunk Erzgebirge statt, zu dem sicher wieder einige Berge im Mittel-erzgebirge aktiviert werden. Am 5. 10. dürfte das speziell den Schellenberg (DA/SX-063) betreffen. Das auf dem Berg befindliche Schloss Augustsburg hat außerdem noch Referenznummern für andere Programme: DL-01286 für WCA und SAX-180 für COTA.

■ SBW

Tom, DL1DVE, hat in der Sächsischen Zeitung vom 30.8. die Information gefunden, dass für das kommende halbe Jahr verschiedene Einschränkungen beim Parken und Wandern in der Sächsischen Schweiz in Kraft treten werden. So ist ab 1.9. der Parkplatz an der Neumannmühle gesperrt. Der hier beginnende Weg in den Großen Zschand kann dann



Großer Zschand zwischen Neumannmühle und Zeughaus

Foto: Dietmar Schubert; Lizenz: CC BY 3.0

nicht mehr bewandert werden. Die für das Gebiet geplanten Arbeiten sind aber auch von Vorteil für Bergfunker. Das von der Neumannmühle bis zum Zeughaus zu verlegende Glasfaserkabel wird die Netzabdeckung im großen Zschand am Zeughaus hoffentlich verbessern, sodass Aktivierungsmeldungen schneller ge-

sendet werden können. Weiter schreibt die SZ, dass Neumann- und Buschmühle weiter geöffnet bleiben und dass zur Anreise der ÖPNV genutzt werden sollte. Auch die öffentliche Toilette an der Neumannmühle ist weiter zu Fuß erreichbar. Zur Erhöhung der Sicherheit wird ebenfalls der Bau einer Trockensteigleitung für den Fall eines Waldbrandes parallel zum Wanderweg von der Kirnitzsch aus beitragen. Von weiteren Sperrungen bis zum Jahresende ist der Wehlener Grund betroffen. Die Nationalpark- und Forstverwaltung bittet für diese Maßnahmen um Verständnis.

■ SOTA-News

7P: Eine SOTA-Assoziation im Königreich Lesotho befindet sich im Aufbau und ist seit 1.9. aktiv. Den Posten als Manager hat Sid Tyler, 7P8ST, übernommen. Für uns als Aktivierer nicht unbedingt sofort ein Reiseziel, aber für die Jäger sicher eine interessante Herausforderung. Weitere Information zu den geplanten Regionen oder Gipfeln gibt es derzeit noch nicht. Das Land liegt auf seiner gesamten Fläche über 1000 m hoch, höchster Punkt des Landes und des gesamten südlichen Teils Afrikas ist der *Thabana Ntlenyana* mit 3482 m. Der tiefste Punkt des Landes liegt am Zusammenfluss des *Oranje* (in Lesotho *Senqu* genannt) und des *Makhaleng* auf etwa 1390 m über dem Meeresspiegel. **Quelle: Wikipedia**

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW
 Angerburger Allee 55, 14055 Berlin
 E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Morsen lernen – drei mögliche Wege zum Ziel

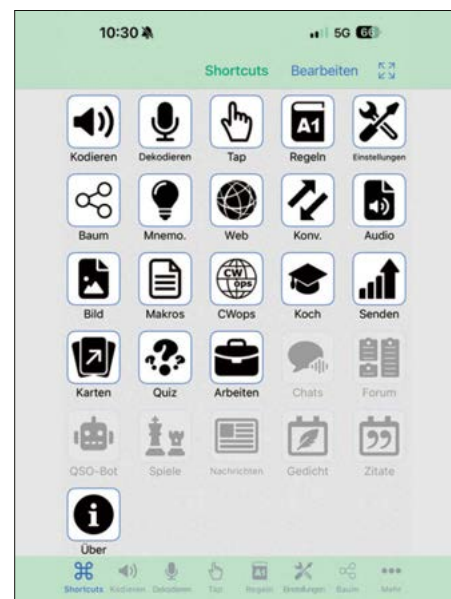
Um eine Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst zu erlangen, müssen Kenntnisse und Fertigkeiten der Morsetelegrafie schon seit vielen Jahren nicht mehr nachgewiesen werden. Findet der Funkbetrieb vorrangig in Sprechfunk oder in digitalen Modi statt, dann funktioniert das in aller Regel auch ohne diese Kenntnisse recht gut. Wenn allerdings eine in Telegrafie ausgesendete Relais- oder Bakenkennung eindeutig identifiziert werden soll, dann sind, zumindest für diesen Zweck, rudimentäre Kenntnisse der Morsezeichen durchaus hilfreich.

Unabhängig davon erfreut sich die angeblich aus der Mode gekommene Sendart Telegrafie weiterhin einer großen Anhängerschaft. Bei Outdoor-Aktivitäten, die häufig auch mit einfachen QRP-Geräten durchgeführt werden, sind QSOs in Telegrafie keine Seltenheit. Funkwettbewerbe an den Wochenenden füllen darüber hinaus die unter der Woche mitunter recht tot erscheinenden CW-Bereiche. Mit dem sonst vorherrschenden eher ruhigen Betriebstempo ist es dann vorbei. Stationen mit hoher Gebegeschwindigkeit beherrschen in dieser Zeit die Bänder.

Wie lassen sich Morsekenntnisse erwerben? Morselehrgänge werden zwar nach wie vor angeboten, allerdings nicht unbedingt in jedem Ortsverband. Das Selbststudium ist eine mögliche Alternative. Dafür lassen sich beispielsweise die von Gerhard Müller, DJ1KN, erstellten Lektionen nutzen. Der Anfängerkurs umfasst 20 davon. Jede einzelne Lektion lässt sich unter [1] direkt per Internetbrowser anhören oder kann als Audiodatei im MP3-Format heruntergeladen werden. Um vorhandene Kenntnisse aufzufrischen oder das Tempo zu steigern, sind weitere 20 Lektionen für Fortgeschrittene vorgesehen.

Wer variable Übungstexte bevorzugt, kann auf Lösungen in Form von Apps für Smartphone oder Tablet zurückgreifen. Sie sind in den App-Stores der jeweiligen Betriebssysteme zu finden. In einigen Fällen verfügen bereits die kostenfreien Versionen über ausreichend Einstellmöglichkeiten, um die Übungen an die eigenen Wünsche anpassen zu können. Unter iOS gibt es beispielsweise die App *Morse-it* [2].

Eine im Internetbrowser nutzbare Möglichkeit ist auf der Website *LCWO – Lern CW Online* zu finden. Fabian Kurz, DJ5CW, stellt unter [3] für die Freunde der Morsetelegrafie ein umfangreiches Angebot an Lern- und Trainingsmöglichkeiten zur Verfügung. Zeichengeschwindigkeit und Pausen sind flexibel einstellbar. Texte lassen sich unkompliziert in Morsezeichen konvertieren. Komfortable Up- und Download-Funktionen gestatten es, ganz auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnittene Übungen zu erstellen, die entweder direkt



Menü der iOS-App *Morse-it*

Screenshot: DL7UAW

wiedergegeben oder als MP3-Datei für die spätere Offline-Nutzung heruntergeladen werden können.

Unter [4] und [5] sind weiterführende Informationen rund um die Morsetelegrafie zu finden.

URLs

- [1] <https://dj1kn.darf.de>
- [2] <https://pacolabs.com/iOS/MorseIt>
- [3] <https://lcwo.net>
- [4] www.qsl.net/df2ok/afu01a.htm
- [5] <https://wiki.ovsv.at/wiki/CW-Lernen>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 5. 8. bis 2. 9. 2025

■ Condx

Der August begann mit einer recht ruhigen Phase der Sonnenaktivität. Bis zum 8. des Monats war das Erdmagnetfeld bei sehr guten Ausbreitungsbedingungen von Ruhe geprägt. Pünktlich zum WAE-DX-Contest erreichten uns die Auswirkungen eines CME und die Bedingungen rutschten in den Keller. Bei K-Werten um 6 erinnerten uns die Bänder an die Zustände am 1. Juni dieses Jahres. Erst gegen Ende des WAE wurde es etwas besser.

Die folgende Woche gestaltete sich wieder ruhiger. Der Einstieg des solaren Fluxindex lag um die 150 Einheiten und sank ab auf Werte knapp über 110. Die K-Werte variierten nunmehr zwischen 1 und 3. Mitte August konnte man wieder von stabilen DX-Bedingungen sprechen. Die Wege bis in den Pazifik waren von 40 m bis 20 m längere Zeit offen und zur Mittagszeit ging es sogar auf den höchsten Bändern in diese Richtung.

Nach dem 20. 8. stieg der solare Flux bei ruhigem Magnetfeld in den folgenden fünf Tagen bis auf 175 Einheiten. In ähnlicher Weise erhöhte sich die Sonnenfleckenzahl auf zweistellige Werte. Ab dem 25./26. erfolgte, befeuert durch mehrere M-Flares, ein regelrechter Sprung auf Werte deutlich über 200, sowohl beim Flux als auch bei den Sonnenflecken. Im Gleichklang mit relativ niedrigen K-Werten bescherte uns das geradezu hervorragende DX-Bedingungen auf den kürzeren Wellen bis in die ersten Septembertage.

■ DXpeditionen – Rückblick

Die Zweimann-Expedition 3G1P hat es tatsächlich geschafft, die nicht gerade einfache Landung auf den Felsen von IOTA SA-100 inklusive Technik zu vollbringen. Vom 20. 8., 2010 UTC, bis 21. 8., 1259 UTC, hielt das Wetter und ermöglichte laut Club Log 2584 Verbindungen.

■ Kurz-Infos

IZ5WPZ hat das Rufzeichen YI9WPZ mit Gültigkeit bis Ende November erhalten. – A25LS ist DB2LS und bestätigt via Heimatrufzeichen und LoTW. – Mitte August wurden ZB/I1YRL und P29SX als Piraten identifiziert.

■ 3Y0K kommt voran

Das Transportschiff erhielt seine Anzählung und seit Anfang September wird in Oslo der Container gepackt. 3Y0K will die Anlandung auf Bouvet mittels Helikopter vornehmen. Das Zeitfenster lautet weiterhin 14. 2. bis 14. 3. 2026.



■ Vorschau

Europa: Eine achtköpfige Gruppe arbeitet unter **DD4U** vom 1. bis 5. 10. von Ummanz (DID O-06) mit mehreren Stationen in CW, SSB und FT8 von IOTA **EU-057**.

Mit Fokus auf den Scandinavian-Activity-Contest in SSB sind **JW7XK** (LA7XK), **JW6VM** (LA6VM) und **JW9DL** (LA9DL) in CW, SSB und digitalen Sendarten aktiv. Im Contest wird **JW5X** genutzt. Der Aktivitätszeitraum ist vom 8. bis 13. 10. und die QSL-Karten gibt es via Heimatrufzeichen.

IE9/DJ4EL ist vom 15. bis 21. 10. auf Ustica und bringt IOTA **EU-051** auf 40 m und oberhalb in SSB in die Luft. Eine SOTA-Erstaktivierung (I/SI-282) steht auch auf dem Plan und zählt ebenfalls für WWFF. QSL via Heimatrufzeichen.



Afrika: DF2WO funkt vom 4. bis 27. 10. wieder unter **XT2AW**. Es werden alle Kurzwellenbänder inklusive 60 m in CW, SSB und FT4 bedient. QSL via OQRS durch M0OXO und über LoTW.

Ein größeres Team, bestehend aus EC7R, CT7BOL, D2ACE, EC1T, EA1ACP, D2XX, CT2GFW, CT7APE, CT1FFU und EA5EL, ist vom 17. bis 28. 10. unter **D2A** auf allen HF-Bändern aktiv. Neben CW und SSB werden auch RTTY und FT8 bedient.

Ein Team aus den Niederlanden ist vom 23. bis 29. 10. vor und nach dem CQWW-Contest als **C5Y** in CW, SSB sowie FT4 und FT8 aktiv. QSL via PH3T.

YT3PL und F5RAV sind im Umfeld des CQWW und zum Contest selbst unter **C5R** und **C5LT** QRV in SSB zu arbeiten.

Ein großes international besetztes Team geht vom 29. 10. bis 10. 11. nach Bioko mit IOTA **AF-010**. **3C2MD** ist für die Bänder 160 m bis 6 m inklusive 60 m in CW, SSB, RTTY sowie FT8 und FT4 (MHSV) angekündigt. Das schließt auch QO-100-Betrieb mit ein. QSL-Manager IK2VUC kündigt den QSL-Versand der Papierkarten ab Februar 2026 an. Anforderungen sollen via OQRS gegen Gebühr (auch LoTW) gestellt werden.

Hinter **5R8TT** verbergen sich I2YSB, I1FQH, I1HJT, I2PJA, IK2CKR, IK2HKT, IK2RZP und IV3ZXQ von Nosy Be mit IOTA **AF-057**. Gefunkt wird vom 29. 10. bis 12. 11. auf allen Kurzwellenbändern in CW, SSB und RTTY. Für FT8 (MSHV) wird das Rufzeichen **5R8XX** zur Anwendung kommen. Ein Echtzeit-Log wird ebenfalls angeboten. QSL via I2YSB über OQRS und via LoTW.

Das RUDX-Team geht unter Leitung von R7AL mit OK8AU, RW9JZ, W8HC, SP6EQZ, RU3UR, UA3QLC, R2BW und R5EC nach Burundi. Vom 31. 10. bis 17. 11. wird **9U1RU** auf Kurzwelle in Telegrafie, Telefonie und FT8 (MSHV) präsent sein. Bestätigungen via LoTW und OQRS auf Club Log. IK2BTI, eben noch als J88BTI aktiv, will ab Ende September unter **VP2MAA** funken. QSL via IK2DUW.

Vom 21. bis 29. 10. ist **3B9/M0CFW** von Rodrigues Island mit IOTA **AF-017** aktiv.

Amerika: PY2DV hat angekündigt, vom 8. bis 15. 10. nach Fernando de Noronha mit IOTA **SA-003** zu gehen. Unter **PY0FB** ist SSB-Betrieb, ergänzt durch FT8 und FT4, von 80 m bis 6 m geplant. Bestätigungen soll es über das OQRS von M0URX, über LoTW oder über das Heimatrufzeichen geben.

Ebenfalls vom 8. bis 15. 10. ist GM5RDX von IOTA **NA-024** unter **J38LD** avisiert. Auch hier wird hauptsächlich in SSB oder etwas FT8 von 80 m bis 6 m gefunkt. QSL via M0OXO.

Unter **PJ6Y** wollen W6IZT, W2FQ und NM1Y sowie ein Youngster-Team (YOTA) vom 17. bis 29. 10. von Saba mit IOTA **NA-145** in die Luft gehen. Es sollen neun junge Funkamateure vor Ort und bis zu 40 remote auf allen Bändern in CW, SSB und FT8 aktiv werden. Der CQWW-DX-Contest in SSB steht ebenfalls auf der Agenda. QSL via Online QSL-Request über M0OXO und via LoTW.

FM5FJ hat sich für den 20. bis 29. 10. in CW, SSB und vielleicht auch FT8 unter **J79FJ** von IOTA **NA-101** angekündigt. QSL via KU9C.

Im Zeitraum 23. bis 28. 10. funkt das VP2VRX-Team auch unter **VP2V/N4XTT**, **VP2V/W3MLJ**, **VP2V/KC1KUG** und **VP2V/K4BEN** von IOTA **NA-023**.

VE7BV wird vom 5. bis 25. 10. als **TG9BBV** auf den Bändern von 40 m bis 6 m erscheinen. Seine Verbindungen in CW, SSB und FT8 will er über eQSL, LoTW und Heimatrufzeichen bestätigen.

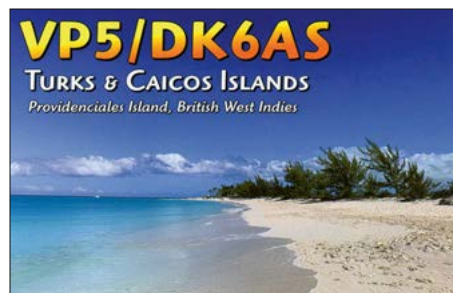
DK8LRF ist wieder bis Mitte Mai 2026 gelegentlich unter **HK3JCL** zu arbeiten. QSL an sein Heimatrufzeichen.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
ZS1C	1828 0300	T30TTT	18069 1300
80 m		15 m	
5Z4VJ	3506 1800	VU2SRT	21014 1700
40 m		12 m	
K0RK	7165 0330	FK8IK	24892 0900
30 m		10 m	
CW5X	10113 2200	CE8EIO	28500 1800
20 m			
3G1P	14040 2330		

Asien: PG5M möchte im Zeitraum vom 3. bis 9. 10. unter **A52G** aktiv werden. Dabei soll von 40 m bis 6 m in CW und gelegentlich auch in FT8 (MHSV) gefunkt werden. Im Gepäck sind eine Endstufe, ein Hexbeam und eine DX-Commander-Vertikalantenne. QSL via LoTW spätestens nach sechs Monaten und über OQRS durch M00XO.

Vom 19. 10. bis 2. 11. funkt JP1IHD von Ogasawara mit IOTA **AS-031** unter **JD1BQP** und bestätigt neben LoTW auch über Büro.



Ozeanien: Vom 3. bis 7. 10. sind JA3GEP, JA1COU und W3PX unter **VK9QO** von Christmas I. (IOTA **OC-002**) angekündigt. Geplant ist Betrieb auf 40 m bis 6 m in CW, SSB, FT8 und FT4. QSL via LoTW und über JA3GEP.

Vom 9. bis 20. 10. geht es für N7QT, WA7CPA, N7JP, KC7EFP, N9ADG und KN2P, die den Western Washington DX Club repräsentieren, nach North Cook. **E51MWA** soll von Manihiki mit IOTA **OC-014** von 160 m bis 10 m aktiv sein. Neben CW und SSB wird FT8 ausschließlich im F/H-Modus angeboten. QSL via OQRS oder direkt durch M0URX und LoTW.

Wallis und Futuna heißt das Ziel von NC7M, NG7E, N7JI, K6VHF, KA6BIM und W7HER (The DX Obsessed DX Group). Mit Standort auf IOTA **OC-054** ist vorgesehen, vom 20. 10. bis 7. 11. unter **FW5K** in CW, SSB, RTTY sowie FT8 und FT4 mit wenigstens drei Stationen zu arbeiten. Der CQWW-Contest in Telefonie steht auch auf dem Plan. Der Antennenpark besteht aus Hexbeams und Vertikalstrahlern. Die QSL-Route wurde bislang mit LoTW angegeben.

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ AO-123 nun ständig aktiv

Der FM-Repeater von AO-123 war nach seinem Start nur sporadisch aktiv und wurde nun dauerhaft aktiviert. Der Uplink ist auf 145,850 MHz mit 67 Hz CTCSS und der Downlink ist auf 435,400 MHz.

■ Tevel2-CubeSats neu im Orbit

Tevel2-1 bis -9 sind neun 1U-CubeSats des Tel Aviv University New Space Center in Israel,

DL2GAC funkt ist wieder bis Ende November unter **H44MS** von IOTA **OC-047**.

V73JW auf Kwajalein mit IOTA **OC-028** ist bis Januar aktiv und wurde bislang von 40 m bis 10 m in FT8 beobachtet. K5GDE wünscht QSLs via Adresse auf www.QRZ.com.

■ CQWW-DX-Contestteilnehmer

Für den Contest am 25./26. 10. haben sich unter anderem 3B9KW, C5Y, CR2M, E2A, HP1Z, J62K (via K9HZ), J75A (via F5VHJ), JD1BQP, KC0W (QSL nur direkt), PJ6Y, TO4K (St. Barthelemy), V26B und VP2VRX (QSL via N4XTT) angekündigt. Wenn nicht anders vermerkt, QSL via LoTW. KB4YPN war Ende August noch damit befasst, Mitfunker für das DXCC VP2M im Zeitraum 22. bis 29. 10. zu finden.

■ DX Marathon Sprint 2025

Der *DX Marathon Sprint* findet vom 18. bis 27. 10. statt und die Logs sollen bis 2. 11. eingereicht sein. Diese verkürzte Version findet vielleicht ein paar Teilnehmer, denen die Jahresversion nicht in den Zeitplan passt. Regeln unter: <https://dxmarathon.com/rules/2025-sprint>



QSL-Splitter

Über LoTW bestätigte Verbindungen: 3D2XD, 7S5A, AI0Y, BO0M (1997!), HZ1TT, TK/HB9EMP, VK2GR, VU2SRT und WP3NW (2015).

Karten über das Büro: 9A/DL3NCI, PX0FF und VP5/DK6AS.

die von Studenten aus verschiedenen Regionen des Landes gebaut wurden. Jeder Satellit ist mit identischen Strahlungssensoren ausgerüstet und hat einen FM-Repeater, der von Zeit zu Zeit aktiviert wird. Die Zeiten gibt das AMSAT-Bulletin-Board bekannt. Bisher war der Repeater von Tevel2-3 für 72 h aktiv. Von der IARU wurde der Uplink 145,970 MHz und der Downlink 436,400 MHz koordiniert. Weitere Informationen sind unter www.amsat.org/two-way-satellites/tevel2-constellation verfügbar.

Die Tevel2-CubeSats starteten am 15. 3. mit der SpaceX-Transporter-13-Mission in den Orbit.

Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten von Tevel2-3 ist laut CelesTrak und <https://tle.oscarwatch.org> 63218.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL

Wie im August-QTC schon berichtet, findet eine Aktivitätswoche zum Immateriellen Kulturerbe Morsetelegrafie in der Woche um den Internationalen Tag des Immateriellen Kulturerbes am 17. 10. statt (IKE-CW-Aktivitätswoche). Die Ausschreibung kann über den DARC-Contestkalender oder über <https://ike.agcw.de> abgerufen werden. Die Aktionswoche ist kein klassischer Contest, sondern das Pflegen der Morsetelegrafie steht im Vordergrund. Contest-QSOs werden ausdrücklich nicht gewertet.

Es dürfen neben den klassischen Amateurfunkbändern von 10 m bis 80 m (ohne 60 m) auch die WARC-Bänder für QSOs genutzt werden – bitte dabei die Frequenzbereiche in der Ausschreibung beachten. Die Teilnehmer der Aktivitätswoche sind aufgerufen, ohne Hektik und ohne Blick auf QSO-Zahlen und Multis „gemütliche“ CW-QSOs zu fahren und sich zu unterhalten. Obwohl kein Contest, erhalten die Fleißigsten dennoch einen Preis. Allen Teilnehmern viel Freude und Spaß in der IKE-CW-Aktivitätswoche!

Im Oktober ist auch der in Kooperation von der AGCW und vom HSC ausgerichtete Deutsche Telegrafie-Contest (DTC) empfehlenswert. Seit einigen Jahren findet er am Tag der Deutschen Einheit auf den Bändern 40 m und 80 m statt. DL-Stationen tauschen dabei den RST-Rapport und das sogenannte Unterscheidungszeichen vom Kfz-Kennzeichen der Region aus, in dem sich die Station befindet (siehe Ausschreibung auf www.agcw.de).

Es ist immer wieder spannend, welche Buchstaben aus dem Lautsprecher oder den Kopfhörern kommen, um nach dem Contest der Frage nachzugehen „Wo liegt das eigentlich?“.

Ingo Lübberstedt, DJ2XY

■ Neues aus dem HSC

Ab Oktober wird der HSC-Rundspruch an jedem ersten Samstag um 9 Uhr durch DK0HSC wieder aufgenommen. Um die Herausforderung beim Empfang zu erhöhen, wird das Sendetempo 30 WpM betragen. Hinzu kommt eine eingelagerte QRQ-Klartext-Phase von 40 WpM. Link des Monats: RTTY-Liebhaber können diese Nostalgie-Sendart heute bequem mittels Digitalsoftware (z. B. FLDIGI 4.2.03) oder vorhandenem Transceiver nutzen. Eine kurze Einführung findet man bei DL2YMR auf Youtube unter: www.youtube.com/@DL2YMR/search?query=rtty

KW-CW-Conteste (Auswahl) im Oktober:

Oceania DX CW Contest: 11./12. 10., 0600 UTC ... 0559 UTC

WAG Contest: 18./19. 10., 1500 UTC ... 1459 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ ComTekk-SINAD-Software für präzise Empfänger-messungen

In der Funktechnik und selbstverständlich auch im Amateurfunk ist die Qualität der Signalübertragung von entscheidender Bedeutung, insbesondere in Umgebungen mit schwachen Signalen oder Störungen und vor allem bei unseren Relaisfunkstellen. Hierbei spielt die Empfindlichkeit eines Empfängers eine zentrale Rolle – ihre quantitative Bewertung erfordert präzise Messinstrumente. Einer der wichtigsten Parameter zur Bestimmung der Qualität ist das SINAD-Verhältnis (*Signal-to-Noise And Distortion*). SINAD ist ein Maß für die Beurteilung von Audiosignalen in Situationen mit niedrigem Signal-Rausch-Verhältnis, wie sie in der Funkkommunikation typisch sind. Es dient als Indikator dafür, wie gut ein Empfänger ein klares Signal aus einem Gemisch von Nutzsignal, Rauschen und Verzerrung extrahieren kann.

Historisch gesehen waren solche Messungen das Privileg gut ausgestatteter Labore und Werkstätten, die auf teure, spezialisierte Hardware angewiesen waren. Professionelle Service-Monitore oder Verzerrungsanalysatoren waren für Funkamateure oder kleine Betriebe unerschwinglich. Die Software *ComTekk SINAD* stellt hier einen Paradigmenwechsel dar, indem sie die Rechenleistung der in modernen PCs standardmäßig vorhandenen CPU und die Analog-Digital-Umsetzer (A/D) der Soundkarte nutzt, um fortschrittliche digitale Signalverarbeitung (DSP) zu realisieren. Zum Testen dieser Software habe ich mir die S-DX-Funktion des Yaesu FTM-500D vorgenommen und mit meinem Icom IC-9700 verglichen. Im günstigsten Fall hat der FTM-500D im 12,5-kHz-Raster laut *ComTekk*-Software auf 70 cm einen Gewinn von 2 dB erreicht, siehe Tabellen im Download-Bereich auf www.funkamateur.de. Der IC-9700 schnitt hier etwas schlechter ab, was aber im Gehörtest nicht wahrnehmbar war. Das stark durch Rauschfilter im S-DX-Mode komprimierte NF-Signal des FTM-500D fand ich persönlich nicht so verständlich wie das normale beim IC-9700.

Theoretische Grundlagen der Messung

Zum Verständnis der Funktionsweise der *ComTekk*-Software ist es angebracht, die zugrundeliegenden Messprinzipien zu beleuchten. Das Programm ist in der Lage, drei primäre Kennwerte zu ermitteln: SINAD, SNR und THD+N [1].

SINAD ist das logarithmische Verhältnis der Summe von Signal, Rauschen und Verzerrungen zur Summe aus Rauschen und Verzerrun-

gen. Der Messwert wird in Dezibel angegeben. Ein höherer SINAD-Wert bedeutet eine bessere Signalqualität, da er anzeigt, dass das gewünschte Signal stärker im Vergleich zu den unerwünschten Komponenten ist.

Die *ComTekk*-Software nutzt zur Messung einen standardisierten 1-kHz-Sinuston, den sie entweder intern über die Soundkarte erzeugt oder von einem externen Signalgenerator erhält. Das demodulierte Audiosignal des zu testenden Empfängers wird dem Line-In-Eingang der Soundkarte zugeführt und 11 025 Mal pro Sekunde abgetastet. Die Software wendet ein Bandpassfilter (300 Hz bis 3300 Hz) an, um alle Frequenzen außerhalb des Sprachbands zu unterdrücken, und trennt anschließend den 1-kHz-Signalanteil von den verbleibenden Rausch- und Verzerrungskomponenten.

Während SINAD ein umfassender Indikator ist, sind SNR und THD spezielle Messungen, die es ermöglichen, die Ursache einer Signalverschlechterung zu isolieren.

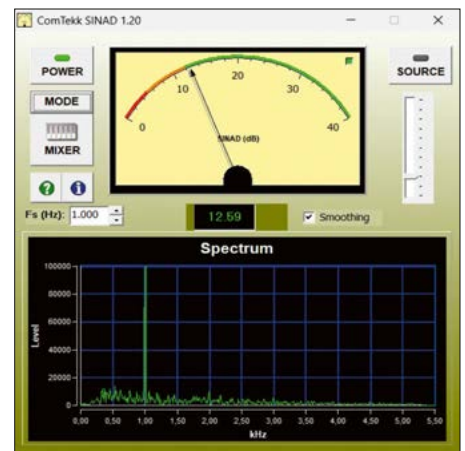
- Das SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) zeigt das Verhältnis des gewünschten Signals zum Rauschen und ignoriert dabei Verzerrungen. Es wird oft in HF- oder Mikrowellenanwendungen verwendet.

- THD (*Total Harmonic Distortion*) ist der Messwert für die unerwünschten Oberschwingungen des 1-kHz-Signals, die durch nicht lineare Effekte im Empfänger erzeugt werden. THD ist ebenfalls ein guter Indikator für die Empfängerqualität. Die Software berücksichtigt die 2. und 3. Harmonische des 1-kHz-Tons.

Diese drei Messmodi sind ein entscheidender Vorteil der *ComTekk*-Software. Ein schlechter SINAD-Wert allein, der sowohl durch Rauschen als auch durch Verzerrung verursacht werden kann, würde keine umfassende Diagnose erlauben. Doch durch Umschalten auf THD oder SNR lässt sich feststellen, ob das Problem primär auf zu viel Rauschen oder auf Signalverzerrungen im Empfänger zurückzuführen ist. Dies verwandelt die Software von einem bloßen Messgerät in ein effektives Werkzeug zur systematischen Fehlerdiagnose.

Arbeitsweise und Systemanforderungen

ComTekk SINAD nutzt die digitale Signalverarbeitung (DSP), um die spektrale Zusammensetzung des Audiosignals präzise zu analysieren. Nach der Digitalisierung des Audiosignals durch die Soundkarte werden mathematische Algorithmen angewendet, um das Spektrum zu berechnen und die Messwerte zu ermitteln. Die Software ist für Windows-Betriebssysteme ab Windows XP konzipiert und erfordert minimale Hardware. Ein Stan-



Messung mit der *ComTekk*-SINAD-Software bei 12 dB am Yaesu FTM-500D

Screenshot: DL1YBL

dard-PC mit Windows 10 oder 11 und eine Voll-duplex-Soundkarte reichen vollkommen. Zur Erreichung der Messgenauigkeit wird die Nutzung einer 16-Bit-Audioverarbeitung empfohlen.

Benutzeroberfläche und Funktionen

Die Benutzeroberfläche der *ComTekk*-Software ist intuitiv gestaltet, siehe Bild. Ein großes, leicht ablesbares Zeigerinstrument zeigt den Messwert in Dezibel an. In der darunter befindlichen Digitalanzeige wird der Wert numerisch dargestellt. Ganz unten befindet sich die Spektrumanzeige mit dem Audiofrequenzspektrum von 0 kHz bis 5,5 kHz.

Das Betätigen der *POWER*-Schaltfläche startet oder stoppt die Datenerfassung. *MODE* wechselt zwischen den Messmodi SINAD, SNR und THD+N. *SOURCE* aktiviert den internen 1-kHz-Tongenerator.

Ein potenzieller Schwachpunkt der softwarebasierten Messung ist die Abhängigkeit von der Qualität der Soundkarte. Gewöhnliche Soundkarten sind oft anfällig für Störungen wie Erdschleifen, HF-Interferenzen (RFI) oder Netzbrummen. *ComTekk* hat diese Herausforderung erkannt und bietet einen optionalen *Sound Card Isolator/Protector* an, der das Audiosignal galvanisch trennt und gegen Überspannungen schützt.

Analyse der Messdaten

Der Messwert von 12,59 dB im Bild liegt sehr nah am Industriestandard von 12 dB. Dieser ist von besonderer Bedeutung, da er die Schwelle darstellt, ab der eine Sprachübertragung als verständlich gilt, siehe Tabelle.

Die Spektrumanzeige visualisiert die zugrundeliegende Messung. Der markante Peak bei 1 kHz repräsentiert das gewünschte demodulierte Nutzsignal. Der Teppich von niedrigen Amplituden links und rechts davon ist die Kombination aus Rauschen und Verzerrung.

Qualitative Bedeutung der numerischen SINAD-Werte

SINAD [dB]	Sprachqualität	typische Anwendung oder Interpretation
< 10	unverständlich	Punkt, an dem Sprache nicht mehr von Rauschen und Verzerrung zu unterscheiden ist
12	Verständlichkeitsgrenze	Industriestandard und de facto die Empfindlichkeitsgrenze für Sprachkommunikation; Sprachverständlichkeit ist gerade noch gegeben
20	gute Qualität	sehr gutes Signal-Rausch-Verhältnis; typisch für starke lokale Signale
> 40	ausgezeichnete Qualität	beste SINAD-Leistung; wird bei sehr starken Eingangssignalen oder unter idealen Laborbedingungen erreicht

Diese Messung ist eine Momentaufnahme der Empfangsqualität unter Testbedingungen, typischerweise mit einem definierten HF-Pegel. Der Wert von 12 dB SINAD wird oft verwendet, um die Empfängerempfindlichkeit zu bestimmen, indem der HF-Eingangspegel ermittelt wird, der benötigt wird, um dieses Verhältnis zu erreichen. Die Software liefert hier zu eine präzise quantitative Aussage.

Funktionen der Pro-Version

Ich habe den Wechsel von der kostenlosen, zeitlich begrenzten Version [2] zur kostenpflichtigen Pro-Version [3] vollzogen, da sie über einen erweiterten Funktionsumfang verfügt, der die Software zu einem umfassenden Analyse- und Dokumentationssystem, z.B. für Messungen an unterschiedlichen Repeater-Standorten, macht.

Während die Kernfunktionen wie SINAD-, SNR- und THD-Messungen bei beiden identisch sind, bietet die Pro-Version einige Werkzeuge für fortgeschrittene Anwendungen. Mit der Datenprotokollierung lassen sich Messwerte als CSV-Datei exportieren. So wird die Erfassung von Messreihen über längere Zeiträume und die spätere Analyse ermöglicht. Die grafische Anzeige als Echtzeit-Graph stellt den SINAD-Wert über die Zeit dar. Das ist besonders nützlich, um dynamische Signalveränderungen oder intermittierende Störungen zu visualisieren.

Bei einem mit GPS ausgestatteten PC kann die Software GPS-Koordinaten in die Protokolldatei übernehmen. Diese Funktion eignet sich für mobile Feldtests, um die Empfangsqualität entlang einer Route oder in verschie-

denen Gebieten zu kartieren und eine Abdeckungsanalyse durchzuführen. Die Pro-Version ist über TCP/IP fernsteuerbar. Dies macht sie zu einem wertvollen Werkzeug in der Automatisierung von Testumgebungen, sei es in der Fertigung oder für kontinuierliche Langzeittests.

SINAD-Messung als Diagnosetool

Die SINAD-Messung bildet den Ausgangspunkt für eine Vielzahl von Empfängeranalysen. Die Ermittlung der Empfängersensitivität (12 dB SINAD) mit folgender Vorgehensweise ist der wohl häufigste Anwendungsfall:

1. Ein kalibrierter HF-Signalgenerator (in meinem Fall ein Siglent SSG3032X (9 kHz bis 3,2 GHz) wird an den Antenneneingang des Funkgeräts angeschlossen.
2. Der Audioausgang des Empfängers wird mit dem Line-In-Eingang der Soundkarte des PCs verbunden.
3. Am HF-Generator wird die Empfangsfrequenz des Funkgeräts eingestellt und das Signal mit einem 1-kHz-Ton moduliert.
4. Nun erhöht man schrittweise den Pegel des HF-Generators, bis die ComTekk-Software einen SINAD-Wert von 12 dB anzeigt.
5. Der jetzt gemessene HF-Eingangspegel (in Mikrovolt oder dBm) ist die 12-dB-SINAD-Empfindlichkeit des Empfängers.

Parameter wie die Nachbarkanalselektivität oder die Intermodulationsfestigkeit lassen sich ebenso durch SINAD-Messungen bewerten. Bei diesen Tests wird ein Störsignal in einer benachbarten Frequenz zugeführt, und gemessen, wie stark der SINAD-Wert des Nutzsignals aufgrund dieser Störung abfällt.

Fazit

Die Software *ComTekk SINAD* ist ein leistungsstarkes und kostengünstiges Werkzeug für Empfängeranalysen. Sie nutzt die vorhandene PC-Hardware und intelligente DSP-Algorithmen. Die Software ist nicht nur in der Lage, das wichtige SINAD-Verhältnis zu bestimmen, sondern auch verwandte Kennwerte wie SNR und THD, was sie zu einem vielseitigen Diagnose-Instrument macht.

Während sich die Basisversion gut für Einzelmessungen und schnelle Überprüfungen eignet, erweitert die Pro-Version den Funktionsumfang um Fähigkeiten wie Datenprotokollierung, GPS-Integration und Fernsteuerung. Diese verwandeln das Werkzeug von einer statischen Messlösung in ein dynamisches System zur Dokumentation, Analyse und Automatisierung von Feld- und Labortests.

Abschließend bedanke ich mich bei Sarikaya Funktechnik in Bochum für die Leihgabe des Yaesu FTM-500D. **Jochen Berns, DL1YBL**

Literatur

- [1] ComTekk: Making Direct Measurements. <http://comtekk.com/manuals/SINAD/measurements.htm>
- [2] ComTekk: SINAD – Distortion Analyzer. <https://comtekk.com/sinad.htm>
- [3] ComTekk: SINAD Pro – Professional Distortion Analyzer. <http://comtekk.com/sinad-pro.htm>
- [4] IFR: All you need to know about SINAD and its measurement. <http://www.miko.hk/IFR/885.pdf>
- [5] Chelsea Amateur Radio Club, WD8IEL: 12 dB SINAD. <https://wd8iel.com/12-db-sinad>
- [6] NI-Community: What is the Difference between S/N and SINAD? <https://forums.ni.com/t5/RF-Measurement-Devices/What-is-the-Difference-between-S-N-and-SINAD/td-p/679571>
- [7] Akademisk Radioklubb: Transceiver testing: SINAD. www.la1k.no/2019/09/04/transceiver-testing-sinad

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

Sendereffizienz-Wettbewerb



Folgt man der allgemein verbreiteten Definition, was ein QRP-Funkgerät auszeichnet, so ist dies zunächst eine Sendeleistung von maximal 5 W. Darüber hinaus hat sich eine Art von technischer Ästhetik entwickelt, die einen gewissen Minimalismus hinsichtlich der Anzahl der verwendeten Bauelemente umfasst. Dieser ökonomische Aspekt ergänzt die ohnehin geforderte Energieeffizienz. Während wir in früheren Wettbewerben zum Bau von Schaltungen aufriefen, die möglichst viel Leistung mit wenigen preiswerten Verstärkerbauelementen erzeugen sollten, richten wir für 2026 unseren Fokus auf die Effizienz und kündigen die *QRP Transmitter Efficiency Challenge* an.

Der Sender muss im 40-m-Band mit einer festen Spannungsversorgung von 12,0 V eine HF-Leistung von 4,0 W bis 6,0 W an eine 50-Ω-Last liefern. Dabei muss ein 40-m-Quarz als

frequenzbestimmendes Bauelement Verwendung finden.

Die Jury stellt bei der Auswertung und Beurteilung der zum Wettbewerb eingereichten Sender eine geregelte 12-V-Spannungsquelle, ein 40-m-Tiefpassfilter, ein Dummy-Load und einen Leistungsmesser bereit. Die gesamte Schaltung inklusive eventueller Lüfter und anderer Zusätze muss aus dieser 12-V-Quelle versorgt werden. Es dürfen keine anderen Energiequellen zum Einsatz kommen. Die Ausgangsleistung des Netzteils wird berechnet und die Leistung an der Dummy-Load gemessen. Die berechnete Effizienz ist das Verhältnis der zugeführten Gleichspannungsleistung zu der im Dummy-Load in Wärme umgesetzten HF-Ausgangsleistung. Die Schaltung wird nur für die Dauer der Leistungsmessung unter Spannung gesetzt. Hinsichtlich Schaltung oder Anzahl der Bauelemente gibt es keine Einschränkungen, solange ein 40-m-Quarz genutzt wird. Jedoch ist der Stromlaufplan zur Überprüfung und möglichen Veröffentlichung in der Zeitschrift *QRP Quarterly* zur Verfügung zu stellen.

Die Einsendungen müssen bis Freitag, den 15. Mai 2026, 20.30 Uhr, während der *Club Night* im Rahmen der Veranstaltung *Vier Tage im Mai* am Wettbewerbstisch abgegeben werden. Die Schaltung mit der höchsten Leistungseffizienz wird zum Gewinner erklärt.

Dieser wird beim *FDIM Awards Dinner* am 16. Mai 2026 geehrt.

Viel Glück und viel Spaß beim Gestalten. Wir sehen uns im Mai! **Dave Cripe, NM0S**

Schwarzwaldtreffen am 4. 10. 2025

Das Schwarzwaldtreffen 2025 findet wieder am ersten Wochenende im Oktober statt, in diesem Jahr also am 4. 10. Der Veranstaltungsort ist, wie im Vorjahr, die Lucian-Reich-Schule, Hohenstr. 16, 78183 Hüfingen. Dort können wir uns im Technikbereich der Schule ab 9 Uhr zu einem Kaffee treffen, bevor um 9.30 Uhr die Vorträge beginnen. Das Mittagessen besorge ich wieder bei einem lokalen Metzger. Vegetarier bitte im Vorfeld Bescheid geben, ich organisiere dann eine Alternative. Am Vorabend gibt es ein Abendessen in der Pizzeria *Il Mediterraneo*, Hauptstr. 37. Über eventuelle Änderungen informiere ich im QRP-Forum auf: www.qrpforum.de/forum/index.php?thread/15948

Zwar habe ich schon ein paar E-Mails bezüglich Vorträge erhalten, möchte aber hier noch einmal um die Einreichung weiterer Projekte an klaus@aus-dem-schwarzwald.de bitten.

Klaus Kuhnt, DF3GU

SOTA-Reise von Österreich nach Finnland

Dieser Bericht soll ein wenig Gusto auf geografisch eher naheliegende Ziele machen, denn ganz ähnlich zu spektakulären DXCC-Gebieten gibt es auch in Europa reichlich Möglichkeiten, Funkbetrieb und Reisen zu verbinden. Durch persönlichen Kontakt zu Raisa Skrynnykova, OH7BG, wählten wir das Funkblockhaus OH73ELK als Reiseziel. Die Vorbereitungen begannen etwa neun Monate vor der Reise – ausreichend Zeit, um Ziele zu definieren und die Reisegruppe einzustimmen. Wir Teilnehmer kannten uns bereits von drei in den Jahren zuvor von mir organisierten Reisen. Zwei Wochen eng zusammen, da sollte man einander gut kennen und einigermaßen „synchronisiert“ sein, damit es keine Reibungsverluste gibt.



Die Fahrt zum Funkblockhaus OH73ELK und zurück führte an vielen SOTA-Gipfeln vorbei, von denen wir einige aktivierten. Von Wien aus reisten wir über Tschechien und Polen durch Estland, Lettland und Litauen. In den letztgenannten Ländern haben wir jeweils alle drei dort vorhandenen SOTA-Ziele aktiviert, was uns dreimal die Wertung *Activated Entire Association* einbrachte.

Reisedurchführung

Trotz Erfahrung und gewissenhafter Vorbereitung gibt es immer Überraschungen. Diese sollte man annehmen, damit der Spaß an der Reise nicht verdorben wird. Dieses Mal erhielten wir leider nicht den bestellten *Mercedes Vito* als Leihwagen, sondern einen ziemlich geschundenen und unbequemen *Toyota Pro Ace*. Weitere Überraschung: Wir starteten unsere Reise an einem Feiertag und hofften auf ruhige Straßenverhältnisse. Aufgrund von massiven Staus in Polen mussten wir vor Krakau umplanen und den Besuch des Salzbergwerks Wieliczka ausfallen lassen. Auch solche Dinge passieren, sollten jedoch nicht allzu sehr die Reise stören.

Die Straßenqualität einiger Länder war uns von der 2023 zum Nordkap unternommenen Reise bereits bekannt. Tschechien und noch viel mehr Polen haben überraschend gute Autobahnen – neu gebaut, sehr breit und großzügig angelegt. Die Trasse verläuft häufig abseits bewohnter Gebiete. In Polen ist auf Autobahnen eine Geschwindigkeit von 140 km/h erlaubt.

In großem Kontrast dazu sind die nördlicher gelegenen Straßen. Estland hat eine sehr gute Infrastruktur, in Lettland ist sie eher schwach. Dort ist nicht nur das Mobilfunknetz lückig, sondern auch die Straßen. Häufig waren Schotterstraßen anzutreffen, wobei diese in Finnland hervorragende Fahrqualität bieten. Bei der Reiseplanung kann man von 80 km/h Geschwindigkeit ausgehen.

Die Blockhütte OH73ELK befindet sich weit abgelegen auf einer Insel im Osten Finnlands. Die Vermieter Raisa und Alex, UA1AJD, kümmern sich fürsorglich um uns – wir hatten direkten Kontakt über Telegram. Alex kommunizierte auch auf Deutsch. Im Haus gab es bis zu sechs Schlafplätze in drei Räu-

Gleichzeitiges Funken, Loggen und Meldungen absetzen war stets Gruppenarbeit.

Aktivierung des ersten SOTA-Ziels in Finnland

Fotos: OE1IAH



men. Das Shack mit einem Icom IC-7300 und einer großen Zahl nutzbarer KW-Antennen befand sich im 1. Stock. Weitere Details zu OH73ELK sind auf <https://oh73elk.net/de> zu finden. Die in den Vorjahren vorhandene 1-kW-Endstufe russischer Bauart war zwar zur Reparatur, doch aufgrund des weiterhin vorhandenen 100-W-Transceivers herrschte kein Mangel an Sendeleistung.

Während der SOTA-Aktivierungen unterwegs und an der Blockhütte genühten ohnehin 5 W bis 20 W. Zwei Erstaktivierungen und eine Aktivierung des Ukko-Koli OH/JS-004 über den Amateurfunktransponder QO-100 waren dabei die funktechnischen Highlights. Abends bot sich die Gelegenheit, vom Grundstück der

Blockhütte Funkbetrieb zu machen. Auf den KW-Bändern gelangen unter dem Rufzeichen OH73ELK einige hundert Verbindungen. Ich hatte seit Neujahr vermehrt Funkpartner auf den Bändern auf die geplante Reise und die Aktivitäten über QO-100 aufmerksam gemacht und beides im SOTA-Reflektor angekündigt. Daher warteten viele Funkamateure „an ihren Parabolspiegeln“ auf uns. Insbesondere einige Stationen aus Finnland waren erfreut, endlich das Rufzeichen OH73ELK über den Satelliten ins Log zu bekommen.

Ausrüstung

Unsere portable Ausrüstung bestand aus Yaesu FT-818, FT-857, Icom IC-705 und Xiegu G-90. Als Antennen nutzten wir mehrere Langdrähte, die sich mit den Antennenkoppeln oder mithilfe von 1:9- oder 1:49-Ununs anpassen ließen. Außerdem kamen zwei Vertikalantennen MC-750 und mehrere Schiebemasten zum Einsatz.

Die Ausbreitungsbedingungen waren aufgrund der hohen Sonnenaktivität schwierig. Wir verfolgten täglich morgens die Vorhersagen des DARC, auch wenn diese meist eher entmutigend waren. Doch wir ließen uns

nicht davon abbringen, einfach CQ zu rufen. Letztendlich gelang jeweils eine stets annehmbare Anzahl von Verbindungen. Man sollte jedoch kreativ sein, die Bänder absuchen und mehrere Sendarten nutzen.

Während der Reise stellten sich mehrere Hardware-Probleme ein, die wir dem Transport zuschrieben oder die durch andere Missgeschicke verursacht wurden. Einzelne Ausfälle an Kabeln und Steckverbindern ließen sich aufgrund der vorhandenen Reserven ausgleichen. Die mitgenommenen Bleigel-, Lithium-Polymer und LiFePO₄-Akkumulatoren waren ausreichend, zumal jeder mehrere Exemplare dabei hatte. Zwischen den SOTA-Aktivierungen luden wir die Energiespeicher in der Blockhütte nach.

Der 100-W-Transceiver FT-857 war nach kurzer Reisedauer nur noch eingeschränkt nutzbar. Ein Transportschaden an den Bedientasten verhinderte das Aufrufen der Menüs, sodass wir ihn nur mit verminderter Sendeleistung und eingeschränkten Sendarten nutzen konnten. Eine bis zwei S-Stufen mehr gegenüber den leistungsschwächeren anderen Funkgeräten brachten faktisch nichts. Selbst mit dem FT-818 von OE1LZS, der nur 6 W lieferte, bekamen wir reichlich 59- bzw. 599-Rapporte. Auch der G-90 von OE1MVA mit 20 W Sendeleistung und der IC-705 von



OE1LZS beim Funkbetrieb im Shack von OH73ELK



Funkbetrieb via QO-100 vom Steg am See

OE1IAH mit 10 W reichten völlig aus, um ganz Europa zu erreichen.

Bei den SOTA-Aktivierungen trachteten wir zunächst danach, in SSB Verbindungen zu erreichen, da alle Teammitglieder ein Mikrofon bedienen können. Zusätzlich arbeiteten wir auch in CW, um möglichst vielen Stationen einen neuen SOTA-Gipfel anbieten zu können. Bereits nach kurzer Zeit hatten wir eine treue Gefolgschaft an *Chasern*. Wir arbeiteten stets alle antwortenden Stationen ab, auch wenn es manchmal etwas länger dauerte. Der häufig zu beobachtende Abbruch nach den vier für eine SOTA-Aktivierung erforderlichen Funkverbindungen ist nicht zielführend, denn die Chaser sollen uns Aktivierern ja erhalten bleiben.

Bei einigen Bergen war es aber nur über CW möglich, überhaupt die für die SOTA-Wertung erforderlichen vier QSOs oder etwas mehr zu erreichen. Hauptsächlich waren wir auf 20 m und 30 m aktiv. Unter uns waren drei sehr konsequente Logbuchschreiber, was das Nachbessern erlaubte. Häufig konnte man seine eigene „Klaue“ am Abend schon nicht mehr fehlerfrei lesen.

Überraschend für uns und für die Funkpartner war die MC-750, eine Vertikalantenne mit 5 m langem Teleskopstrahler. Diese war auf Basis der empfangenen und gegebenen Rapporte die am besten arbeitende Antenne. Für das 30-m-Band hatten wir eine modifizierte Verlängerungsspule mit. So ließ sich der Teleskopstab fast bis auf 5 m ausziehen und das Bestmögliche aus der Antenne herausholen. Außerdem ließ sich die MC-750 rasch auf- und abbauen und die Resonanzstelle durch leichte Längenänderungen des Teleskopstabs fast immer auf $s = 1$ bringen. Diese Antenne wurde zu unserem Liebling auf der Reise.

Eine resonante Antenne arbeitet deutlich besser, das „Anmatchen“ von irgendwelchen Antennendrähten ist merklich weniger effizient. Daher haben wir die Langdrahtantennen möglichst resonant betrieben. Die Langdrähte waren zwar oft im Einsatz, doch die Aufbauvorbereitung gestaltete sich lang und verhältnismäßig kompliziert. Außerdem sind die theoretisch nötigen Aufbauhöhen für Langdrähte portabel nur schwer erreichbar. Wir nutzten 10-m-Schiebemasten von OE1MVA und OE1LZS, um zumindest einiges an Höhe zu gewinnen. Wir installierten die Antennen, je nach Band, als Sloper oder Inverted-V.

Die QO-100-Station bestand aus einem 80-cm-Parabolspiegel und einer bewährten, halbduplexfähigen Station von *DX Patrol*. Die etwa 18° Elevation des Satelliten in Finnland erforderten bei der Off-Center-Bauform, die Spiegelebene senkrecht zu stellen. Am Blockhaus arbeiteten wir von einem Steg am See aus, da es dort freie Sicht nach Süden und zum Satelliten gab. Meines Wissens war es das erste Mal, dass das Rufzeichen OH73ELK über QO-100 zu hören war.

■ Erfahrungen während der Reise

Große Sorge bereiten Skandinavienreisen stets die Mücken. Der mit Anfang Juni frühe Zeitpunkt der Reise und der Einsatz von körperbedeckender Kleidung und Schutzsprays ersparten uns viele Stiche. Problematischer waren Zecken, die in Finnland fast 1 cm groß sind und meist im Gras lauern. Aufgrund ihrer Größe ließen sie sich leicht erkennen und, wenn doch eine auf unbedeckte Haut geriet, mit einem kräftigen Ruck relativ leicht entfernen.

In fast allen durchreisten Ländern ist der Euro Landeswährung, doch Bargeld war kaum nötig. So ließ sich selbst in Polen der Weg zur Wechselstelle vermeiden. In Finnland wird bargeldloses Bezahlen auch für sehr kleine Beträge angeboten.



OE1MVA und OE1LZS bei einer SOTA-Aktivierung in CW

Die Reise war, wie immer in solchen Fällen, zu kurz. Trotzdem verbrachten wir bei OH73ELK auch mehrere Tage gemütlich mit viel Funkbetrieb, Schwimmen, Saunabesuchen, Kochen oder einfach Nichtstun. Bei einer Funkreise sollte man auch Dingen abseits vom Funk etwas Aufmerksamkeit schenken. Dazu gehörten die zum Reisezeitpunkt nur kurzen Nächte. Dadurch konnten wir auch abends noch unterwegs sein, was uns mehr Zeit für die Aktivitäten im Freien einbrachte. Nordlichter waren durch die hellen Nächte leider nicht zu sehen. Nur etwa 2 h war es dunkel.

Über 6100 km Reisestrecke waren durchaus anstrengend, nicht so sehr in Finnland selbst, sondern an den zweimal drei Tagen auf dem Weg hin und zurück. Die eher kurze Reise war dem Urlaubstage-Budget der Teilnehmer geschuldet. Es ließen sich immerhin zwei Feiertage nutzen. Martin und Arnold waren abwechselnd am Lenkrad und mit Navigation beschäftigt.

Die neun SOTA-Ziele in den baltischen Ländern waren auf Hin- und Rückfahrt verteilt. Die Wanderungen auf die Gipfel nutzten wir auch, um uns vom Autofahren zu erholen. Passende Parkplätze waren in allen Ländern zu finden, wobei entlang der Autobahnen in Polen das Angebot besonders gut war.

In einer *Telegram*-Gruppe wurde die Reise zeitaktuell begleitet, sodass viele Funkamateure das Geschehen mitverfolgen konnten und wussten, wann der nächste Funkkontakt möglich sein würde. Ich habe jeden Abend einen Weblog-Eintrag mit Bildern und zusätzlichen Informationen verfasst. Da sich im vorliegenden Beitrag nur einige davon unterbringen ließen, sind weitere auf <https://oe1iah.at> veröffentlicht.

Wir hatten einen mit dem Rufzeichen OE1IAH-9 versehenen 2-m-APRS-Tracker dabei, der aber nur sehr selten gehört wurde. In den durchreisten Ländern gab es nur in wenigen Ballungsräumen Funkamateure, die APRS-Meldungen auf 2 m aufnahmen und weitermeldeten. Aufgrund der Erfahrungen der Reise im Jahr 2023 hatten wir ein Meshcom-Gateway mitgenommen. Darüber ließ sich der auf aprs.fi unter OE1IAH-1 aufgezeichnete APRS-Pfad aufzeichnen. In Österreich und Tschechien wurde dieses Gerät auch via Meshcom direkt gehört. Ansonsten liefen die Daten über ein LTE-Modem. Der genutzte T-Beam hatte zwar nur eine Stummelantenne, dennoch wurden wir damit relativ weit entfernt aufgenommen.

SOTA-Aktivierungen konnten wir im Cluster meist vom Gipfel aus selbst ankündigen, bekamen aber häufig auch Unterstützung von *Jägern*, die uns bereits erreicht hatten. Die genutzten Bänder wählten wir aufgrund diverser Prognosen und persönlicher Einschätzung. Langwellige Bänder waren tagsüber ohnehin nicht nutzbar und der dafür nötige Antennenaufbau ist am Berg schwierig. Auf den sehr kurzen Bändern war fast immer gespenstische Stille.

Gegenüber unserem Heimatland waren die SOTA-Ziele niedrig, in einer allgemein eher flachen Topologie entlang der Reiseroute. Außerdem sorgte der größtenteils umgebende Wald neben der „übereifrigen“ Sonne zusätzlich für Dämpfung. Doch etwas mehr als 200 Funkverbindungen bei den SOTA-Aktivierungen waren auch ein schöner Erfolg. Fleißigster Chaser war F4WBN, aus anderen Richtungen, insbesondere aus Spanien, war nur selten jemand zu hören. Es gelang uns jedoch, von jedem Gipfel mindestens eine Station in der Heimat zu erreichen – das war uns ein besonderes Anliegen und immer wieder erfreulich.

Auch 2026 wird es eine Reise zu SOTA-Zielen geben. Unser Traum ist, solch eine Reise in einer größeren Gruppe mit mehreren Fahrzeugen durchzuführen. Mögliche Reiseideen habe ich in den Berichten aufgeführt. Interessenten für eine Teilnahme können sich per E-Mail an oe1iah@huebsch.at melden.

Mich, den Organisator dieser Funkreise, begleiteten Reinhard Havel, OE1RHC, Martin Wytek, OE1MVA, Alexander Kainz, OE1LZS und Andreas Ballenstorfer, OE3BAJ.

Arnold Hübsch, OE1IAH

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ 144 MHz: Die TEP-Saison geht wieder los

Während auf 2 m die Sporadic-E-Ausbreitung Mitte August zu Ende gegangen ist, beginnt langsam wieder die Trans-Äquatorial-Ausbreitung (TEP). Diese Propagation tritt bevorzugt zu Zeiten der Sonnenfleckenmaxima auf, jahreszeitlich vor allem im Frühjahr und Herbst. Bereits am 31. 8. meldeten V51WW (JH81OC) und I8KPV (JN70KO) die erste TEP-Verbindung der beginnenden Saison. Man erkennt an den beiden Locatoren eine der Reflexionsbedingungen für TEP: Beide Stationen müssen sich auf ungefähr der gleichen magnetischen Länge befinden (die in erster Näherung mit der geographischen Länge gleichgesetzt werden darf). Hinzu kommt, dass die jeweilige Distanz zum Äquator in etwa symmetrisch sein muss. Deshalb scheidet TEP aus DL auch aus, da im Zielgebiet Südatlantik niemand aktiv ist.

2m					
182700	-12	-0.6	526	<9H1PA> V5/ZS4TX	q3 Namibia
182730	Tx		1496	CQ 9H1PA JM75	
182738	Tx		1496	<V5/ZS4TX> 9H1PA -12	
182800	-14	-0.5	565	9H1PA <V5/ZS4TX> R-07	q3 Namibia
182830	Tx		1496	V5/ZS4TX <9H1PA> RR73	

Mittelmeeranrainer hingegen können regelmäßig in den Süden Afrikas funken. TEP tritt bevorzugt in den etwa zwei Stunden vor und nach dem Sonnenuntergang auf. Für QSOs hat sich die Frequenz 144,192 MHz etabliert. Als WSJT-X-Mode wird üblicherweise Q65-30B, mitunter auch Q65-60D, eingesetzt. Nachdem in Österreich bereits einmal TEP empfangen wurde, könnte man zumindest im Süden Deutschlands abends auf Verdacht mal die 144,192 MHz Richtung Süden durchlaufen lassen. Klappen dürfte es zwar nicht, doch Überraschungen hat es gerade im letzten Jahrzehnt auf 2 m ja schon einige gegeben. Dass man bei TEP nicht unbedingt viel Ausgangsleistung benötigt, zeigen die QSOs von V5/ZS4TX mit 9H1PA. Bernie war Anfang September bei V51DM aktiv und arbeitete nur mit einem Icom IC-9700 an einer 11-Element-Yagi-Antenne unter anderem 9H1PA.

■ Mikrowellen-Aktivität in Frankreich

Ende Juli bekam Nino, DL3IAS, eine interessante E-Mail von F5AYE: Jean-Paul kündigte für den 30. 8. eine Mikrowellen-Funkaktion französischer Funkamateure auf dem Mont Saint Romain (Locator JN26JL08NE) im südlichen Burgund an. An diesem letzten Wochenende des Monats findet in Frankreich gleichzeitig die Mikrowellen-Aktivität *Journées*

d'activité statt, sodass mehr Stationen als sonst aktiv sein dürften.

Die Teilnehmeranzahl ist auf 32 beschränkt. Mit dem mitgebrachten Mikrowellen-Equipment sind verschiedene Experimente möglich,



10-GHz-Station von DL3IAS/p

wie etwa Reflexionen am Mont Blanc (es besteht Sicht), Satellitenbetrieb über QO-100, Übertragung von ATV oder auch DX-Verbindungen in SSB/CW. Daneben besteht die Möglichkeit für Vorträge.

Nino hatte sich deshalb vorgenommen, von der Pfalz aus auf 10 GHz QSOs dorthin zu versuchen. Immer unter der Voraussetzung, dass das Wetter mitspielt, es also nicht regnet.

QSO zwischen 9H1PA und V5/ZS4TX

Screenshot: 9H1PA

In der Tat war es an diesem Samstag angenehm warm und weitgehend trocken. Als Standort wählte DL3IAS den Windpark zwischen Schwegenheim und Mechtersheim (Locator JN49EG13WL). Die Entfernung nach Saint Romain beträgt dort 410 km, Antennenrichtung 221°. Nino hat mittlerweile eine gute Vorstellung der Gegebenheiten am Standort im südlichen Burgund: Auf der Rückfahrt von einer Urlaubsreise in die Auvergne diesen Mai war er in Cluny gewesen, das nur 10 km südwestlich von Saint Romain liegt. Was für QSO-Erfolge besonders interessant ist: Gibt es in der Gegend von Saint Romain extrem schwere Gewitter mit sich hoch auftür-

menden Wolken, dann besteht die Möglichkeit, von der Pfalz aus sogar F6DRO (JN03TJ) und andere Stationen um Toulouse auf 10 GHz via Regenscatter zu arbeiten. Daniel, DL3IAE (JN49DG), konnte das die letzten Jahre durch einige Funkkontakte eindrucksvoll nachweisen. Sollten also an diesem Tag Tropo-QSOs möglich sein, dann ist dies ein dezenter Hinweis, dass der Standort in Schwegenheim auch für extremes Regenscatter-DX nach Südwestfrankreich geeignet sein könnte.

So machte sich DL3IAS am Nachmittag um 15.45 Uhr in Schifferstadt (JN49EJ) auf die 20-km-Strecke Richtung Süden. Am gewählten Standort angekommen, war das Gelände zum Glück zwischenzeitlich gemäht worden. Ein kurzer Test nach Italien zu Carlo, IU4MES, (Entfernung 597 km) verlief negativ. Immerhin konnte Nino Carlo kurz für 10 s über Flugzeugscatter hören. Die Bake HB9BBD war zwar über einige kleinere Scatterpunkte über Baden-Württemberg gut hörbar, doch lagen diese von Bologna aus zu weit im Norden, als dass sie hätten nutzen können.

Gegen 16 Uhr starteten dann die Aktivitäten im Burgund. Die Rücksprache für Skeds lief ausschließlich via Smartphone (WhatsApp, Telefonie und ON4KST-Chat). Aufgrund der Entfernung von mehr als 400 km war eine Querverbindung auf 144 MHz mit einfachen Mitteln nicht möglich.

Das Signal von DL3IAS wurde in JN26 sofort konstant via Tropo gehört. Wie üblich standen auf 10 GHz knapp 10 W Sendeleistung an einem 48-cm-Procom-Parabolspiegel zur Verfügung. Wie Nino schreibt, ist ihm durchaus bewusst, dass es weitaus leistungsfähigere Portable-Setups gibt. Doch seine Station ist in wenigen Minuten auf- und abgebaut. Außerdem ist sie noch so leicht, dass man sie ohne Probleme schnell an einen anderen Ort tragen kann. Zeit ist bei Regenscatter ein wichtiger Faktor, denn kein Gewitter dauert ewig.

Zurück zur Funkaktivität: Hier wurde es leider kompliziert. Die Signale waren meist zu leise für SSB und am anderen Ende beherrschte nicht jeder Funkamateur in Burgund CW. Zusätzlich kam noch Störungen vor Ort hinzu, da mehrere Stationen parallel aktiv waren. Damit fiel leider F5HYE als QSO-Partner weg. Es dauerte fast eine Stunde, bis die erste Verbindung komplett war. Mit Thierry, F6HLD/p, klappte es dabei sogar in SSB. Das zweite QSO, diesmal in CW, lief mit Noel, F5BGC/p.



Take-Off Richtung Burgund: Rechts vom Baum geht es nach JN26JL.

Fotos: DL3IAS

Leider nicht komplett waren die CW-QSOs mit Denis, F4VWH/p (alias ON4MU), und Jean-Louis, F5DLJ/p, dessen Rufzeichen Nino nicht eindeutig aufnehmen konnte.

Alle QSOs liefen ausschließlich per Tropo. Die kleinen Scatterpunkte im Schwarzwald konnten bei dieser Richtung ja nicht genutzt werden. Vor allem aber fehlte ein großes Gewitter über den Vogesen – damit wäre alles sehr leicht gegangen. 400 km sind schließlich für Regenscatter keine große Entfernung.

Ganz nebenbei gelang DL3IAS dann doch noch ein sehr schönes QSO mit einem guten Bekannten in der Schweiz: Fiorello, HB9DWK, in JN47PK. Ein kleiner Scatterpunkt über der Schwäbischen Alb erzeugte ein sehr lautes Signal. Es war so laut, dass ein fast rauschfreies FM-QSO über 214 km möglich war. Weitere Skeds mit IU4MES, DL4DBX und F6DKW waren – anders als bei früheren Aktivitäten – leider nicht erfolgreich. In Burgund wurde gegen 18 Uhr der Sendebetrieb eingestellt, und Nino war kurz vor 19 Uhr wieder daheim.

■ Perseiden 2025 enttäuschten

Der Perseidenschauer, üblicherweise eines der jährlichen Highlights für Freunde der Meteor-scatter-Ausbreitung, verhielt sich diesmal wie prognostiziert und enttäuschte. In der Spitze kam es am 12.8. gerade einmal zu 60 Reflexionen pro Stunde, doch meistens verharnten die Reflexionszahlen bei um die 40/h oder sogar darunter. Bis zu einem richtig guten Schauer muss man halt noch etwas Geduld aufbringen. In zwei Jahren dürfte es wieder besser werden.

■ BBT

DF3MC berichtet in Auszügen von den Kommentaren einiger Teilnehmer: „Die Bedingungen auf der Zugspitze (DL5RT) waren diesmal richtig schlecht: Nebel, Schneefall und Temperatur -1°C. Dieser BBT wird wohl als einer



Alles andere als sommerlich: DL5RT beim Sommer-BBT auf der Zugspitze Foto: DL5RT

der schlimmsten Regen-BBT in die Geschichte eingehen. Das Wetter wurde immer schlechter und jedes Mal, wenn man aus dem Zelt heraus die Antenne drehte, war man komplett nass. Am Sonntag herrschte bestes Aprilwetter (DF3MC). Ein paar kleine Regenschauer, Sonnenschein und am Ende auch kräftiger Wind. Besonders freut es mich, dass ich dieses Jahr doch etwas vom Alpen-Adria-Contest profitieren konnte. Es gab einige Momente, da waren die DX-Stationen nicht so umlagert und konnten mein schwaches Signal aufnehmen.“

DF3MC schreibt weiter: „Die Anzahl der Teilnehmer an den beiden BBT (Sommer und Winter zusammen) lag mit 90 ähnlich hoch wie im Vorjahr und steigend im Vergleich zu früheren Jahren. Ein Dankeschön an alle Teilnehmer und die Funkamateure, die von zu Hause den Bergfunkern als QSO-Partner (und Punktelieferanten) geholfen haben.“

In der Jahreswertung des BBT 2025 (berücksichtigt sind Winter- und Sommer-BBT sowie alle Sektionen bzw. Teilnehmerklassen) finden sich auf den Top-Ten-Plätzen:

Jahreswertung des BBT 2025

Pl.	Rufz.	Punkte	Anz. Wettbew.
1.	DL3SFB/p	257 029,0	16
2.	DL6SAQ/p	191 102,5	17
3.	DL3ZAE/p	154 820,0	14
4.	DC5GF/p	137 489,5	16
5.	DL3NDX/p	130 488,5	14
6.	HB9MDP	128 543,5	11
7.	DF3MC/p	128 064,0	12
8.	DJ7PM/p	105 057,0	10
9.	DL1DSR/p	102 829,5	9
10.	DL5EBT/p	88 068,5	6

86 Logs

■ FM-Contest des DARC-OV K32

Auch dieses Jahr veranstaltet der DARC-OV Mittelrhein (K32) wieder einen FM-Kurzcontest. Er findet am 12.10. von 17 Uhr bis 17.30

Uhr auf 2 m und von 17.30 Uhr bis 18 Uhr auf 70 cm statt. Der Wettbewerb wird ausschließlich in FM durchgeführt. Zielsetzung ist es, für Funkamateure mit eingeschränkten geräte-technischen Möglichkeiten einen Wettbewerb mit möglichst geringem Aufwand anzubieten. Die Teilnahme ist daher sowohl mit Handfunkgerät, Mobil-, Portabel- oder Feststation möglich. Im Vordergrund stehen bei dem einstündigen Wettbewerb der Austausch und die Freude am Funkkontakt. Ein FM-Handfunkgerät für 144 MHz oder 432 MHz mit aufgesteckter Antenne reicht schon aus. Die Ausschreibung ist unter <https://tinyurl.com/2nw965y8> einsehbar.

■ Ausblick Oktober

Vom 4.10., 1400 UTC, bis 5.10., 1400 UTC, findet der IARU-Region-1-UHF-Contest auf 432 MHz und höher statt. Der erste Teil des ARRL-EME-Contest 2025 findet am Wochenende vom 11.10., 0000 UTC bis 12.10., 2400 UTC auf 6 m, 2 m, 70 cm und 23 cm statt.

Der Meteoritenschauer Orioniden wird in der Nacht vom 21. auf den 22.10. sein Maximum erreichen. Es werden etwa 25 sichtbare Sternschnuppen pro Stunde erwartet, funkmäßig dürfte bei Meteorscatter die Zahl eher um die knapp 40 Reflexionen/h liegen. Ursache des Schauers ist übrigens der bekannte Halleysche Komet, der jedoch erst 2061 aus den Tiefen des Weltalls zurückkehrt.

Ergebnis UKW-Sommerfieldday 2/3.8.

144 MHz	Pl. Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL2OM/p	K32	JO30RM	66	14692
2.	DL8LR/p	U30	JN39PN	71	13547
3.	DB7MM/p	B21	JN59US	43	11684
4.	DL2GWZ/p		JN49BJ	56	10449
5.	DL3SFB/p	P06	JN48CO	53	9830

39 Logs

432 MHz						
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.	
1.	DL2OM/p	K32	JO30RM	36	8405	
2.	DJ3TF/p	U01	JN69AV	34	4755	
3.	DL3SFB/p	P06	JN48CO	35	4487	
4.	DL8LR/p	U30	JN39PN	30	4479	
5.	DL2GWZ/p		JN49BJ	33	3904	

30 Logs

1296 MHz					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL2GWZ/p		JN48JC	28	4859
2.	DL3SFB/p	P06	JN49ML	27	3951
3.	DL9AAA/p	H27	JN57MK	19	2817
4.	DH7FFE/p	F27	JO40FF	17	2205
5.	DQ8N/p	X43	JN59US	17	2073
5.	DB7MM/p	B21	JN59US	17	2205

12 Logs

FA-Topliste 2/25

Der Einsendeschluss für die nächste UKW-Topliste ist der 4.10.2025. Bitte melden Sie die Anzahl der auf den Bändern oberhalb 30 MHz gearbeiteten Mittelfelder, DXCC-Gebiete mit dem jeweiligen ODX an die Adresse des Sachbearbeiters, DL7YS (dl7yspeter@posteo.de).

Ergebnisse Sommer-BBT 2025

144 MHz	Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	DB7MM/p	JN59US		44	11654
2.	DJ3TF/p	JN69AV		43	10536
3.	DL2GWZ/p	JN49BJ		57	10500
4.	DL3SFB/p	JN48CO		54	9953
5.	DC5GF/p	JN48CO		44	8936

23 Logs

432 MHz	Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	DJ3TF/p	JN69AV		36	5038
2.	DL3SFB/p	JN48CO		36	4736
3.	DJ5AP/p	JN48JC		28	4480
4.	DL2GWZ/p	JN49BJ		33	3855
5.	DC5GF/p	JN48CO		26	3318

xx Logs

1296 MHz	Pl.	Rufz.	Locator	QSOs	Punkte
1.	DJ5AP/p	JN48JC		30	5276
1.	DL2GWZ/p	JN48JC		30	5276
2.	DL3SFB/p	JN49ML		27	3951
3.	HB9BAT	JN37SG		16	3363
4.	DL3ZAE/p	JN57NO		20	3250
5.	DC5GF/p	JN48CO		23	3231

16 Logs



■ 75 Jahre DARC e.V.



Am 30.8. feierte der Deutsche Amateur-Radio-Club e.V. (DARC) mit weit über 1000 Besuchern aus dem gesamten Bundesgebiet und dem benachbarten Ausland seinen 75. Geburtstag bei einem großen Fest in der Baunataler Innenstadt. Hierfür hatte man ein umfangreiches Tagesprogramm zusammengestellt. Im Eingangsbereich des Rathauses präsentierten sich ideelle Aussteller und kommerzielle Händler sowie DARC-Referate und Aktivitätsgruppen.

Das Vortragsprogramm begann um 10 Uhr und fand eine interessierte Zuhörerschaft. Besonders publikumswirksam waren zwei vereinbarte Funkkontakte: Baunatal's Bürgermeister Henry Richter tauschte sich mit seinem Amtskollegen Klaus Schejna aus dem südhessischen Rodenbach aus, wo man den 1000. Geburtstag der Gemeinde feierte. Ein zweiter Funkkontakt gelang über den Satelliten QO-100 zur Neumayer-Station III in der Antarktis. Nachmittags versammelten sich schaulustige Besucher auf dem Europaplatz vor der Stadthalle zum gemeinsamen Ballonstart mit dem Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE). Der Ballon trieb nach dem Start im Laufe des Tages erwartungsgemäß in nordöstlicher Richtung davon und sendete dabei unter anderem Amateurfunk-Fernsehbilder.

Der DARC hat seit den 1970er-Jahren seinen Sitz in Baunatal und ließ auch die dortige Bevölkerung am Fest teilhaben. Der Fokus lag dabei auf den jüngsten Besuchern: Sie konnten erste Erfahrungen mit dem Lötkolben sammeln, sich im Umgang mit dem Löschschlauch üben, Schlüsselanhänger gestalten oder sich schminken lassen.

Einen würdigen Abschluss fand der Geburtstag mit einem Festabend in der Baunataler Stadthalle. Der DARC-Vorsitzende Christian Entsfellner blickte zurück auf die Geschichte des Vereins, unterstützt unter anderem von den Brüdern Jeremy und Richard Shears. Deren Vater Rowland Shears hatte als englischer Soldat nach dem Zweiten Weltkrieg entscheidende Anschubhilfe bei der Wiederzulassung des Amateurfunks und damit zur Gründung des DARC gegeben. Der hessische Ministerpräsident Boris Rhein als Schirmherr der Jubiläumsfeierlichkeiten steuerte zum Abendprogramm ebenso ein Grußwort bei wie Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier. Zahlreiche weitere Gäste, darunter Vertreter europäischer Amateurfunkverbände, feierten mit den deutschen Gastgebern bis in die Nacht hinein.

DARC e.V.

■ 22. AREB 2025 in Dresden

Am Samstag, dem 11.10., findet von 9 Uhr bis 15 Uhr im Haus der Presse Dresden die 22. Amateur-, Rundfunk- und Elektronikbörse AREB 2025 statt. Der neue Veranstaltungsort

liegt noch zentraler in unmittelbarer Nähe zum Bahnhof Dresden-Mitte sowie nur zwei Haltestellen vom Neustädter Bahnhof entfernt und ist damit für Besucher noch besser erreichbar. Anmeldungen für spät entschlossene Aussteller sind noch über das Online-Buchungsformular unter <https://flohmarkt-sachsen.de/areb> möglich. Händler dürfen am Freitag und am Veranstaltungstag kostenfrei in der obersten Reihe des Parkplatzes hinter dem Haus der Presse parken.

Jörg Korczynsky,
freier Projektmanager

■ 71. BBT-Treffen mit Preisverleihung



Am 11.10. und 12.10. findet in St. Englmar im Bayerischen Wald zum 71. Mal das jährliche Treffen der Freunde des Bayerischen Bergtags (BBT) mit Preisverleihung statt. Der Bayerische Bergtag ist ein Funkwettbewerb, bei dem die Teilnehmer mit tragbaren, meist selbstgebauten Funkgeräten von Berggipfeln Funkverbindungen miteinander aufnehmen. Im Veranstaltungsort Gasthof Reiner, Grün 8 in 94379 St. Englmar (www.gasthof-reiner.de, Tel. 09965/596) werden Gäste vor allem aus Süddeutschland, Österreich und Tschechien erwartet. Zum Programm gehören am Samstag ab 10 Uhr ein Flohmarkt sowie die Präsentation der Geräte für den Selbstbauwettbewerb. Von 14 Uhr bis 17 Uhr folgen nach der Begrüßung die Preisverleihungen für den Bayerischen Bergtag 2025 und den Selbstbauwettbewerb 2025. Anschließend treffen sich die BBT-Freunde wieder zum gemütlichen Beisammensein, wobei sicher auch manches Erfolgsgeheimnis zu erfahren ist.

Am Sonntag ab 10 Uhr werden beim technischen Frühschoppen unter anderem Vorschläge für Änderungen der Ausschreibungsbedingungen diskutiert und eventuelle Regeländerungen beschlossen. Beim BBT können die Teilnehmer die Regeln selbst gestalten. **BBT**

■ DM50DMS – 50 Jahre deutsche Märchenstraße

Am 16.8. und 17.8. traf sich der VFDB OV Z25 aus Kassel am Dornröschenschloss im Tierpark Sababurg zu einem Festwochenende anlässlich des 50. Geburtstags der deutschen Märchenstraße. Vom eigenen Stand war an beiden Tagen eine Sonderstation mit dem Sonderrufzeichen DM50DMS mit Sonder-DOK 50DMS aktiv und präsentierte den zahlreichen Besuchern den Amateurfunkdienst.

VFDB-Ortsverband Z25 Kassel

■ Redundanz für den Behördenfunk

Die Amateurfunk-Relaisfunkstelle DBOLNR wird seit rund vier Jahren ohne Unterbrechung in einem Gebäude der Wasserverbund Niederrhein GmbH (WVN) in Schaephuysen am Niederrhein vom Ortsverband Kempen des DARC e.V. betrieben. Die Idee dazu war durch die Erfahrungen mit der kommerziellen Funktechnik im Ahrtal geprägt. Mitte 2025 wurde die Station zum HAMNET-Standort

erweitert und damit in das Notfunknetz des Kreises Kleve eingebunden. Somit haben die Feuerwehr sowie die Gemeindeverwaltung nun die Möglichkeit, in Katastrophenlagen auch bei Ausfall der üblichen Kommunikationswege mit der Leitstelle und dem Krisenstab im Kreishaus per Telefon sowie Datenkommunikation Nachrichten auszutauschen.

Ermöglicht haben das Projekt das ehrenamtliche Engagement der Funkamateure des DARC OV Kempen R05 als Betreiber der Relaisfunkstelle sowie die Unterstützung durch den WVN und den Kreis Kleve. Eine Besonderheit ist die Notstromversorgung mittels einer auf dem Dach des Wasserhochbehälters montierten Solaranlage inklusive Batteriespeicher. Diese Anlage sorgt somit nicht nur für eine Wasserversorgung der Bürger in Rheurdt und Kerken, sondern sichert zudem die Möglichkeit einer Krisen- und Notfallkommunikation.

Hanno Vogels, DK3HV,
OVV OV Kempen

■ Sommertreffen bei DP9A

Wie jedes Jahr, trafen sich Freunde, Helfer, das Stammteam und Familienangehörige rund um die Conteststation DP9A in Jessen zum Sommerfest. Am 30.8. begrüßte das Team um den Stationsverantwortlichen Andi Winter, DK4WA, rund 50 Gäste. In zahlreichen kleinen und großen Runden tauschte man sich über Technik, DXpeditionen oder die jüngsten Conteste aus und konnte dabei die beeindruckende Antennenfarm sowie die Station bewundern.

Den interessanten Vortragsteil gestalteten die drei Referenten Rolf Thieme, DL7VEE, Lutz Gutheil, DM6EE, und Heiko Mann, DL1RTL, mit Präsentationen über die DXpeditionen C21MM, VP2VI und GM4S. Am Ende des Tages hatte das Team um DK4WA einmal mehr eine gelungene Veranstaltung auf die Beine gestellt.

Peter John, DL7YS

■ Mit einem Stück Draht um die Welt

Im August veranstalteten Funkamateure der DARC-Ortsvereine Delmenhorst und Vechta eine Amateurfunkaktion für den Ferienpass Wildeshausen. Es ging darum, Kinder und Jugendliche mit viel Spaß an das Hobby Amateurfunk heranzuführen. Funkamateure aus Wildeshausen, Vechta und Delmenhorst hatten dazu im Aue-Camp Aktivitäten vorbereitet, bei denen sich die jungen Teilnehmer versuchen konnten.

Nach einer kurzen Einführung in die Möglichkeiten des Amateurfunks ging es zur Praxis über. Mit zwei Morsegeneratoren sollten die Teilnehmer Nachrichten im Morse-Code verschlüsseln und sich gegenseitig zusenden. Dies bedeutete hohe Konzentration beim Codieren und Decodieren und führte zu viel Spaß, wenn beim Entschlüsseln der akustischen Punkte und Striche so gar nicht das Gewünschte bei der Gegenstation angekommen war. Abschließend folgte die Königsdisziplin: der Aufbau einer Amateurfunkstation und eine Funkverbindung auf Kurzwelle.

Hans-Gerd Bruns, DL9HG



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ ÖVSV-Wiki

Das ÖVSV-Wiki wurde Anfang September auf eine neue Version aktualisiert. Da es sich dabei um ein größeres Update handelte, wurde der Datenbestand zuerst exportiert und nach dem Update gesondert wieder integriert. Benutzer, die sich länger als ein Jahr nicht angemeldet haben, wurden deaktiviert und müssen gegebenenfalls einen neuen Account beantragen.

■ Neue Gebühren bei der Amateurfunkprüfung

Ab sofort sind in Österreich folgende Gebühren bei einer Amateurfunkprüfung zu zahlen:

- 50 € Prüfungsgebühr (egal ob Voll- oder Ergänzungsprüfung) nach § 15 Absatz 7 TKG 2025
- 21 € Eingabegebühr für den Antrag/die Anmeldung (Gebührengesetz 1957)
- 21 € Zeugnisgebühr bei bestandener Prüfung (Gebührengesetz 1957)

Das bedeutet, dass bei einer bestandenen Amateurfunkprüfung in Summe Gebühren von 92 € anfallen. Durch die kürzlich in Kraft getretene Telekommunikationsgebührenverordnung hat es viele, auch überraschende, Änderungen bei den Gebühren gegeben. Die neue TKG 2025 steht unter www.fb.gv.at/Funk/tkgv.html zum Herunterladen bereit.

■ 80-m-ARDF-Peilwettbewerb in Mureck (Röcksee)

Am Samstag, dem 18. Oktober, organisiert die Ortsstelle Leibnitz ADL 613 wieder das herbstliche Kastanienbraten: Am gleichen Standort wird auch der ARDF-Saison-Abschlusswettbewerb durchgeführt.



Man trifft sich im Gasthof Röcksee, Misselsdorf 40, 8480 Mureck, GPS: N 46,7179°, O 15,7997°.

Der 80-m-Peilwettbewerb wird von Otto, OE6LVG, Martin, OE6AIM, und Andreas, OE6RNT, ausgerichtet und beginnt um 10 Uhr mit Ausgabe der Leihpeiler und einer Einführung für Anfänger. Um 10.30 Uhr findet dann das Briefing statt, der Start ist um 11 Uhr. Der Wettbewerb zählt außerdem zur österreichischen und steirischen Peilmeisterschaft.

Eine Anmeldung per E-Mail an peilen@oevsv.at mit Rufzeichen und/oder Namen sowie Geburtsjahr ist zwingend notwendig.

Falls ein Leihpeiler benötigt wird, ist das auch anzugeben. Stereokopfhörer mit 3,5-mm-Klinkenstecker und eine 9-V-Blockbatterie sind selbst mitzubringen.

Die Veranstalter freuen sich über zahlreiche Besucher.

■ RAT – Radio-Administration-Tool

Das Österreichische Fernmeldebüro ist mit dem neuen Tool RAT in Betrieb gegangen. Dieses hat noch einige Punkte, die verbessert werden müssen.

Ziel ist es, Änderungen und Anträge schnell online erledigen zu können, was in Zukunft für Ansuchen und Änderungen sehr praktisch werden kann. Das elektronische Einbringen der Daten ermöglicht die automatische Vorprüfung der Eingabe sowie die automatische Analyse der technischen Daten und die elektronische Übermittlung des Bescheides und der Bewilligung.

Für den Einstieg ist für Privatpersonen ein Zugang via ID-Austria notwendig. Auf jeden Fall können Anträge weiterhin per E-Mail und Post eingebracht werden. Siehe dazu auch §34 TKG sowie §13 Abs.2 AVG. Das Kundenportal RAT findet man unter: <https://rat.gva.at>



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüsch, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Mit Eigenbau-Loop HF-Störquellen aufspüren

Die Ursachen von hochfrequenten Störungen sind vielfältig und meistens auf Nichteinhaltung der Verordnung der elektromagnetischen Verträglichkeit (VEMV) zurückzuführen. Die VEMV regelt das Inverkehrbringen, Weitergeben, Ausstellen, Inbetriebnahme und Betreiben von Betriebsmitteln, d.h. von elektrischen Geräten und Anlagen, die elektromagnetische Störungen verursachen oder die durch sie beeinträchtigt werden können.

Nebst den kommerziellen Funkeinrichtungen und weiteren Funkdiensten sind auch Funkamateure in einem nicht unerheblichen Maße von unerwünschten Signalen respektive Störungen des Funkspektrums betroffen.

Die Störungssuche erweist sich vielfach als schwierig und sehr zeitintensiv. Die den Funkamateuren üblicherweise dazu zur Verfügung stehen Geräte sind meistens bescheiden, weil professionelle Geräte sehr teuer sind und somit das Budget eines Funkamateurs vielfach überschreiten.

Celso, HB9TNW, Erhard, HB9CIZ, und Hanspeter, HB9CPT, haben sich daher entschlossen, einen Feldstärketester mit Breitband-Loopantenne zur Peilung von hochfrequenten Stör-



Eigenbau-Loop mit Feldstärkemessgerät und Empfänger ATS25
Foto: HB9TNW

signalen zu entwickeln und deren Technik Funkamateuren für den Nachbau zur Verfügung zu stellen. Die Unterlagen wie Layouts, Schaltpläne, Konstruktionszeichnungen, etc. stehen als ZIP-File zur Verfügung und sind ab Anfang September 2025 auf der Website der Sektion St. Gallen HB9SG www.hb9sg.ch abrufbar.

Tnx Info Celso Bassanello, HB9TNW

■ Aktive Fab Labs und Maker Spaces

Fab Labs sind ein globales Netzwerk lokaler Labs, die Erfindergeist fördern, indem sie Zugang zu digitalen Fabrikationsmaschinen bieten. Fab Labs haben eine ähnliche Grundausstattung von Basisfunktionen, die es erlauben

(beinahe) alles herzustellen. Dies ermöglicht die Mobilität von Nutzern zwischen den Fab Labs und das Teilen von Projekten.

Ein Fab-Lab-Netzwerk bietet Unterstützung in betrieblichen, technischen, finanziellen, logistischen und Bildungsfragen über das hinaus, was in einem einzelnen Lab verfügbar ist.

Nachdem das Fab Lab in Winterthur www.fablabwinti.ch schon etliche Jahre monatliche Kurse und Workshops zu vielen Themen anbietet, haben auch das Fab Lab in Zug www.fablab-zug.ch und der Maker Space Reinach BL www.makerspace-reinach.ch ihre Aktivitäten verstärkt.

Diese Angebote richten sich an Erwachsene und Kinder (ab 14 Jahren), vornehmlich an Schüler, Studenten, Unternehmer, Erfinder, Kreative, Künstler, Ingenieure, Handwerker, Neugierige und selbstverständlich alle Funkbegeisterten und solche, die es werden wollen. Einfach an alle, die daran interessiert sind, Neues zu lernen oder zu erschaffen.

Die Eigeninitiative steht bei der Erstellung neuer Projekte im Vordergrund. Die Mitglieder setzen ihre Ideen selbst um und helfen sich gegenseitig. Es sind keine Dienstleister, die Aufträge ausführen. Das Weitergeben eigener Erfahrungen und das Teilen von Wissen, um selbst aktiv werden zu können, zählen zu den Grundprinzipien jedes Fab Labs.

Tnx Info Markus Meier, HB9GXM



Oktober 2025

1. 10.

DIG Geburtstags-Contest [80 m] (CW) 18300/1930

1. – 7. 10.

Aktivitätswoche des DTC e.V. (CW) 0000/2400

2. 10.

DIG Geburtstags-Contest [80 m] (SSB) 18300/1930

3. 10.

Deutscher Telegrafie-Contest (DTC) (CW) 0700/1000

Nordsee-Aktivitätstag [80/10/2 m/70 cm] (All) 0800/1400

Rheinland-Pfalz-Akt. [80 m] (SSB/CW/FM) 1600/1800

URC DX RTTY Contest [160 ... 10 m] 000/2400

3. – 5. 10.

20. Internationales Treffen Amateurfunk Erzgebirge
Informationen unter: www.wildenstein.de/amateurfunk

4. 10.

33. Bayern-Ost Funk- & Elektronik-Flohmarkt des OV
U12, Rottgauhalle, Grafenweg 13, 84307 Eggenfelden

DARC-Hell-Contest [80 m] 1600/1800

QRP-Schwarzwaldtreffen, Lucian-Reich-Schule, Ho-
henstr. 16, 78183 Hüfingen, s. S. 831

4. – 5. 10.

IARU-Region 1 UHF/SHF-Contest (All) 1400/1400

Oceania DX Contest [160 ... 10 m] (SSB) 0600/0600

5. 10.

DARC-Hell-Contest [40 m] 0900/1100

UBA ON Contest [80/40 m] (SSB) 0600/1000

7. 10.

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1700/2100

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Nord-Aktivität [144, 432 MHz] (CW/SSB/
FM) 1700/1900

9. 10.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

10. 10.

Latvian mechanical Key [80 m] (CW) 1800/1900

11. 10.

22. Amateurfunk-, Rundfunk- und Elektronikbörse
AREB, Haus der Presse, Ostra-Allee 20, 01067 Dresden;Noord/Ost-Amateurtreffen bei der Dampfpumpsta-
tion, Oostereinde 4, 9672TC Winschoten, Niederlande

VFDB-Contest [80/40 m] (CW) 0600/0800, 0900/1100

11. – 12. 10.

ARRL-EME-Contest [≥2,3 GHz] 0000/2400

BBT-Treffen Sankt Englmar, siehe <https://bergtag.de>

Makrothen Contest [KW] (RTTY) 0000/1600

Oceania DX Contest [160 ... 10 m] (CW) 0600/0600

Scandinavian Activity Contest [KW] SSB 1200/1200

12. 10.

UBA ON Contest [80/40 m] (CW) 0600/1000

12. – 18. 10.

IKE-Aktivitätswoche der AGCW [KW] (CW) 000/2400

14. 10.

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1700/2100

Westfalen-Süd-Aktivität [144 MHz/432 MHz] (CW/SSB/
FM) 1700/1900

Whitestick Day [80/2 m, 70 cm] (CW, SSB, FM) 1500/1900

15. 10.

AGCW-DL Schlackertastenabend [80 m] (CW) 1900/2030

15. – 19. 10.

IARU HST World Championship, Montenegro

16. 10.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1700/2100

17. – 19. 10.

Jamboree on the Air/on the Internet (JOTA/JOTI)

18. 10.

Bayern-Ost Contest [KW] (CW/SSB) 0600/1000

Hamexpo, Parc des Expositions, 42100 Le Mans, Frank-
reich

DARC-Ausbildungscont. [80/40 m] (CW/SSB) 1200/1400

Radio- und Funkflohmarkt, Weinberg 1, 39264 Garitz

18. – 19. 10.

Stew Perry Topband Challenge (CW) 1500/1500

JARTS WW RTTY Contest [KW] 000/2400

UBA ON Contest [2 m] (CW/SSB) 0700/1000

WAG-Contest [KW] (CW/SSB) 1500/1500

19. 10.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM)

Asia-Pacific Sprint [20/15 m] (CW) 1100/1300

Bayern-Ost Contest [UKW] (CW/SSB) 0600/1000

DUR-Aktivitätscont. [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

GMA-Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz
... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz]
(CW/SSB/FM) 0800/1100

UBA ON Contest [2 m] (CW/SSB) 0700/1000

RSGB 50 MHz AFS Contest (All) 0900/1300

21. 10.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

25. – 26. 10.

CQ WW DX Contest [160 ... 10 m] (SSB) 0000/2400

28. 10.

NRAU Activity Contest u. a. [≥2,3 GHz] (All) 1700/2100

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender,
IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calen-
dar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

ANjo-Antennen, Heinsberg	815
AREB, Dresden	817
Bareither + Raisch, Leonberg	814
Batronix Elektronik, Preetz	791
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	814
Funkerverein Zofingerrunde, Schweiz	814
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	815
Haro electronic, Burgau	814
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	815
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	817
Hotel Hellers Krug, Holzminde	813
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4. US
IK-Telecom, Finnland	813
ILT Schule, Schweiz	837
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	812
Kusch, Dortmund	815
Langer EMV-Technik, Bannewitz	817
QSL-Collection, Wien	815
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	814
Sander electronic, Berlin	817
SDR-Kits, Großbritannien	817
SPE Società Per l'Elettronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	816
Vintronic, Flensburg	815
WiMo GmbH, Herxheim	813/816
electronicrepair.de, Schwaförden	815
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2. US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 11/25

ist am Freitag, dem 10. Oktober 2025.

Vorschau auf Heft 11/25

Marion Island, ZS8W:

Forschungsstation im Südmeer

Nach jahrelangen Bemühungen gelang dem bekannten DXpeditionär Yuris Petersons, YL2GM, im April und Mai dieses Jahres eine überraschende Aktivierung der zu Südafrika gehörenden Insel Marion, Präfix ZS8. Der Weg zu dieser entlegenen Vulkaninsel im Indischen Ozean war beschwerlich, wie der ruhelose Funkabenteurer in seinem Beitrag berichtet.



NF-Tastkopf für Oszilloskope

Die Messung sehr kleiner Signale mit dem Oszilloskop wird oft durch dessen Eigenrauschen und relativ geringe Empfindlichkeit erschwert. Abhilfe schafft der hier beschriebene, rauscharme Tastkopf für den Frequenzbereich 0,3 Hz bis 300 kHz mit wählbarer Bandbreite und Verstärkung.

... und außerdem:

- Tipps fürs Upgrade auf Windows 11
- Contest-Fieldday mit solargepuffertem Akkumulatorsystem
- Abstimmbare Filter mit Operationsverstärkern
- Drehbarer Kurzdipol für 15 m und 10 m
- Einstieg in die digitale Sendart VarAC

Redaktionsschluss FA 11/25: 9. 10. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

erscheint am 29. 10. 2025



SDR-Transceiver zBitx

Der indische Tüftler und Bausatzentwickler Ashar Farhan, VU2ESE, bietet mit dem zBitx einen neuen QRP-Transceiver an, der mit einem Raspberry Pi Zero 2W ausgestattet ist und dadurch interessante Leistungsmerkmale verspricht. Im Beitrag wird das kleine, handliche Gerät vorgestellt und über erste Eindrücke von der Bedienung und aus der Betriebspraxis berichtet.





**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429

DANKESCHÖN

DAS LEGENDÄRE GERÄT



IC-7300 – weltweiter Bestseller mit über 100.000 verkauften Exemplaren. Die Produktion wird nun endgültig eingestellt. Nur solange der Vorrat reicht, verpassen Sie nicht die letzte Chance!



Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 63150 Heusenstamm Deutschland
 Telefon: +49(0)6104-98693-0 E-Mail: info@icomeurope.com Web: www.icomeurope.com

IC-7300
für weitere
Informationen



Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

852 Beharrlich zum Erfolg:
ZS8W von Marion Island

862 Einstieg in die digitale
Sendeart VarAC

866 Neuer Empfängerbausatz
für Radio DARC

870 Aktiver Tastkopf für
Messungen bis 300 kHz

878 Vorgestellt:
QRP-Transceiver zBitx

886 Tipps zum Upgrade
auf Windows 11

890 Verkürzter drehbarer Dipol
für 15 m und 10 m



**VHF/UHF-Multimode-Empfänger
Alinco DJ-X100E**



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt, das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.ML&S.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Das Gnadenjahr für Windows 10

Dass am 14. Oktober 2025 Schluss war mit Windows 10, ist sehr ärgerlich. Es sollte die allerletzte Version sein – doch nun ist für manchen vielmehr Windows wieder einmal das Allerletzte: Man schätzt, dass 40 % der aktiven Windows-10-PCs nicht auf dem offiziellen Weg auf Windows 11 umrüstbar sind – da hilft es auch nichts, dass der Umstieg kostenlos wäre.

Während es schon ärgerlich genug ist, sich einen neuen Computer mit Windows 11 anschaffen zu müssen, den jetzigen zum Wertstoffhof zu bringen und dem dortigen Elektronikschrotthaufen hinzuzufügen, kommt der Aufwand hinzu, alle benötigten Programme neu zu installieren. Inklusiv möglicher Kompatibilitätsprobleme unter Windows 11 bei älterer Software. Wirklich neue Funktionen bietet Windows 11 dabei nicht – mir zumindest ist lediglich die jetzt integrierte und im gesamten System ohne Internetverbindung verfügbare Sprachsteuerung als nützliches neues Feature bekannt.

Wie man auch dann ohne neue Hardware von Windows 10 zu Windows 11 kommen kann, wenn die Windows-Update-Funktion dies zunächst ablehnt, erklären wir in dieser Ausgabe ausführlich in mehreren Varianten ab Seite 886. Dies allerdings mit dem Risiko, dass Microsoft spätere Updates dann doch wieder scheitern lässt.

Doch lässt sich dieser Schritt oder eine Neuanschaffung noch etwas hinausschieben: Auf Druck der EU wird Microsoft privaten Computernutzern ein Jahr kostenlose Sicherheits-Updates anbieten, sofern diese bereit sind, ein Microsoft-Konto einzurichten und sich in diesem wenigstens alle sechs Wochen einzuloggen. Bei Redaktionsschluss war die Funktion allerdings noch nicht verfügbar und gewerbliche Nutzer, insbesondere mit eigenen Domänen im Intranet, müssen diese Updates, wie zuvor angekündigt, bezahlen.

Wer nicht länger von den Entscheidungen in Redmond abhängig sein will, kann seinen PC auf Linux umrüsten. Mit einem entsprechenden Subsystem sind damit auch viele Windows-Programme nutzbar. Etwas Interesse sowie Zeit zur Umstellung und Einarbeitung sollte man allerdings mitbringen. Wer noch im Berufsleben steht, wird seinem Privat-PC vermutlich nicht so viel Aufmerksamkeit widmen wollen – und zunächst das „Gnadenjahr“ annehmen.

Falls man keine Internetverbindung benötigt, die ohne Sicherheits-Updates riskant wäre, kann der PC selbstredend auch noch länger verwendet werden. Doch sind Anwendungen ohne Internetanbindung kaum mehr zu finden: Fast jedes Programm will regelmäßig Aktualisierungen herunterladen oder verlangt nach einer Internetverbindung für die Lizenzprüfung, wie auch Windows selbst. Den Internet-Browser benötigt man ohnehin ständig und selbst Musik oder Filme konsumieren wir heute hauptsächlich über Streaming. Auch ein reiner Amateurfunk-PC ist mittlerweile an irgendeiner Stelle mit dem Netz gekoppelt, ob zur Remote-Steuerung der Station oder für Online-Logs und elektronische QSLs.

Ein Mac ist eine vielleicht schickere, aber auch nicht sicherere Alternative. Auch hier werden ältere Geräte irgendwann nicht mehr mit den neuesten Funktions- und Sicherheits-Updates versorgt.

Wenigstens die Idee, Sicherheits-Updates der Betriebssysteme aus Redmond und Cupertino im EU-Raum als Reaktion auf US-Strafzölle zulasten der Nutzer mit „Einfuhrzöllen“ zu belegen, scheint aktuell wieder vom Tisch zu sein.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Amateurfunk

Beharrlich zum Erfolg: ZS8W, Marion Island



Für die Aktivierung des seltenen DXCC-Gebiets Prinz-Edward- und Marion-Inseln im vergangenen April und Mai wählte Yuris Petersons, YL2GM, einen ungewöhnlichen Weg: Ihm gelang es, als Mitglied des technischen Teams für die südafrikanische Forschungsstation auf Marion für die Überfahrt von Kapstadt einen Platz auf dem Versorgungsschiff S. A. Agulhas II zu bekommen. Damit führten jahrelange Bemühungen endlich zum Ziel. Foto: YL2GM

852

DARC Community Logbook: Online-Unterstützung für Diplome

856

VarAC – Nachrichten- und Datenübertragung in Echtzeit

862

Für bastelbegeisterte Funker: SDR-QRP-Transceiver zBitx



Der indische Tüftler und Bausatzentwickler Ashar Farhan, VU2ESE, bietet mit dem zBitx einen neuen QRP-Transceiver an, der mit einem Raspberry Pi Zero 2W ausgestattet ist und dadurch interessante Leistungsmerkmale verspricht. Im Beitrag wird das Gerät vorgestellt und über erste Eindrücke hinsichtlich Bedienung und Betriebspraxis berichtet. Foto: DL3AS

878

Speisung eines Dipols – symmetrisch oder unsymmetrisch?

882

Verkürzter drehbarer Dipol für das 10-m- und 15-m-Band



Halbwellendipole, endgespeiste Drahtantennen und Vertikalstrahler sind für den Portabelbetrieb sehr beliebt. Doch nicht immer steht für ihre Montage ausreichend Platz zur Verfügung. Ein verkürzter drehbarer Dipol kann in diesen Fällen eine Alternative sein. Foto: DK3BA

890

70. Weinheimer UKW-Tagung

916

FA-Topliste 2/2025

919

Funk

Alinco DJ-X100E empfängt analoge und digitale Signale

858

Zweiband-KW-Empfängerbausatz für Radio DARC



Seit etwa 10 Jahren ist Radio DARC auf Sendung und hat inzwischen eine feste Stammhörerschaft im In- und Ausland. Was liegt näher, als sich dafür selbst einen kleinen KW-Empfänger zu bauen? Der bislang vom FA-Leserservice angebotene Radio-DARC-Bausatz wird nun von einer Zweiband-Version abgelöst. Foto: FA

866

CB- und Jedermannfunk

907

Aktuell

Editorial 843

Postbox 846

Markt 848

Literatur 851

Ausbreitung November 2025 910

Inserentenverzeichnis 922

Vorschau FA 12/25 922

QTCs

AATiS e.V. 906

Bergfunk-QTC 911

SWL-QTC 911

DX-QTC 912



QSL-Splitter 913

CW-QTC 913

Sat-QTC 913

Digital-QTC 914

QRP-QTC 915

UKW-QTC 918

DL-QTC 920

Afu-Welt 920

OE-QTC 921

HB-QTC 921

Termine November 2025 922

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateure.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateure.de> zugänglich.

Unser Titelbild



Breitbandempfänger, vielfach als Scanner bezeichnet, sind sehr beliebt. Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung vieler Funkdienste kommen nun nach und nach Geräte auf den Markt, die neben AM und FM auch digitale Signale hörbar machen können. Das jüngste Beispiel dafür ist der DJ-X100E von Alinco, der ab Seite 858 unter die Lupe genommen wird.

Fotos: DJ2VA, Werkfoto WiMo, Pixabay; Collage: DC2HB

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 908

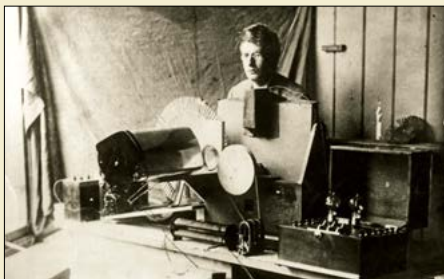
BC-DX-Informationen 909



Texas Radio Shortwave bestätigt Empfangsberichte für jedes seiner Programme mit einer anderen QSL-Karte. QSL: DL1AX

Geschichtliches

100. Jahrestag der Fernsehtechnik



John Logie Baird baute 1925 das erste mechanische Fernsehgerät auf Basis der Nipkow-Scheibe – einem Verfahren, das heutzutage in abgewandelter Form nur noch für spezielle Kameras zum Einsatz kommt. In diesem Beitrag wird an dieses Jubiläum erinnert, denn es bildete die Basis der heutigen Fernseh-technik. Foto: Wikimedia/gemeinfrei

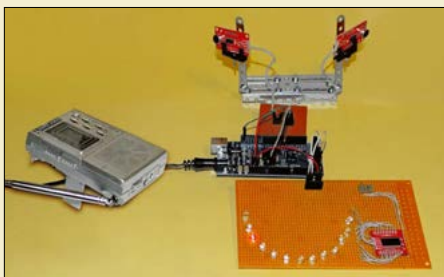
855

Elektronik

12-V-Ladeadapter für vier 5-V-USB-Geräte

861

Sensormodul zur Richtungsbestimmung von Schallquellen



Mithilfe zweier Mikrofone ist es möglich, die Position einer Schallquelle auf einer Fläche zu bestimmen. Hier wird ein universelles Modul beschrieben, das sich als Sensoreinheit zur Steuerung einer Vielzahl darauf basierender Projekte eignet. Foto: Sander

868

Selektivverstärker mit Tastkopf für Messungen bis 300 kHz

870

Störsichere Funkfernbedienung

873

Contest-Fieldday mit gekoppelten Akkumulatoren und PV-Anlagen



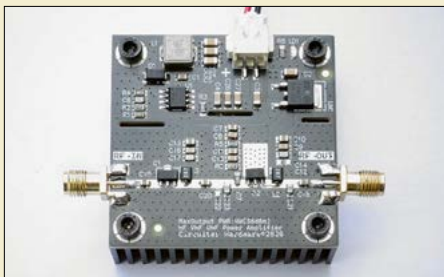
Conteststationen, die abseits des stationären 230-V-Netzes betrieben werden, nutzen in der Regel Benzin- oder Dieselaggregate zur Spannungsversorgung. Neben dem Vorteil der hohen Anschlussleistung haben diese jedoch auch einige Nachteile, sodass die im Beitrag beschriebene Lösung eine interessante und lohnende Alternative darstellt. Foto: DL5ASG

876

Platzsparende Digitalschaltkreise

880

Breitbandverstärkermodul bis 800 MHz auf dem Messplatz



Einige Handelsplattformen im Internet bieten unter anderem preisgünstige HF-Verstärker an und bewerben diese mit interessanten technischen Daten. Erfahrungsgemäß empfiehlt es sich jedoch, die relevanten Parameter nachzumessen, um sich Frust und Enttäuschung beim Einsatz zu ersparen. Hier wird dafür ein Beispiel aufgezeigt. Foto: FA

881

Spulenersatz mit Operationsverstärkern

884

Upgrade von Microsoft Windows 10 auf Windows 11

886

E-Mail-Adresse für Manuskripte

Aus organisatorischen Gründen bitten wir darum, Manuskripte ausschließlich an

redaktion@funkamateure.de zu senden. Manuskripte bitte als eigenständige E-Mail schicken und nicht mit anderer Korrespondenz „mischen“. Siehe auch: www.funkamateure.de → Schreiben für uns sowie FA 3/2021, S. 209 ff.

Bandeindringlinge entdeckt?

Bitte melden Sie unbekannte Signale auf den KW-Amateurfunkbändern unter

www.meldung.intruder-watch.de

oder durch Scannen des QR-Codes. Wir kümmern uns um alles Weitere.

Interessengruppe
Intruder-Watch



Wirkungsgrad von Akkumulatoren

Mich erreichten nach der Veröffentlichung des Beitrags „Mogelpackung aus Fernost: Lithium-Ionen-Akkumulator“ im FA 10/2025, S. 767, Anfragen zu den angegebenen Wirkungsgraden.

Der coulombsche Wirkungsgrad (Ladefaktor) von Lithium-Ionen-Akkumulatoren liegt laut www.batterieforum-deutschland.de/lexikon/wirkungsgrad bei nahezu 100 %. Der energetische Wirkungsgrad (Gesamtwirkungsgrad), in den alle thermischen und Spannungsverluste eingeschlossen sind, beträgt hingegen laut www.stromauskunft.de/speicher/stromspeicher-systeme/stromspeicher-wirkungsgrad 90 % bis 95 %.

Allgemein gilt, dass der Ladefaktor unabhängig vom Alterungsgrad des Akkumulators ist und nur von dessen chemischer Zusammensetzung abhängt. Er sagt somit wenig über den „Gesundheitszustand“ des Akkumulators aus. Selbst bei einem betagten Akkumulator wird man immer nur einen konstanten Prozentsatz an Amperestunden mehr einladen müssen, als beim Entladen wieder zur Verfügung steht. Jedoch wird das Auf- oder Nachladen bei einem alten Akkumulator öfter geschehen müssen, als bei einem Exemplar direkt vom Hersteller. Grund ist, dass ein alter Akkumulator weniger Energie speichern kann als ein neuer. Kommerzielle Anwender wechseln ihre Akkumulatoren daher bereits meist schon aus, wenn sie nur noch 80 % der Nennladung besitzen. Im Hobbybereich muss dieser Wert nicht eingehalten werden. Doch wenn z. B. bei einem Fieldday der frisch aufgeladene Energiespeicher schon nach relativ kurzer Zeit wieder leer ist, sollte man dessen fachgerechte Entsorgung in Erwägung ziehen.

Die Hersteller von Lithium-Ionen-Akkumulatoren empfehlen häufig, den Speicher, nicht nur bei längeren Nutzungspausen, auf maximal 80 % der Nennladung zu laden, da dies die Lebensdauer verlängern soll. Noch ein paar Werte von Bleiakкумуляtoren zum Vergleich: Ausgehend von dem bei <https://de.wikipedia.org/wiki/Ladewirkungsgrad> angegebenen Ladefaktor von 1,4 errechnet sich deren Ladewirkungsgrad zu $1/1,4 = 0,71 = 71\%$. Man muss also wesentlich mehr Energie zuführen, als entnehmbar ist. Und selbst neue Blei-Säure-Akkumulatoren weisen laut der zweiten genannten Website einen Gesamtwirkungsgrad von nur 65 % bis 90 % auf. Außerdem sind Bleiakкумуляtoren nicht so zyklensfest wie moderne Technologien, sodass die Dauer der Nutzbarkeit (Lebensdauer) geringer ist. Man ist also nicht nur aus Energiesicht gut beraten, Bleiakкумуляtoren nicht wieder durch gleiche Typen zu ersetzen, sondern auf eine andere Technologie zu wechseln.

Ingo Meyer, DK3RED

Nicht nur zu Halloween ...



Update zum E-Book-Beitrag

Mit einem Software-Update ist nun bei dem im Beitrag „Schmöckern ohne Eselsohren: Was bringt die E-Book-Technik?“ (FA 9/2025, S. 691 ff.) aufgeführten Kindle Scribe die Handschrifterkennung auch in Deutsch möglich. Ich hatte ja geschrieben: „Eigene Notizen sind ebenfalls möglich, allerdings auf Deutsch bislang ohne Schrifterkennung: Die Handschrift des Benutzers kann nur als Grafik gespeichert werden und der Export auf andere Geräte lässt ebenfalls zu wünschen übrig.“ Jetzt gibt es eine KI-Funktion namens *Geschriebenes verfeinern*, welche eine Schrifterkennung durchführt und dann anschließend das zuvor auf dem Scribe Geschriebene in einer „schönen“ Schrift darstellt, womit man schon einmal die korrekte Schrifterkennung überprüfen kann. Ebenso kann die Schrift in eine Textdatei gewandelt und diese per E-Mail verschickt werden. Die Schrifterkennung ist recht gut und funktioniert sogar bei meiner Handschrift brauchbar. Jedoch benötigt sie einige Sekunden und eine WLAN-Verbindung, weil die Daten bei Amazon in der Cloud verarbeitet werden und nicht lokal auf dem Gerät. Damit ist der Kindle Scribe jetzt aber durchaus geeignet, um auch kurze Notizen oder ein Protokoll einer Sitzung ohne Tastatur abzuspeichern, solange der Datenaustausch über das Internet kein Problem darstellt.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Dass sich im FUNKAMATEUR veröffentlichte Erfahrungsberichte auf technische Aspekte fokussieren, ist in der Ausrichtung des Magazins begründet. Wenn aber, wie beim Beitrag „Schmöckern ohne Eselsohren: Was bringt die E-Book-Technik?“ in FA 9/2025, Produkte aus dem Consumerbereich Gegenstand von Vergleichen sind, halte ich es für angebracht, weitere Aspekte in den Blick zu nehmen. Insbesondere, wenn, wie im Fall des Amazon Kindle, eine Produktreihe besonders hervorgehoben wird.

Amazon war in der Vergangenheit einmal ein Beispiel für ein hohes Maß an Kundenorientiertheit. Dies ist leider seit Jahren nicht mehr so: Mitte 2017 erreichte dieses Unternehmen mit 5,4 von 10 möglichen Punkten bei dem Bewertungsportal Trustpilot nur noch das Prädikat „akzeptabel“, wie die nur noch im Web-Archiv verfügbare Seite <https://web.archive.org/web/20170616041728/https://de.trustpilot.com/review/www.amazon.de> verrät. Inzwischen sind es gar 1,6 Punkte von 5, das Kundenurteil lautet „ungenügend“, siehe <https://de.trustpilot.com/review/www.amazon.de>.

Dies kann ich aus eigener Erfahrung bestätigen. In meinem Fall riet mir ein Anwalt, meine berechtigten Ansprüche gegen Amazon nicht einzuklagen: Er hätte dies in einem Fall, der ihn selbst betraf, auf-





gegeben. „Die sitzen das aus und prozessieren über mehrere Instanzen“ hieß es.

Ich nutze diesen Anbieter seit vier Jahren nicht mehr. Anfangs war dies eine Umgewöhnung, dafür muss ich mich nicht mit einem Unternehmen herumärgern, dessen Marktmacht wohl einfach zu groß geworden ist.

Willi Paßmann, DJ6JZ

Mehrfachsteckdosen

Vielen Dank für den Beitrag „Lebensgefährliche Mehrfachsteckdosen aus China“ im FA 10/2025, ab S. 778. Zu den offensichtlichen Sicherheitsmängeln kommt auch noch die nicht eingehaltene EMV. Da misst man selbst bei typischen USB-Netzteilen zwischen Netzeingang und Gleichspannungsausgang Nadelimpulse mit über $U_{SS} = 1$ V und Anstiegszeiten um 100 ns bis 200 ns. Solange das Schrottnetzteil das Smartphone nur mit einem 1 m langen Kabel lädt, fällt das niemandem auf. Speist dieses jedoch eine Lichterkette (wie in der Weihnachtszeit), hat man eine strahlende Langdrahtantenne. Besser ent-störte Steckernetzteile produzieren einen um 30 dB, also 1000-fach geringeren Störpegel.

Bei mir war eine von ELV bezogene DNT-Wetterstation mit etwa 3 m Kabel zum Netzteil der Stein des Anstoßes. Ich wunderte mich zuerst, dass eine relativ teure Wetterstation wie diese über keinen DCF77-Empfänger verfügt und man die Uhrzeit manuell eingeben muss. Doch dann zeigte mein in der Nähe befindlicher Meteotime-Wetterdatenempfänger öfter „Störung“ an. Nun liefert ein Friwo-Steckernetzteil, das eine Medizingeräte-Zulassung besitzt, den Strom und alles ist in Ordnung.

Der Witz ist: Die chinesischen Hersteller des Originalnetzteils haben den Y-Kondensator falsch angeschlossen und verschenken 10 dB Störabsenkung. Sie haben wahrscheinlich die Applikation des Schaltregler-ICs nicht gelesen. Inzwischen habe ich einen Leserbrief an die Hauszeitschrift „Klartext“ des Bundes der Steuerzahler geschickt. Dort ist man im Mai 2025 über die laxen Prüfungen des TÜV Süd gestolpert.

Jochen Berns, DB1NV

Das mit den Störungen von Steckernetzteilen stimmt. Ich merke schon beim Anschließen des Smartphones zum Laden, dass ein in der Nähe stehender Empfänger für DAB+ verstummt. Bei der lebensgefährlichen Steckdose habe ich das gar nicht mehr weiter untersucht. Aber ich habe ja noch eine unzerlegte und originalverpackte hier.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

Äquator-Preisfrage

Um wie viel Prozent ist das Gewicht einer Person am geografischen Nordpol größer als am Äquator, wenn die Erde als homogene Kugel mit einem Radius von 6371 km betrachtet wird?

3 x 25 €

Einsendeschluss ist der 30. 11. 2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateure.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der FM-Preisfrage vom FA 10/25 können Sie sich noch bis zum 31. 10. 2025 versuchen.

Mach-Preisfrage

Gefragt war, wie weit ein sich in 1500 m Höhe direkt über dem Standort mit Mach 2 bewegendes Flugzeug in dem Augenblick entfernt ist, wenn man der Überschallknall am Boden hört.

Die Mach-Zahl ist das Verhältnis der Geschwindigkeit des Flugzeugs zur Schallgeschwindigkeit in Luft. Mach 2 bedeutet also, dass sich das Flugzeug mit doppelter Schallgeschwindigkeit bewegt. Jedes Überschallflugzeug erzeugt eine kegelförmige Stoßwelle, den sogenannten Machschen Kegel, deren Front als Überschallknall wahrgenommen wird. Die Grafik verdeutlicht die Situation. K ist der Ort, an dem der Knall auftrat, S der eigene Standort und F die Position des Flugzeugs, wenn der Schall bei S eintraf. Die Flughöhe h beträgt 1500 m.

Während der Schall die Strecke s zurückgelegt hat, ist das Flugzeug doppelt so weit, also $f = 2 \cdot s$ geflogen. Das Verhältnis beider Strecken zueinander ist somit: $f/s = 2$

Das rechtwinklige Dreieck KFS ist zum ebenfalls rechtwinkligen Dreieck KXS ähnlich, das heißt, ihre Seitenlängen stehen im gleichen Verhältnis. Die Höhe h im Dreieck KXS entspricht somit der gesuchten Entfernung e im Dreieck KFS . Da $f/s = 2$ ist, beträgt folglich auch $e/h = 2$ und demzufolge ist die gesuchte Entfernung:

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 1500 \text{ m} = 3000 \text{ m}$$

Die Entfernung lässt sich auch anhand des Winkels α an der Spitze des Mach-Kegels ermitteln.

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypothenuse}} = \frac{s}{f} = 0,5$$

Demnach ist $\alpha = 30^\circ$.

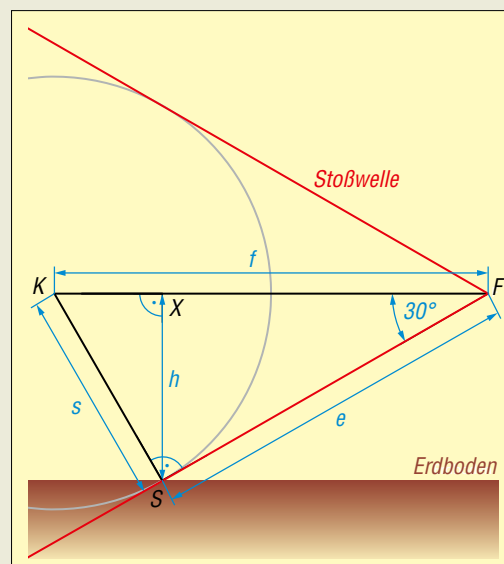
Danach lässt sich aus dem Winkel α und der Flughöhe h bei Nutzung der Gleichung $\sin 30^\circ = 0,5 = h/e$ die gesuchte Entfernung berechnen:

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 1500 \text{ m} = 3000 \text{ m}$$

Die 3 x 25 € für die richtige Lösung erhalten:

**Sophia Bremer
Werner Dornbusch
Moritz Nauert, DN9MN**

Herzlichen Glückwunsch!

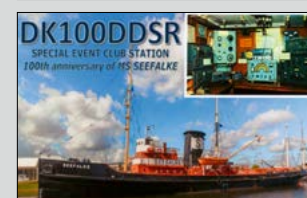
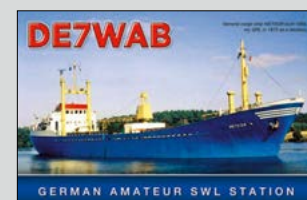
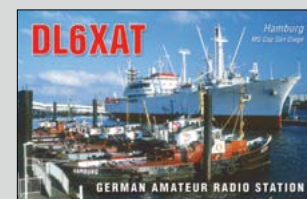


Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Junge, komm bald wieder ...



Den FUNKAMATEUR in der App lesen





Icom ID-5200 am Messestand auf der Hamfair
Foto: www.hamlife.jp

ID-5200

Mobilfunkgerät

- Bänder: 144 MHz, 434 MHz
- DV Dual Watch
- Nearby Repeater Scan
- Bluetooth, WLAN
- 9k6-Anschluss für TNC-Modem (KISS)
- Preis und Verfügbarkeit standen zum Redaktionsschluss noch nicht fest.



Die Daten der RF Power Nanny werden per WLAN ausgegeben und lassen sich in einem beliebigen Browser darstellen.

RF Power Nanny

Messgerät

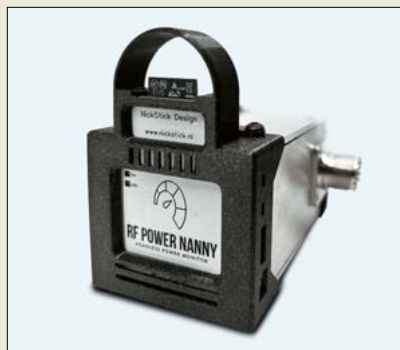
- Frequenzbereich: 1,8...30 MHz
- Leistungsbereich: 5...100 W
- Anzeigeauflösung: 1 kHz
- Einfügedämpfung: <0,05 dB
- Richtschärfe: >25 dB
- Spannungsversorgung: 5 V via USB oder 6...9 V via JSP-Steckverbinder
- Stromaufnahme: 130 mA
- Abmessungen (B x H x T): 55 mm x 80 mm x 100 mm
- Preis: ab 135 €

Neuer Twinbänder ID-5200

Auf der Hamfair in Tokio stellte Icom mit dem **ID-5200** ein DV-fähiges Twinband-Mobilfunkgerät vor. Separate Module gewährleisten den gleichzeitigen und unabhängigen Betrieb sowohl im 2-m- als auch im 70-cm-Band. Auch der analoge und digitale Betrieb sind unabhängig voneinander je Band einstellbar.

Beim Funktionsumfang fallen das Farb-Touchdisplay, die mögliche NF-Anbindung via integriertem Bluetooth-Modul und die zusätzliche Steuerungsmöglichkeit per WLAN auf. Das Gerät besitzt eine DV-Repeater-Monitorfunktion, um schnell eine Verbindung zur nächsten Relaisfunkstelle herstellen zu können.

Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm; Tel. (061 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com

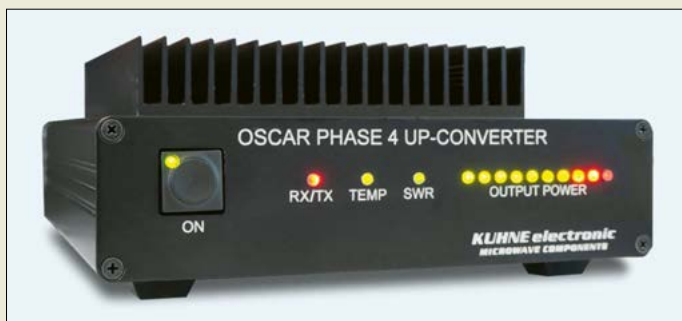


SWV/Leistungsmesser mit Datenausgabe über WLAN

NickStick Design produziert einen SWV- und Leistungsmesser mit der Bezeichnung **RF Power Nanny**. Das kompakte Gerät arbeitet im Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 30 MHz, wertet Leistungen bis 100 W aus und misst die Sendefrequenz. Die ermittelten Daten werden per WLAN ausgegeben und lassen sich im Shack oder darüber hinaus in einem beliebigen Browser in Form eines stilisierten Instruments oder Balkendiagramms darstellen. Zwei Händler sind auf der Hersteller-Website angegeben.

NickStick Design BV, Berghem, Niederlande; <http://powernanny.nickstick.nl>

Markt



Sendekonverter für QO-100

Bei Kuhne electronic ist mit dem **MKU UP 2424 B** ein Konverter für den Funkbetrieb über den Amateurfunktransponder QO-100 erhältlich, der hinsichtlich der LO-Genauigkeit und -Stabilität gegenüber dem Vorgänger verbessert wurde. Er setzt das Sendesignal von 144 MHz auf 2,4 GHz um, wobei als Sendeleistung 20 W zur Verfügung stehen.

Der Konverter besitzt einen integrierten TCXO sowie LDMOS-Leistungsverstärker mit Tiefpassfilter zur Oberwellenunterdrückung um mindestens 60 dB. Die Leistungs- und Statusanzeige inklusive des Auslösens einer Schutzschaltung (SWV, Übertemperatur) erfolgt durch LEDs auf der Frontseite. Der Konverter ist über ein PTT-Signal schaltbar und per RS232-Schnittstelle fernsteuerbar. Darin inbegriffen ist die Änderung der LO- und somit der Sendefrequenz.

Ein konfektioniertes, 1 m langes Kabel zum Anschluss der Versorgungsspannung ist im Lieferumfang enthalten. Der Konverter lässt sich auch über die optional erhältliche IPS-Touchdisplay-Einheit **KU EDP-5.0** steuern. Kuhne electronic GmbH, Scheibacker 3, 95180 Berg; Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; <http://shop.kuhne-electronic.de>

Powerpole-Verteiler

Der bei WiMo für 36 € erhältliche Verteiler **PD-5** der Marke **Powerwerx** vereinfacht die Stromverteilung im Shack, im Fahrzeug oder bei einer festen Installation. Er verfügt über fünf Anderson-Powerpole-Steckverbinder, wobei jede Position als Ein- oder Ausgang nutzbar ist. Der 94 mm x 33 mm x 60 mm große Block ermöglicht eine übersichtliche, verlustarme Verteilung bis 50 A Dauerstrom bei maximal 58 V Gleichspannung. Zwei massive Kupfersammelschienen sorgen für geringen Spannungsabfall und hohe Robustheit. Integrierte Befestigungslöcher erlauben eine rutschfeste Montage. Optional erhältliche Halteclips fixieren die Powerpole-Stecker zuverlässig und verhindern unbeabsichtigtes Lösen.

WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim; Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com; E-Mail: info@wimo.com

Der **MKU UP 2424 B** setzt Signale vom 2-m-Band auf 2,4 GHz um.

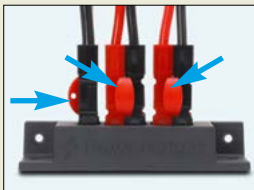
MKU UP 2424 B

Aufwärtskonverter

- Eingangsfrequenz: 144...146 MHz
- Ausgangsfrequenz: 2400...2402 MHz
- Eingangsleistung: 0,5...5 W, einstellbar
- Ausgangsleistung: 20 W
- LO-Frequenz: 2256 MHz
- LO-Genauigkeit: $\leq 1,5$ ppm
- LO-Frequenzstabilität: $\leq 0,5$ ppm (0...60 °C)
- Oberwellenunterdrückung: ≥ 60 dB
- PTT-Steuerung: Kontakt an Masse oder 12 V auf Eingangsleitung
- Rauschmaß: <2,0 dB
- Phasenrauschen: -95 dBc/Hz @ 10 kHz Abstand
- Referenzfrequenzeingang: 10 MHz, 2...10 mW
- Anschlüsse: Eingang BNC, 50 Ω ; Ausgang N-Buchse, 50 Ω ; Referenz SMA-Buchse, 50 Ω
- PTT und Stromversorgung via Sub-D9
- Steuerung via Sub-D9
- Versorgungsspannung: 12...14 V
- Stromaufnahme: 7 A beim Senden mit $P_A = 20$ W
- Abmessungen (B x H x T): 165 mm x 67 mm x 206 mm
- Preis: 1009 €



Der Stromverteiler **PD-5** dient zum Anschluss von bis zu fünf Anderson-Powerpole-Steckverbindern.



Optionale Halteclips, hier die **PP-ClipMini**, verhindern das Lösen der Steckverbinder.

DR-9400

PACTOR-Modem

- Mikroprozessor: ARM v8 Quad-Core
- Betriebssystem: RT-Linux
- Sendarten: PACTOR-1, PACTOR-2, PACTOR-3, PACTOR-4, Packet Radio (1k2 AFSK, 9k6 G3RUH), Robust Packet (RPR)
- GPS-Schnittstelle: galvanisch getrennt, NMEA
- Statusanzeigen: 10 zweifarbige LEDs
- Schnittstellen: USB-C, LAN, WLAN/Bluetooth (Option)
- Zeitbasis: TCXO, 1 ppm
- Spannungsversorgung: 12...30 V, 270 mA
- Abmessungen (B x H x T): 168 mm x 45 mm x 100 mm
- Preis: 1599 €

Markt-Infos

Die Marktseiten informieren über neue bzw. für die Leserschaft interessante Produkte und beruhen auf von der Redaktion nicht immer nachprüfbareren Angaben von Herstellern bzw. Händlern.

Die angegebenen Bezugsquellen bedeuten keine Exklusivität, d. h., vorgestellte Produkte können auch bei anderen Händlern und/oder zu anderen Preisen erhältlich sein. **Red. FA**

Das **PXDdragon DR-9400** ist das neueste **PACTOR-Modem** aus dem Hause **SCS**.



Neues PACTOR-Modem

Mit dem **PXDdragon DR-9400** präsentiert **SCS** die neueste Generation professioneller PACTOR-Modems für zuverlässige Datenverbindungen. Vermarktung und technischer Support erfolgen gemeinsam mit **WiMo**. Das Gerät setzt die Erfolgsgeschichte der DR-Serie fort und bestätigt damit die langfristige Perspektive und Weiterentwicklung der PACTOR-Technologie für weltweite Amateurfunk-, Seefunk- sowie Behörden- und Katastrophenfunkanwendungen.

Das Modem unterstützt PACTOR-1 bis PACTOR-4, Packet Radio (1k2 AFSK, 9k6 G3RUH) sowie Robust Packet Radio (RPR) und bringt Empfangsmodi wie Weather-FAX (RX) und RTTY (RX) mit. Es steht für hohe Standards bei stabiler, sicherer und effizienter Datenkommunikation. Ausgestattet mit einem ARM-Quad-Core-Prozessor und Linux als Betriebssystem bewältigt das Gerät anspruchsvolle Sendarten und macht schnelle, latenzarme Signalverarbeitung möglich. Ein TCXO sorgt für hohe Frequenzstabilität, Status-LEDs gewährleisten den schnellen Überblick über den Betriebszustand.

Das PXDdragon DR 9400 wird ab dem 30. Oktober 2025 lieferbar sein.

Bezug: **SCS, Spezielle Communications Systeme GmbH & Co. KG**, Röntgenstr. 36, 63454 Hanau, Tel. (0 61 81) 85 00 00, Fax 99 02 38, www.scs-ptc.com, info@scs-ptc.com
WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com



Leichtes Headset

Mit dem **Cage One** ist bei **Lautsprecher Teufel** ein kabelgebundenes Over-Ear-Headset erhältlich, dessen geschlossene Bauweise eine sehr gute passive Außenschallisolierung ergibt. Zum Einsatz kommen großzügig bemessene Lautsprecher mit 40 mm Durchmesser, die einen ausgewogenen Klang besitzen und selbst Bässe gut wiedergeben. Das Mikrofon mit frei einstellbarem, abnehmbarem Arm unterstützt durch ein spezielles Löffeldesign die passive Nebengeräuschreduzierung.

Der Anschluss erfolgt über ein fest installiertes, textummanteltes Audiokabel mit 3,5-mm-Stereoklinkenstecker, in das ein Bedienteil für Lautstärke und Mikrofonstummuschaltung integriert ist. Das leichte Design mit einem Headband aus flexiblem Federstahl ist auch für Brillenträger geeignet und die weichen, im Innern mit gut sichtbaren Kanalbezeichnungen (R bzw. L) versehenen Ohrpolster sind austauschbar. Im Lieferumfang ist ein langer Audio-Kabeladapter mit getrennten Anschlüssen für Audio und Mikrofon zum Anschluss an Computer, Spielekonsole oder Smartphone enthalten. Das Headset ist in **Night Black** und **Light Gray** für 79,99 € erhältlich, Austauschohrpolster für 19,99 €.

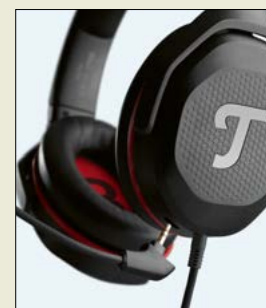
Lautsprecher Teufel GmbH, Bikini Berlin, Budapester Str. 44, 10787 Berlin, Tel. (030) 21 78 42 12, Fax (030) 300 93 09 30; <https://teufel.de>

Steuerprogramm für Nano-VNA sowie FA-VA5 und FA-VA6

Die kostenfrei nutzbare macOS-Applikation **VNAmate** von Thomas Lindner, **DL2RUM**, dient zur grafischen Darstellung der Messergebnisse eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) auf einem Mac. Angeschlossene Geräte lassen sich direkt auslesen. Es können aber auch S1P- oder S2P-Touchstone-Daten importiert oder die Messdaten als CSV-, S1P- oder S2P-Datei ausgegeben sowie die Diagramme als PDF-Datei exportiert werden. Neben diversen **NanoVNA**-Modellen und dem **FA-VA5** wird in der vorliegenden Version 1.3 nun auch der **FA-FA6** unterstützt.

Download: <https://apps.apple.com/us/app/vnamate/id6749779596?mt=12>

Das Headset **Cage One** besitzt weiche, austauschbare Polster, die die Ohren vollständig umschließen. Der Kanal (R/L) ist im Inneren jeder Hörmuschel angegeben.



Bei Bedarf lässt sich das Mikrofon abnehmen.



Das Bedienteil im Anschlusskabel erlaubt die Einstellung der Lautstärke und die Stummuschaltung des Mikrofons.

Cage One

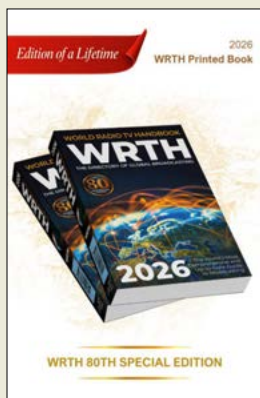
Mikrofon-Kopfhörer-Kombination

- Bauform: Over-Ear, geschlossen
- Frequenzbereich: 8...20 000 Hz
- Kabel: 1,55 m, textummantelt
- Abmessungen (B x H x T): 199 mm x 193 mm x 87 mm
- Masse: 280 g
- Preis: 79,99 €

Letzte gedruckte Auflage

Das **World Radio TV Handbook 2026** von **Radio Data Center** feiert die 80. Ausgabe des Nachschlagewerks für den Rundfunk. Mit über 800 Seiten, darunter 96 farbigen Sonderseiten und exklusiven Jubiläumsbeiträgen, wird diese Ausgabe wieder ein bedeutendes Sammlerstück sein – aber auch die letzte gedruckte Ausgabe vor der Umstellung auf reine Digitalformate. Vorbestellungen sind ab sofort möglich, die gedruckten Ausgaben werden im Dezember 2025 ausgeliefert.

Radio Data Center GmbH, Kammergasse 9, 85354 Freising, Tel. (081 61) 49 62 96; <https://wrth.info>, sales@radiodatacenter.com



Icon des Programms **VNAmate**



Die aus sechs Segmenten bestehende Teleskopantenne **TLSKP-ANT-46-SMA** mit Knickgelenk lässt sich bis auf 46 cm Länge ausziehen.

Neues aus dem Leserservice

Beim **FA-Leserservice** ist die aus sechs Segmenten bestehende Teleskopantenne **TLSKP-ANT-46-SMA** für 7,20 € erhältlich. Sie misst im eingeschobenen Zustand 13 cm, voll ausgezogen 46 cm. Die Antenne ist aus Messing/Edelstahl gefertigt und besitzt ein Knickgelenk sowie einen SMA-Stecker.

F5-xx

Folientrimmer

- Bestellnummer/Kapazität:
- F5-5: 2,4... 5 pF
- F5-10: 3,8... 10 pF
- F5-20: 6,5... 20 pF
- F5-30: 9... 30 pF
- F5-40: 12... 40 pF
- F5-50: 17... 50 pF
- F5-60: 22... 60 pF
- F5-70: 28... 70 pF
- F5-120: 38... 120 pF
- Preis: je 0,35 €



Das bestehende Angebot an Folientrimmern wurde um neun Ausführungen im Rastermaß 5 mm erweitert, sodass nun unter der Bestellnummer **F5-xx** Kondensatoren mit 2,4... 5 pF bis 38... 120 pF Kapazität zu einem Stückpreis von 0,35 € zur Verfügung stehen. Außerdem ist mit der **SMA-BU-E** für jeweils 2,40 € eine SMD-Buchse erhältlich, die für die Zentrallochbefestigung vorgesehen ist. Der Innenleiter ist als Lötkehl ausgeführt, die elektrische Verbindung zum Gehäuse kann über die im Lieferumfang enthaltene Lötöse erfolgen.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateure.de, shop@funkamateure.de

Über 3500 Schaltungen

Der für derzeit 39,95 € bei **Elektor** erhältliche USB-Stick **The Elektor Circuit Collection 2025** enthält über 3500 Schaltungen aus allen Bereichen der Elektronik, die seit 1975 im Elektor Magazin veröffentlicht wurden. Die meisten Schaltungen stammen aus den beliebten Elektor-Summer-Circuits-Ausgaben. Die Themenbereiche erstrecken sich von Audio/Video, Spielen über Hobby, Haus/Hof sowie Prozessoren, Messen/Testen und PC samt Peripherie bis hin zu Stromversorgung und Ladetechnik. Mit der Artikelsuchfunktion lässt sich im Volltextmodus nach bestimmten Inhalten suchen. Die Ergebnisse werden immer als vorformatierte PDF-Dokumente angezeigt. Elektor Verlag GmbH, Lukasstr. 1, 52070 Aachen, Tel. (0241) 95 50 91 90, E-Mail: info@elektor.de; www.elektor.de



Der USB-Stick **The Elektor Circuit Collection 2025** besitzt sowohl einen USB-A- als auch einen USB-C-Stecker.

Theremin-Adventskalender

Hinter den 24 Türchen des für 34,95 € erhältlichen Adventskalenders **Magische Klänge** von **Franzis** verbergen sich alle notwendigen Bauteile für den Aufbau eines Theremins mit Tannenbaum-Antenne inklusive eines Holzgehäuses. Der Aufbau ist dank des Stecksystems und der Anleitung einfach. Alternativ lässt sich am Ende auch eine integrierte Weihnachtsmelodie wiedergeben.

Franzis GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar; www.franzis.de



Scanner für EMV-Messungen

Langer EMV-Technik stellt die in vier Achsen positionierbaren IC-Scanner **ICS 105 set** und **FLS 106 set** her. Beide ermöglichen hochfrequente Nahfeldmessungen über integrierten Schaltkreisen. Je nach verwendeter ICR-Mikronahfeldsonde können Magnet- oder elektrische Felder bis 6 GHz detektiert werden, wobei die Messauflösung 50 µm bis 100 µm beträgt. Für die Bestimmung der Magnetfeldrichtung lässt sich die Sonde automatisch drehen.

Der **ICS 105 set** ist für hochpräzise IC-Messungen und detaillierte Nahfeldanalysen geeignet, bei denen es auf Mikrometergenauigkeit ankommt, während der **FLS 06 set** für größere Baugruppen und komplexe Konstellationen entwickelt wurde. Letzterer bietet ausreichend Präzision für EMV-Messungen im Makrobereich, bei denen Fläche und Geschwindigkeit im Vordergrund stehen.

Langer EMV-Technik GmbH, Nöthnitzer Hang 31, 01728 Bannwitz, Tel. (0351) 43 00 93 29; www.langer-emv.de, sales@langer-emv.de



Jeweils fünf Jahrgänge der Zeitschrift **ELO** sind bei Franzis (www.franzis.de) als Download erhältlich. Die Pakete mit den eingescannten Ausgaben der Jahre 1975 bis 1979 und 1980 bis 1984 kosten derzeit jeweils 29,95 €, das der Jahre 1985 bis 1990 ist für 39,95 € zu haben.

ICS 105 set

IC-Scanner

- Arbeitsbereich: 50 mm × 50 mm × 50 mm
- Schrittweite: 10 µm
- Abmessungen (B × H × T): 350 mm × 400 mm × 420 mm
- Masse: 23 kg

FLS 106 set

IC-Scanner

- Arbeitsbereich: 400 mm × 600 mm × 120 mm
- Schrittweite: 20 µm
- Abmessungen (B × H × T): 1030 mm × 775 mm × 900 mm
- Masse: 75 kg

Mit den IC-Scannern, hier dem **ICS 105 set**, lassen sich Nahfeldsonden mit Mikrometergenauigkeit über Schaltkreisen positionieren.



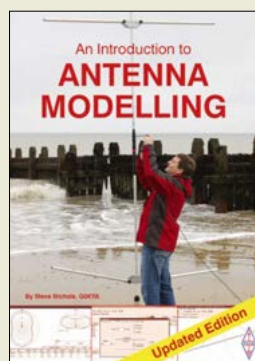
**Jansen, E. (Hrsg.):
Elektor Mag Circuit
Special 2025**

Für Hobbyelektroniker sind die regelmäßig erscheinenden Sonderhefte vom Elektor-Verlag immer eine empfehlenswerte Lektüre. Dies betrifft auch die vorliegende Ausgabe, die eine breite inhaltliche Palette abdeckt, interessante Schaltungslösungen zu unterschiedlichen Aufgabenstellungen bietet und den Leser zu neuen Projektideen anregt. Die Bastelvorschläge und Tipps reichen von Themen wie Audio- und Messtechnik über Stromversorgungsschaltungen bis hin zu Mikrocontroller-Projekten.

Wie gewohnt, liegt der Schwerpunkt dabei auf einfachen, pfiffigen Lösungen. Diese werden gut verständlich, anschaulich und leicht nachvollziehbar beschrieben. Dazu gehören z.B. ein hochwertiger RIAA-Vorverstärker und ein Drehzahlkalibrator für Plattenspieler, ein per Infrarot-Fernbedienung steuerbarer Dimmer, ein USB-Messadapter sowie ein effizienter Treppenlicht-Zeitschalter. Weiterhin finden sich ein Bauvorschlag für einen abstimmbaren Oszillator bis 15 MHz, der auf dem Raspberry Pi Pico basiert, und erprobte Lösungen zur Erhöhung der WLAN-Reichweite von ESP-32-Minimodulen. Hinzu kommen ein Testbericht zu einer preisgünstigen Heißluft-Lötstation und Software-Tipps für die Arduino-IDE.

-jps

**Elektor-Verlag
Aachen, 2025
124 Seiten, 15,90 €
FA-Leserservice E-0611**



**Nichols, S., G0KYA:
An Introduction to
Antenna Modelling**

Früher musste man die Idee für eine Antenne erst in die Praxis umsetzen, um zu beurteilen, ob sie funktionierte. Dies war nicht selten eine sehr zeit- und materialaufwendige Angelegenheit. Dank leistungsfähiger Simulationsprogramme, die nicht nur professionellen Antennenentwicklern, sondern auch Funkamateuren zur Verfügung stehen, ist dies heutzutage nicht mehr nötig. Zu diesen Programmen zählt auch die Freeware MMANA-GAL, die Steve Nichols, G0KYA, hier vorstellt. Er zeigt, wie man die Software installiert und konfiguriert, um damit Antennen zu entwerfen und zu optimieren. Der Autor erläutert die Handhabung des Programms auf anschauliche und verständliche Art und Weise anhand großformatiger Screenshots und zahlreicher Beispiele. Dazu gehören einfache und Multiband-Dipole wie die G5RV- und die W3DZZ-Antenne ebenso wie Vertikal- und Schleifenantennen.

Selbstverständlich stoßen Modelle in der Praxis immer an Grenzen, die man bei der Beurteilung der Simulationsergebnisse im Blick haben sollte. Auch darauf geht G0KYA in einem Kapitel ein. Das Buch richtet sich an Leser, die sich für das Thema Antennensimulation interessieren, und erleichtert Anfängern den Einstieg.

-jps

**RSGB
Bedford 2025
88 Seiten, engl., 14,80 €
FA-Leserservice R-5744**



**Ziegler, F.:
Blitz- und
Überspannungsschutz**

Schäden durch Blitz und Überspannung haben in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Entsprechende Schutz- und Vermeidungsmaßnahmen sind nicht nur für Funkamateure mit Antennen im Außenbereich, sondern auch für Gebäudebesitzer ein wichtiges Thema.

Die zugehörigen Normen wurden in den letzten Jahren tiefgreifend verändert. Sie können nicht nur eine fachliche, sondern auch eine rechtliche Richtschnur sein. Die Grundlagen des äußeren und inneren Blitzschutzes werden in diesem Buch genauso berücksichtigt wie Lösungsansätze aus dem Alltag des Blitz- und Überspannungsschutzes. Auch Überstrom- und Überspannungsschutzeinrichtungen für verschiedene Netzwerkkonstellationen werden besprochen. Schwarzweißfotos zeigen Praxisbeispiele für fehlerhafte Installationen. Grafiken und Tabellen sind durchgehend monochrom gehalten. Die geltenden Normen werden als „roter Faden“ verwendet, um die einzelnen Unterthemen zu erörtern.

Das hohe fachliche Niveau richtet sich an Elektrofachkräfte, Prüfer und Sachverständige, ist aber auch für den Funkamateurer interessant, um die Komplexität einer fachlich korrekten und normgerechten Errichtung einer Blitzschutzanlage zu erfassen.

-dbl

**Hüthig
Heidelberg 2017
168 Seiten, 36,80 €
ISBN 978-3-8101-0435-9**



**Fengel, M.:
Prüfung von Photo-
voltaik- und Speicher-
anlagen**

Dieses kompakte Taschenbuch befasst sich mit der Prüfung von PV-Anlagen und Speichersystemen im Rahmen von Erst- und Wiederholungsprüfungen sowie mit den zugehörigen Prüfungsgrundlagen. Neben der Sicherheit der installierten und betriebenen Anlagen geht es dabei auch um den Werterhalt, da die Anlagen mit zunehmendem Alter wartungsbedürftiger werden. Zudem können Versicherungen die regelmäßige Prüfung zur Auflage machen.

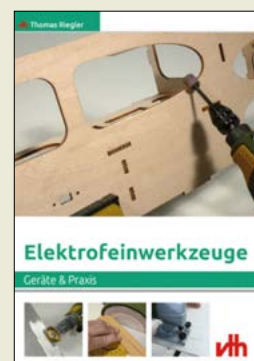
Das Buch gibt darüber Auskunft, welche Besonderheiten sowohl auf der Gleich- als auch auf der Wechselspannungsseite zu berücksichtigen sind, was hinsichtlich der Prüfung von Speichern besonders zu beachten ist und wie eine ordnungsgemäße Dokumentation (Prüfbericht) gestaltet werden sollte.

Die Prüfung umfasst nicht nur die elektrischen Parameter der Anlage, sondern auch die Montage der einzelnen Komponenten, die Kontrolle auf Verschmutzung und Beschädigung, besonders der Panele, und nicht zuletzt der Kabelverbindungen und -durchführungen.

Zwar richtet sich das Buch in erster Linie an Elektroinstallateure, doch auch diejenigen, die sich eine solche Anlage installieren lassen, sollten Kenntnis über mögliche Problemstellen haben.

-red

**Hüthig
Heidelberg 2025
128 Seiten, 19,80 €
ISBN 978-3-8101-0061-2**



**Riegler, T.:
Elektrofeinwerkzeuge –
Geräte & Praxis**

Sei es bei der Bearbeitung von Platinen oder Gehäusen – im Amateurfunk fallen immer wieder feinerwerkliche Bearbeitungen an. Elektrofeinwerkzeuge können viele dieser Arbeiten vereinfachen oder sogar erst ermöglichen. Insbesondere handgeführte Bohr- und Fräsmaschinen sowie kleinformige Tischkreissägen bieten sich hier an.

Unterstützt durch zahlreiche farbige Fotografien werden unter anderem diese Gerätegruppen ausführlich in ihrem Aufbau, ihrer Wartung und im praktischen Einsatz beschrieben. Es ist nicht gänzlich auszuschließen, dass einige der gezeigten Verwendungen der Geräte den Leser animieren könnten, ein sicherheitstechnisches Optimierungspotenzial zuordnen zu wollen. Besonders die vorgestellte Feinschnitt-Tischkreissäge kann mit einem geeigneten Sägeblatt für die Bearbeitung von Platinenmaterialien, auch speziellen HF-Laminaten, herangezogen werden.

Die Ausführungen zum Feinbohrschleifer lassen sich auch auf Produkte anderer Hersteller übertragen und zeigen die vielfältigen Möglichkeiten als schneller Problemlöser. Ob die durch die vorgestellten Maschinen erreichbaren Fertigungsqualitäten eigenen Ansprüchen genügen, kann so vor einem Maschinenerwerb überprüft werden.

-dbl

**VTH
Baden-Baden 2017
208 Seiten, 29,80 €
ISBN 978-3-88180-478-3**

Beharrlich zum Erfolg: ZS8W, Marion Island

YURIS PETERSONS – YL2GM

Vom 27. 4. bis 13. 5. 2025 aktivierte der lettische DXpeditionär Yuris, YL2GM, überraschend das seltene DXCC-Gebiet Prinz-Edward- und Marion-Inseln, Präfix ZS8. Yuris gelang es, nach jahrelangen Bemühungen als offizielles Mitglied des technischen Teams zur südafrikanischen Forschungsbasis auf Marion zu reisen. In knapp 16 Tagen Funkbetrieb auf 160 m bis 10 m gelangen ihm unter dem Rufzeichen ZS8W über 31 000 Funkverbindungen.

Für die Möglichkeit, von der Marion-Insel zu funkern, habe ich bereits seit 2018 gekämpft. Während dieser Zeit wechselten jedoch in Südafrika mehrfach die zuständigen Ansprechpartner und mit jedem Personalwechsel änderten sich leider auch die Anforderungen. Das enttäuschende Ergebnis war jedes Mal, dass es

dafür nach Stockholm fliegen müssen. Da ich aber wusste, dass das Ausstellen eines Visums mindestens 15 Arbeitstage dauert, wäre es nicht mehr möglich gewesen, dieses noch rechtzeitig vor dem Ablegen des Schiffs zu bekommen. Ich sah daher keine andere Möglichkeit, als noch vor Ablauf meines noch gültigen



Endlich am Ziel: Nach jahrelangen erfolglosen Bemühungen erhielt der Weltreisende Yuris, YL2GM, die Möglichkeit zur Aktivierung von ZS8W.

Fotos: YL2GM

für mich keinen Platz auf dem zur Forschungsstation auf Marion fahrenden Versorgungsschiff *S.A. Agulhas II* gab. Anfang dieses Jahres entschied ich, es ein letztes Mal zu versuchen. Ich flog daher im Januar und März nach Südafrika, um mich dort persönlich mit den neuen Leitern der zuständigen Behörde zu treffen. Mit Erfolg: Am 1. 4. erhielt ich tatsächlich die erlösende Nachricht der zuständigen Abteilung für Umweltangelegenheiten der Republik Südafrika, dass ich in das Team aufgenommen und auf Marion als Kommunikationsingenieur eingesetzt werden würde. Die 134 m lange und 22 m breite *S.A. Agulhas II* würde laut Plan am 17. 4. von ihrem Heimathafen Kapstadt auslaufen. Das südafrikanische Forschungs- und Versorgungsschiff wurde 2012 in Dienst gestellt und läuft regelmäßig auch die Inseln Gough sowie Tristan da Cunha an. Da mein Visum für Südafrika bereits am 5. 4. ablaufen würde, hätte ich zunächst ein neues Einreisedokument beantragen und

Visums nach Südafrika zu reisen. Ich kaufte also Tickets für Flüge vom heimatischen Riga, Lettland, nach Istanbul und von dort weiter nach Kapstadt.

■ Holpriger Start

Meine Frau Zigrida brachte mich am 4. 4. zum Flughafen von Riga. Dort begannen die lange Anreise und mein ZS8W-Abenteuer. Am Check-in-Schalter akzeptierte



Aus meinem Hotel in der Nähe von Kapstadt funkte ich unter ZS1/YL7A.

man problemlos meine beiden Taschen als Aufgabegepäck und bezüglich der einzuhaltenden Massegrenzen gab es keine Schwierigkeiten. Dann wurde ich jedoch aufgefordert, mein Kabinengepäck zu zeigen, das aus zwei Gepäckstücken bestand: einer 1.3K-Endstufe von SPE Expert mit 12 kg sowie einem Rucksack mit Laptops und einem Transceiver mit 8 kg. Obwohl ich dazu bereit gewesen wäre, für das zweite Kabinen-Gepäckstück zusätzliche Gebühren zu bezahlen, ließ mich das für die Gepäckaufgabe verantwortliche Personal der Fluggesellschaft damit nicht an Bord. Selbst nachdem der für die Schicht zuständige Vorgesetzte hinzugezogen worden war, hatte ich keinen Erfolg. Mir blieb keine andere Möglichkeit, als ein Business-Class-Ticket der Fluglinie zu kaufen, die den ersten Flug für meine Hauptfluggesellschaft *Turkish Airlines* durchführte. Erst danach durfte ich als letzter Passagier an Bord gehen. Gleich nach der Landung in Istanbul eilte ich zum Schalter für Transit-Passagiere, um ein Business-Class-Ticket auch für den zweiten Flugabschnitt von Istanbul nach Kapstadt zu kaufen. Dies wurde mir jedoch mit der Begründung verweigert, dass ich den ersten Flug von Riga nach Istanbul nicht mit einem Ticket von *Turkish Airlines* absolviert hatte. Die einzige Möglichkeit, die mir angeboten wurde, war der Erwerb eines neuen Tickets zum Preis von 860 US-\$ für den letzten Flugabschnitt nach Kapstadt. Leider blieb mir keine andere Wahl und ich musste die zusätzlichen Kosten akzeptieren, da ich wegen des wie erwähnt ablaufenden Visums unbedingt am folgenden Tag in Südafrika sein musste.

■ Ankunft in Kapstadt

Nach der Landung in Kapstadt durchlief ich die Einreisekontrolle. Der zuständige Beamte wies mich bei der Überprüfung lächelnd darauf hin: „Der letzter Gültigkeitstag Ihres Visums.“ Ich lächelte

freundlich zurück und antwortete: „Stimmt, aber nun kann ich weitere 90 Tage in Südafrika bleiben.“ Nachdem ich die Formalitäten am Flughafen hinter mich gebracht hatte, mietete ich ein Auto und fuhr zu meinem Hotel, das etwas vom Flughafen entfernt lag. Da im Gegensatz zu den meisten europäischen Ländern in Südafrika Linksverkehr herrscht, fuhr ich besonders vorsichtig, da ich mich zunächst an die dortigen Gepflogenheiten gewöhnen musste. Meine Unterkunft lag rund 40 km von Kapstadts Stadtzentrum und nur 800 m vom Meer entfernt.

Am folgenden Tag machte ich mich auf, um meinen Freund Tjerk, ZS1J, zu besuchen. Bei Tjerk holte ich meine Antennentaschen ab, die ich bereits seit 2018 in Kapstadt gelagert hatte. Da im Bereich des Hotels kaum offene Fläche zur Verfügung stand, konnte ich dort nur eine Yagi-Antenne für das 6-m-Band sowie für Kurzwellen einen Vertikalstrahler von DX Commander aufstellen. Von meinem Hotel aus funkte ich einige Tage lang unter dem Rufzeichen ZS1/YL7A. Während dieser Zeit testete ich zudem die anderen Strahler für ZS8W und packte meine beiden Antennentaschen für die anstehende Funkaktivität von der Insel.

Zudem musste ich eine medizinische Untersuchung erfolgreich bestehen, um tatsächlich in das Marion-Team aufgenommen zu werden. Dafür suchte ich in den folgenden beiden Tagen verschiedene Ärzte auf. Zu meiner großen Erleichterung erhielt ich alle erforderlichen Genehmigungen und damit „grünes Licht“.



■ Abfahrt aus Kapstadt

Die *S.A. Agulhas II* sollte am Donnerstag, den 17.4., in Kapstadt ablegen. Man hatte mir erlaubt, bereits einen Tag früher an Bord zu gehen. Also brachte ich schon am Mittwoch mein gesamtes Gepäck zum Hafen, gab meinen Mietwagen am Flughafen zurück und ging an Bord. Ich war nun der einzige Passagier, da die anderen Mitreisenden erst am folgenden Tag um die Mittagszeit kommen würden. Am festgesetzten Abreisetag warteten wir jedoch vergeblich auf das Ablegen des Schiffes, da dies aus einem uns nicht mit-



Das Forschungs- und Versorgungsschiff *S.A. Agulhas II* brachte mich zur südafrikanischen Forschungsstation auf der Insel.

geteilten Grund um einen Tag verschoben worden war. Das Verladen der Container und der restlichen Fracht zog sich bis spät in den Abend hin. Endlich, am Freitag, den 18.4., verließen wir gegen 15 Uhr den Hafen von Kapstadt.

■ Marion-Insel

Nach einer mehrtägigen Seereise erblickten wir am Dienstag, den 22.4., gegen 17 Uhr die Marion-Insel auf der Steuerbordseite (rechts in Fahrtrichtung) und die Prinz-Edward-Insel auf der Backbordseite (links) unseres Schiffes. Zu meinem großen Bedauern konnten die Bordhubschrauber aufgrund des herrschenden schlechten Wetters jedoch nicht fliegen. Wir mussten also, in der Hoffnung auf bessere Wetterbedingungen, noch zwei weitere Tage an Bord der *S.A. Agulhas II* verbringen.

Das Leben an Bord war vergleichbar mit dem Aufenthalt in einem *All-inclusive-Fünfsternehotel*. Wir wurden dreimal täglich mit schmackhaften und reichlichen

berflug sollten acht Passagiere auf die Insel gebracht werden. Für den ersten Tag waren insgesamt zehn Flüge geplant. Die letzten Flüge sollten der Beförderung von persönlichem Gepäck dienen. Priorität hatten solche Mitglieder des Teams, die auf der Marion-Insel Schlüsselpositionen besetzten. Dies waren etwa Techniker, die mit dem Austausch von Generatoren oder mit anstehenden Reparaturen von Ausrüstungsgegenständen betraut waren.

Da für mich keine priorisierte Erlaubnis zum Übersetzen galt, stand mein Name nicht auf der Flugliste für den ersten Tag und ich sollte erst am zweiten Tag an Land gebracht werden. Leider sorgte jedoch am folgenden Tag dichter Nebel da-



Der Transport von Mensch und Material vom Schiff zur Insel erfolgte per Helikopter.

für, dass die Hubschrauber nicht fliegen konnten. Endlich, am Sonntag, den 27.4., klarte der Himmel auf und die Sonne kam heraus, sodass ich mit dem zweiten Flug des Tages die Insel erreichte.

■ Erste Verbindung unter ZS8W

Man wies mir auf dem Gelände der Forschungsstation einen Funkraum im Hangar für die Helikopter zu, der etwa 200 m vom Hauptgebäude der Basis entfernt lag. Im Hauptgebäude befanden sich die

Südafrikas Forschungsstation auf der Marion-Insel



In diesem Helikopter-Hangar richtete ich meinen Shack ein.

Mahlzeiten bestens versorgt. Zusätzlich waren Kaffee und Snacks rund um die Uhr verfügbar. Jeden Abend um 20 Uhr öffnete die Bar und man konnte sich bei einem Glas Wein mit den Mitreisenden unterhalten und sie dabei näher kennenlernen.

Am Freitag, nachdem sich nach dem Frühstück die Wetterbedingungen verbessert hatten, stellte man die ersten Fluglisten zusammen. Mit jedem Hubschrau-

Kantine, Kontrollräume sowie technische Labore. Wie es meine Gewohnheit ist, versuche ich immer, ein Funkgerät und eine einfache Antenne im Handgepäck mitzuführen. Dies erwies sich auch dieses Mal als sehr nützlich, da ich gleich nach dem Mittagessen eine EFHW, also eine endgespeiste Multiband-Halbwellen-Drahtantenne, errichtete und unter ZS8W mit AD8DD der erste Funkkontakt von der Marion-Insel gelang. Die Hubschrau-

berpiloten waren bis zum Abend beschäftigt, Ausrüstungsgegenstände und Container vom Schiff auf die Insel zu bringen. Der Container mit meinen Antennentaschen kam erst abends auf die Insel.

■ Weiterer Antennenaufbau

Am folgenden Tag stellte ich den Vertikalstrahler von DX Commander auf und installierte zwei Funkarbeitsplätze. Als Transceiver hatte ich zwei Yaesu FT-891 und einen SunSDR2-Pro dabei und ich loggte zahlreiche Stationen. Am 1.5. musste ich den Funkbetrieb für drei Tage einstellen, da eine Gruppe von Wissenschaftlern Messungen extrem niedriger Strahlungen durchführte. Die Forscher waren nach Marion gereist, weil es auf der abgelegenen Insel nur äußerst geringe Hochfrequenzstörungen gibt.

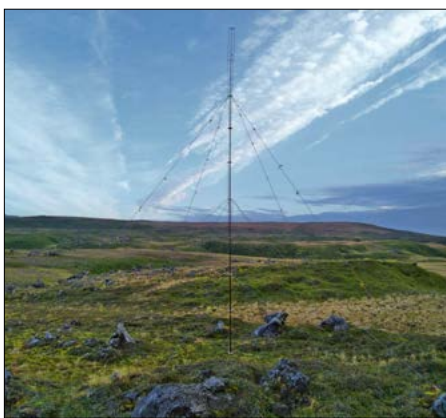
Ich nutzte diesen Zeitraum der Funkstille, um weitere Antennen aufzustellen und die Insel zu erkunden. Die erste Antenne, die ich nach der DX Commander installierte, war die LBS-Vertikalantenne. Diese ist 14 m hoch und lässt sich für Funkbetrieb auf den Amateurfunkbändern von 30 m bis 160 m verwenden. Danach hatte ich den Aufbau eines Spiderbeams geplant. Die Aufstellorte für meine Antennen waren bereits genehmigt und die zum Schutz der Umwelt erforderlichen Maßnahmen im Vorfeld abgesprochen worden. Allerdings konnte ich den Spider-



In wetterfester Kleidung auf Erkundungstour

beam aufgrund der herrschenden und ständig wechselnden Wetterbedingungen nicht aufbauen. Tägliche Regenschauer und Schnee sowie Windböen von über 70 km/h bis fast 110 km/h verhinderten dies. Meiner Einschätzung nach hätte die Antenne die extremen Wetterbedingungen nicht lange unbeschadet überstanden, sodass ich weiterhin nur über die Vertikalantennen funken konnte.

Während der Zeit meiner „Funkpause“ unternahm ich eine kurze Erkundungstour über die Insel und fotografierte. Da aufgrund des andauernden schlechten Wetters auch die Wissenschaftler ihre emp-



Windböen bis fast 110 km/h erforderten die sorgfältige Antennenabspannung. Dennoch kam es zu Problemen.

findlichen Messungen einstellen mussten, konnte ich meinen Funkbetrieb bald wieder aufnehmen.

■ Tägliche Routine

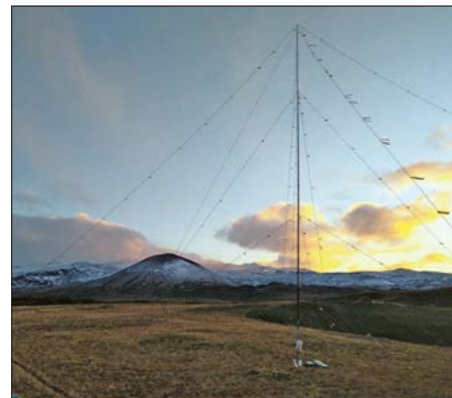
Während der folgenden Tage stellte sich die übliche DXpeditions-Routine ein. In der Basis bereiteten professionelle Köche die Mahlzeiten zu. Diese wurden als Büfett angerichtet und schmeckten köstlich. Am Freitag, den 9.5., richtete man eine Feier aus: Die Mannschaft, die auf der Basis überwintert hatte, übertrug dabei offiziell ihre Aufgaben an das neue Team. Der offizielle Teil der Feier endete mit einem festlichen Abendessen.

Ich funkte nur zwei Nächte lang auf den unteren Bändern 80 m und 160 m, bis die Probleme begannen. Da die herrschenden Windböen das Stehwellenverhältnis der Antenne änderten, setzte das Schutzsystem der Endstufe ein und damit endete deren Betrieb. Obwohl ich mehrfach versuchte, die Lowband-Antenne wieder richtig abzustimmen, konnte ich nicht mehr senden. Die Elektronik war beschädigt worden und ich konnte daher die LBS-Antenne nicht mehr für die beiden unteren Bänder abstimmen. Das Ergebnis war, dass ich lediglich 477 Kontakte auf 160 m und 1206 auf 80 m in mein Log schreiben konnte. Daher schafften es leider viele anrufende Stationen, besonders aus der Region Nordamerika, nicht ins Log von ZS8W.

■ Ende des Funkbetriebs

Die Leitung der Marion-Expedition informierte mich, dass meine Antennen spätestens am 12.5. im vorgesehenen Container verpackt sein mussten. Also begann ich am Morgen jenes Tages schweren Herzens mit dem Abbau und dem Packen der Antennentaschen. Nur die EFHW-Drahtantenne und ein Yaesu-FT-891-Transceiver blieben vorerst funkbereit.

Am folgenden Tag räumte ich nach dem Frühstück das Zimmer auf und packte mein Handgepäck. Nach dem Mittagessen warteten wir auf unseren Hubschrauberflug zum Schiff. Erneut waren die Wetterbedingungen schwierig, verbesserten sich jedoch kurz vor Sonnenuntergang.



Die 14 m hohe LBS-Vertikalantenne ließ sich bald nicht mehr für 160 m und 80 m abstimmen.

An diesem Tag setzten die ersten 40 Mitglieder der scheidenden Mannschaft auf das Schiff über. Der Rest der Mannschaft und die verbliebenen Frachtcontainer folgten am nächsten Tag.

Am Mittwochabend, 14.5., legte die *S.A. Agulhas II* von der Insel in Richtung Südafrika ab. Die Rückfahrt dauerte fünf Tage, wobei mir eine bequeme Einzelkabine zur Verfügung stand. Die Abende verbrachte ich erneut in der Bar und nutzte diese Zeit für Gespräche mit den neu gewonnenen Freunden. Unser Schiff erreichte am 20.5. den Hafen der südafrikanischen Stadt Durban. Dort angekommen, stand die *S.A. Agulhas II* Einheimischen und Studierenden für Besichtigungen offen, damit diese sich näher über die Aufgaben des Forschungsschiffes informieren konnten (www.sanap.ac.za/explore/vessels). Weitere Details über mein ZS8W-Abenteuer finden interessierte Leser unter <https://lral.lv/zs8w/index.html>. Meine nächsten Funkabenteuer sind bereits geplant.

**Übersetzung und Bearbeitung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**

QSO-Statistik von ZS8W nach Bändern und Sendarten

Band	FT8	CW	SSB	total	%
160 m	477	0	0	477	1,5
80 m	1206	0	0	1206	3,8
40 m	4609	1266	0	5875	18,5
30 m	5219	1	0	5220	16,5
20 m	4360	955	2	5317	16,8
17 m	3441	0	0	3441	10,9
15 m	2895	1276	49	4220	13,3
12 m	1686	0	0	1686	5,3
10 m	3486	744	0	4230	13,4
gesamt	27 379	4242	51	31 672	

100. Jahrestag der Fernsehtechnik

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

1925 baute John Logie Baird das erste mechanische Fernsehgerät auf Basis der Nipkow-Scheibe – einem Verfahren, das heutzutage in abgewandelter Form nur noch für spezielle Kameras zum Einsatz kommt. Nachfolgend wird an dieses Jubiläum erinnert, denn es bildete die Basis der heutigen Fernsehtechnik.

Alles begann mit Paul Nipkow (1860 – 1940), der während seines Studiums in Berlin 1883 auf die Idee kam, ein Bild mithilfe einer sich drehenden Scheibe, in die spiralförmig Löcher angeordnet waren, zu zerlegen [1]. Mit diesem Verfahren war die serielle Übertragung von Bildern möglich. 1884 meldete Nipkow beim Kaiserlichen Patentamt unter der Bezeichnung *Elektrisches Teleskop* ein Patent an, das 1885 rückwirkend zum 6. Januar 1884 erteilt wurde. Jedoch konnte er nicht genug Geld aufbringen, um die jährlichen Patentgebühren zu zahlen, sodass das Patent bereits 1886 ungenutzt verfiel.

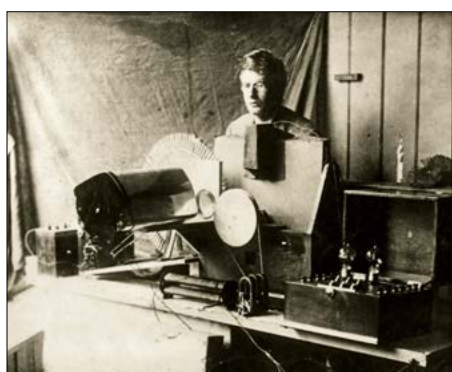


Bild 1: John Logie Baird im Jahr 1924 hinter seinem ersten mechanischen Fernsehgerät
Foto: Wikimedia/gemeinfrei

Der Schotte John Logie Baird (1888 – 1946) war der Erste, der ein mechanisches Fernsehgerät auf Basis der Nipkow-Scheibe baute. Er gilt deshalb als Fernsehpionier, auch wenn sein Beitrag zur Geschichte der Fernsehtechnik selten gewürdigt wird. Bereits als Jugendlicher beschäftigte er sich mit Elektro- und Nachrichtentechnik und baute ein einfaches Telefonsystem, um sich mit seinen auf der anderen Straßenseite wohnenden Freunden zu unterhalten. Später studierte er am *Glasgow and West of Scotland Technical College* und der *University of Glasgow*.

Zu Beginn des Ersten Weltkriegs musste er das Studium abbrechen. Da er aufgrund gesundheitlicher Probleme nicht für den Militärdienst geeignet war, arbeitete er währenddessen als leitender Ingenieur beim Elektrizitätswerk *Clyde Valley Electrical Power Company*, bevor er sich

1919 in Santa Cruz/Trinidad selbstständig machte, um seinen Experimenten zur technischen Entwicklung des Fernsehens auf Grundlage der Nipkow-Scheibe mehr Zeit widmen zu können. Sein Ziel war deren Nutzung zur Übertragung bewegter Bilder.

Zwar entdeckte Karl Ferdinand Braun 1874 den Selengleichrichtereffekt, jedoch begann die Produktion passender Bauelemente erst Jahrzehnte später. Selen-schichten auf Metallen waren lichtempfindlich, doch damit hergestellte Selenzellen arbeiteten zu langsam, was auch Baird erkannte.

Daher baute er 1924 das erste rein mechanische Gerät, Bild 1. Mit diesem ließen sich Bilder zur Übertragung zerlegen. John Logie Baird verwendete Teile, die in jedem Haushalt verfügbar waren, ebenso Fahrradspeichen und Lampenlin-sen. Der Aufbau funktionierte vom Prinzip her. Das Bild einer davor bewegten Puppe ließ sich einige Meter übertragen, auch wenn es ziemlich unscharf war und relativ stark flimmerte. Für nachfolgende Geräte nutzte er die Nipkow-Scheibe.

Um Geld für die Weiterentwicklung zu bekommen, lud Baird Journalisten und Unternehmer ein und führte dieses Gerät vor. Aufgrund der begrenzten Bildqualität konnte er jedoch niemanden überzeugen. Lediglich der Fachjournalist Harry Robinson veröffentlichte einen Beitrag darüber. Diesen las der Betreiber eines Kinos, der Baird Geld anbot, wenn dieser nach London umziehen würde.

Das in Aussicht gestellte Geld bekam er offensichtlich nicht, denn er musste Nebentätigkeiten annehmen. Trotzdem entwickelte er nach seinem Umzug das mechanische Fernsehgerät weiter. Anfangs besaßen die Nipkow-Scheiben nur 180 Bohrungen, durch die das über Linsen aufgenommene Bild zeilenweise zerlegt wurde. Baird erhöhte die Anzahl der Bohrungen und verstärkte das mit einer Fotozelle aufgenommene Bild mit einem der damals neuen Röhrenverstärker.

Die Signalübertragung erfolgte per Draht. Das empfangene Signal wurde nochmals verstärkt und diente zur Ansteuerung ei-

ner Lampe. Hinter der synchron zum Sender laufenden Nipkow-Scheibe auf der Empfangsseite war das Bild erkennbar. Anfangs nutzte Baird weiter Puppen für die Experimente. Ende 1925 half ihm ein Bekannter, indem er seinen Kopf vor dem Sender bewegte. Baird konnte dies auf dem im Nebenzimmer untergebrachten Empfangsgerät beobachten. Das war vor 100 Jahren die Geburtsstunde des ersten Fernsehenders und -empfängers.

Am 26. Januar 1926 führte John Logie Baird in einem Dachzimmer im Zentrum Londons diese Fernsehgeräte Wissenschaftlern vor, die danach von dem Verfahren überzeugt waren. Bereits 1927 ließen sich per 700 km langer Telefonleitung Fernsehsignale zwischen London und Glasgow übertragen. Die neu gegründete *Baird Television Development Company* verwendete ab 1928 auch Funktechnik und konnte erstmalig ein Fernsehsignal von London nach New York senden. Auch die Übertragung zu einem Schiff gelang. Später entwickelte Baird das Verfahren zum Farbfernsehen weiter, ebenso führte er den ersten Versuchsaufbau für Stereobildsignale vor.

In den 1930er-Jahren begann die Entwicklung der Fernsehtechnik auf der Basis von Röhren. Da sich diese immer mehr



Bild 2: Bairds 1930 aufgebautes, verbessertes mechanisches Fernsehgerät

Foto: Nationalmuseum für Wissenschaft und Technologie Leonardo da Vinci, Mailand; CC BY-SA 4.0

durchsetzten, geriet die auf mechanischen Komponenten basierende Technik von John Logie Baird zunehmend in Vergessenheit. Mechanische Verfahren werden jedoch für spezielle Kameras in der Wissenschaft weiterhin verwendet.

k.sander@s-elabor.de

Literatur

- [1] Sander, K.: Mechanischer Fernseher mit Nipkow-Scheibe als Modell. *FUNKAMATEUR* 69 (2010) H. 9, S. 938–940
- [2] Schönfeld, W.-H.: Hochfrequenztechnik – Vom Schwingkreis bis zum Farbfernsehen. Rowohlt Verlag, Hamburg 1970
- [3] Rhein, E.: Wunder der Wellen. Deutscher Verlag, Berlin 1935

DARC Community Logbook: Online-Unterstützung für Diplome

WILLI PASSMANN – DJ6JZ

Mit dem DARC Community Logbook hat der Deutsche Amateur Radio Club e. V. ein Pendant zum Logbook of The World (LoTW) der US-amerikanischen Amateurfunkvereinigung ARRL geschaffen. Beide bieten eine webbasierte Möglichkeit, die vereinseigenen Amateurfunkdiplome zu erwerben. Der Beitrag beschreibt die Optionen dieses Dienstes.

Das *DARC Community Logbook*, abgekürzt DCL, ist ein webbasiertes Logbuch und hat sich zum Ziel gesetzt, bei der Beantragung von DARC-Diplomen zu helfen. Es ist allerdings nach Darstellung des DARC e. V. kein Online-Logdienst – diese waren Gegenstand einer Beitragsreihe des FUNKAMATEUR [1].

■ Historie

Das Projekt geht auf eine Idee zurück, die während der Ham Radio 2002 entstand. Damals hieß es noch *DARC Contest-Logbook* und hatte die Aufgabenstellung, den Verwaltungsaufwand für die Bearbeitung von Diplomanträgen durch Einsatz des Internets auf ein Minimum zu reduzieren, gleichzeitig jedoch hohe Anforderungen an die Prüfung der Daten zu gewährleisten. Dies galt auch für Contest-QSOs, bei denen die Logdateien beider Funkpartner vorliegen, jedoch keine QSL-Karten.

Im Jahr 2004 wurde das Projekt in den Regelbetrieb übernommen. Anschließend beschloss der Amateurrat die Anerkennung von DCL-Bestätigungen für Diplome des DARC e. V.

Heute ist der Leistungsumfang des DCL umfangreicher. Alle hochgeladenen Funkverbindungen lassen sich durch Kreuzvergleiche mit Angaben aus *Club Log*, dem *Logbook of The World* und von *eQSL.cc* verifizieren. Auch Papier-QSL-Karten – die Bezeichnung hierfür lautet T-QSL – sind nach der Bestätigung sofort für diverse Diplome verwendbar. Das Community Logbook hilft bei der Auswertung und bei Diplomanträgen.

■ DCL in der Praxis

Für die Nutzung ist zunächst ein Konto unter [2] zu erstellen. Inhaber einer E-Mail-Adresse mit der Domain *darc.de* bekommen das Passwort an diese Adresse geschickt. Gibt man eine andere E-Mail-Adresse an, lässt sich die LoTW-Prüfung nutzen, siehe Bild 1. Bei der letztgenannten Option ist ein Häkchen bei *mit LoTW prüfen* zu setzen und das entsprechende Passwort in das Eingabefeld einzutragen. Anschließend sollte die Anzeige „DCL-Zugangsdaten verschickt“ erscheinen.

Wenn man kein DARC-Mitglied bzw. nicht beim LoTW registriert ist, besteht

die Möglichkeit der manuellen Überprüfung der Anmeldedaten, was selbstverständlich länger dauert.

Die Verifizierung via LoTW führte bei mir nicht zum Erhalt eines Passwortes, doch Martina Köhnemann, DO8MKR, half über die E-Mail-Adresse *dcl@darc.de* innerhalb eines Tages im Rahmen einer manuellen Anmeldung. Hierfür war die Einsendung eines Scans der Amateurfunkgenehmigung erforderlich. Wenige Tage später soll auch die automatische LoTW-Verifizierung wieder funktionsfähig gewesen sein. Eine ausführliche Beschreibung von Anmeldung und Registrierung im DARC Community Logbook findet sich unter [3].

Der erste Schritt zur Nutzung ist das Hochladen des eigenen Logbuchs in Form einer ADIF-Datei, Bild 2. Jedoch erwies sich die diesbezügliche Beschränkung der Datenmenge als praxisfern: „Die maximale ADIF-Dateigröße ist 4 MByte! Größere ADIF-Dateien bitte in mehreren Portionen laden!“ heißt es auf der Website, Bild 3. Dies hätte in meinem Fall eine aufwendige Prozedur erfordert, denn mir standen nur eine 63 MB große Datei aus der Software Log4OM v1 und eine 99 MB große aus Log4OM v2 zur Verfügung.

Daher wählte ich als Alternative die Option *LoTW-Import*. Hierbei wird ebenfalls auf Einschränkungen hingewiesen: „Bitte laden Sie, möglichst schon vor dem LoTW-Import, Ihre QSO-Daten per ADIF-Import ins DCL. Nur so sind Ihre Daten dort vollständig. Der LoTW-Import allein liefert Ihnen nur Bestätigungen, das sind Kurzdatensätze mit wenigen Daten.“ Dies erschien mir gleichwohl praktikabel, denn für Diplomanträge sind ohnehin nur Datensätze bestätigter Verbindungen von Interesse.

Allerdings sollten ernsthafte Diplom-sammler auf den Import aller Daten nicht verzichten, denn bei dem folgenden Einlogvorgang erschien der Hinweis, dass mehr als 4000 meiner übernommenen Datensätze unvollständig seien, und Folgendes: „In Kurzdatensätzen fehlen z. B. RST, SUBMODE, PROP_MODE und SAT_NAME, aber auch DXCC/WAE-Entity und DOK. (Entity- und DOK-Er-

Bild 1: Eingabefenster für ein neues DCL-Konto

Bild 2: Übersichtsfenster des DARC Community Logbook mit aktivem Logbuch-Reiter

Screenshots: DJ6JZ

ADIF-Import: DJ6JZ

Achtung: um als QSO akzeptiert zu werden sind die folgenden Informationen notwendig: **Call, Band, Mode, Date+Time**.
DCL generiert DXCC und für Deutsche Calls den DOK automatisch. Das ist nicht 100% problemfrei aber meist genauer als die Informationen durch den Nutzer.

Der ADIF-Import erfolgt durch einen separaten Job. Abhängig vom Upload-Betrieb und der File-Größe kann es eine Weile dauern, bis die Daten verfügbar sind. Bitte nach dem Job-Zustand schauen in **ADIF Import List**.
Falls Sie Upload-Probleme haben lesen Sie bitte die ADIF-Dokumentation im Internet oder senden Sie eine Mail an dcl@dcl.de

Die maximale ADIF-Dateigröße ist 4 MByte! Größere ADIF-Dateien bitte in mehreren Portionen laden

Bitte wählen Sie das eigene Rufzeichen sorgfältig aus, falls mehrere zur Verfügung stehen!

ADIF-Datei:

Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt. oder ADIF-Datei per Drag and Drop in den gelben Bereich ziehen Abschicken

Bild 3: Zu beachtende Parameter beim Import von ADIF-Dateien

mittlung werden seit Herbst 2023 nur noch beim ADIF-Import durchgeführt, um die Laufzeit der Importe zu optimieren. Bei den anderen Importen wird das nicht mehr gemacht, damit wird das doppelte oder dreifache Durchlaufen dieser zeitaufwendigen Funktionen verhindert.“

Neben dem Hochladen der eigenen Logdaten und dem Import vom LoTW steht auch eine Übernahme von bestätigten Ver-

bindungen aus Club Log zur Verfügung, was problemlos funktionierte. Eine weitere Option schuf der DARC e. V. am 10. September 2025: QSOs können nun automatisch aus *Wavelog@DARC* ins DCL exportiert werden, Bild 5. Hierbei handelt es sich um eine Web-Applikation, also ein webbasiertes Logbuch für DARC-Mitglieder. Mit Stand vom September 2025 lassen sich insgesamt 57 Diplome verwalten, siehe Bild 4:

















Diplome im DCL			
Ständige Diplome des DARC DX-Referats			
AFZ Diplom	DARC Referat DX		
DLD - Deutschland Diplom	DARC Referat DX		
EU-DX-D	DARC Referat DX		
Europa RTTY Diplom (EURD)	DARC Referat DX		
Europa-Diplom	DARC Referat DX		
UKW-Europa-Diplom	DARC Referat DX		
WA-EU	DARC Referat DX		
WAC Award	IARU-DARC Referat DX		
WAE-Diplom	DARC Referat DX		
Temporäre Diplome des DARC DX-Referats			
75 Jahre DARC - Aktive des DARC	DARC Referat DX		
75 Jahre DARC - Cluboffizielle	DARC Referat DX		
75 Jahre DARC - Grunddiplom	DARC Referat DX		
75 Jahre DARC - Klubstationen	DARC Referat DX		
75 Jahre DARC - Ortsverbände	DARC Referat DX		
Diplome von DARC Distrikten			
Frankendiplom	DARC Distrikt B		
Berlin-Diplom	DARC Distrikt D		
WDH (Hamburg) - Diplom	DARC Distrikt E		
Distrikt-G-Diplom	DARC Distrikt G		
Distrikt-Niedersachsen-Diplom	DARC Distrikt H		
Distrikt-Nordsee-Diplom	DARC Distrikt I		

Bild 4: Teilansicht der im DCL erfassten Diplome

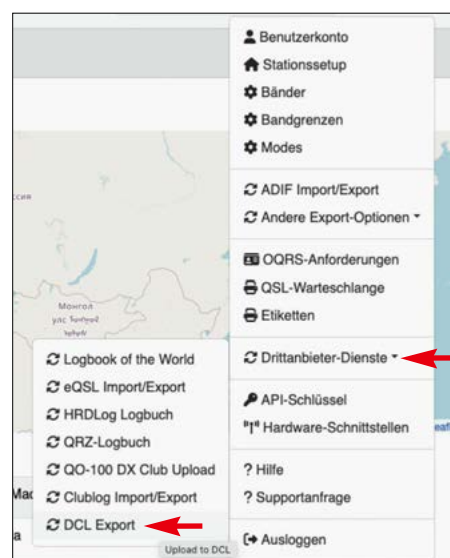


Bild 5: Datenexporteinstellungen für das DCL im Benutzermenü von Wavelog

- neun ständige und fünf temporäre Diplome des DARC-DX-Referats,
- 16 Diplome von DARC-Distrikten,
- 15 Diplome von DARC-Ortsverbänden,
- neun Diplome der Diplom-Interessengruppe DIG,
- das Diplom des FUNKAMATEUR *German Squares Award*,
- das Diplom der Rhein-Ruhr-DX-Association sowie
- die GCR-Liste des DARC-DX-Referats.

Ausblick

Der DARC e. V. arbeitet nach Mitteilung von DO8MKR aktuell an einem Umbau des DCL: „Das neue Logbuch findet sich für DARC-Mitglieder unter *log.darc.de*. Es wird aber für alle weiterhin eine Möglichkeit geben, Diplome zu beantragen und dementsprechend ihre QSOs bei uns einzureichen. Ob und wie die Darstellung dazu aussehen wird, ist aktuell aber noch in Klärung.“

Wie einer Website zu entnehmen ist, lautet der Name dieses Projekts *DCLnext – Logbuch* [4]. Es dürfte interessant sein, zu sehen, ob für diese Lösung zukünftig größere Serverkapazitäten zur Verfügung stehen. wpassmann@web.de

Literatur

- [1] Paßmann, W., DJ6JZ: Online-Logdienste im Vergleich. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 6, S. 431–433; H. 7, S. 526–529
- [2] DARC-Referat DX: DCL-Anmeldeseite: <https://dcl.darc.de/public/neuanmeldung.php>
- [3] DARC-Referat DX: Hilfe zum DCL: <https://confluence.darc.de/spaces/DX/pages/21037182/DCL++DARC+Community+Logbook>
- [4] DARC-Referat DX: DCLnext-Logbuch: <https://confluence.darc.de/spaces/DX/pages/139165758/DCLnext++Logbuch>
- [5] Hamperl, S., DM6WAN: Diplome elektronisch beantragen mit DCL. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 6, S. 524–526; H. 7, S. 627–629

Alinco DJ-X100E empfängt analoge und digitale Signale

MICHAEL PEIL – DJ2VA

Seit den 1990er-Jahren sind Breitbandempfänger, vielfach als Scanner bezeichnet, sehr beliebt. Im Laufe der Zeit ist aber wegen der fortschreitenden Digitalisierung vieler Funkdienste das Interesse an einfacheren Scannern gesunken, sodass nun auch Geräte auf den Markt kommen, die neben AM und FM auch digitale Signale hörbar machen können. Jüngstes Beispiel ist der DJ-X100E von Alinco.

Während die gängigsten Hand- und Tischscanner neben AM- und FM- teilweise auch noch SSB- und CW-Empfang erlauben, ist dies bei digitalen Modulationsarten, wie D-STAR, DMR, NXDN, dPMR, P25 usw., mit den meisten Modellen nicht möglich.

Mit dem DJ-X100E hat Alinco nun einen Empfänger für den Frequenzbereich von 30 MHz bis 470 MHz im Angebot, der nicht nur viele digitale Sendarten empfangen kann, sondern noch mehr leistet. So ermöglicht der Empfänger das Decodieren von AIS- und ACARS-Daten. AIS bedeutet *Automatic Identification System* und ist ein Verfahren zum Austausch von Navigationsdaten in der Schifffahrt. Neben der Position, der Fahrtrichtung und der Geschwindigkeit senden Schiffe auch ihren Namen, die neunstellige Schiffskennummer (MMSI) und das Rufzeichen. Diese Informationen können im Display auf einer stilisierten Positionskarte dargestellt werden.

Beim *Aircraft Communications Addressing and Reporting System* werden im VHF-Flugfunkband Daten zwischen Flugzeugen und Bodenstationen ausgetauscht.

■ Allgemeines

Das 58 mm × 110 mm × 32,5 mm (B × H × T) und ungefähr 270 g schwere Gerät (mit Antenne, Akkumulator und Gürtelclip) verfügt über 999 alphanumerische Speicherkanäle und 50 individuell wählbare Programme für automatische Suchläufe. Es besitzt einen integrierten GPS-Empfänger sowie einen CTCSS- und DCS-Decoder und kann mittels optionalem Batteriefach EDH-46 auch mit drei handelsüblichen AA-Zellen betrieben werden. Der DJ-X100E ist nach IP67 gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt.

Bei der Schaltung des Empfängers handelt es sich um einen konventionellen Dreifach-Superhet mit 243,95 MHz, 50,85 MHz und 450 kHz ZF.

■ Äußere Merkmale

Auf der Front des Empfängers befindet sich ein 2-Zoll-TFT-Display mit 320 × 240 Pixeln, das auf den ersten Blick den Anschein eines Schwarzweiß-Displays erweckt. Über das Menü lassen sich jedoch Hintergrund und Zeichendarstellung in gewissen Grenzen verändern.

Unter dem Display gibt es eine hintergrundbeleuchtete Tastatur. Neben zehn Tasten für die Ziffern 0 bis 9 existieren sechs weitere mit zusätzlichen Funktionen. Das Tastenfeld ist als Folientastatur realisiert. Dadurch besitzt es zwar nicht die Haptik klassischer Bedientasten, dennoch lassen sich alle Tasten gut bedienen und weisen einen eindeutigen Druckpunkt auf. Unterhalb der Tastatur ist der Lautsprecher angeordnet, der eine gute Verständlichkeit der Empfangssignale bietet.

An der linken Seite befinden sich lediglich drei Tasten. Die oberste, die bei einem Handfunkgerät die PTT wäre, dient als Monitor-/Squelch-Taste und ermöglicht, die Rauschsperrung per Tastendruck zu öffnen. Die Taste darunter ist eine Funktionstaste für den Zugriff auf die Zweitfunktionen der Bedientasten. Ein langes Drücken aktiviert bzw. deaktiviert die Tastatursperre. Die dritte und unterste Taste dient zum Ein- und Ausschalten des Empfängers.

An der rechten Geräteseite gibt es eine 3,5-mm-Klinkenbuchse für Kopfhörer. Darunter befindet sich eine USB-C-Buchse, über die der Empfänger geladen wird. Über diese Buchse kann der Empfänger auch vom PC aus programmiert werden bzw. es steht ein 12-kHz-ZF-Signal für die Weiterverarbeitung zur Verfügung.

■ Frequenzen und Sendarten

Der Frequenzbereich reicht von 30 MHz bis 470 MHz, wobei zwischen 76 MHz und 108 MHz ausschließlich UKW-Rundfunkempfang in WFM möglich ist. Dafür ist ein gesonderter Direktumsetzer-Empfänger-Schaltkreis verbaut, sodass auch gleichzeitig zum Scannerempfang Radio gehört werden kann.



Bild 1: Der neue Breitbandempfänger Alinco DJ-X100E in Originalgröße (Werkfoto)

Die Abstimmungsschrittweite ist zwischen 1 kHz und 200 kHz wählbar. Unterstützt werden neben den analogen Sendarten AM, NAM, FM und NFM auch die im Amateurfunk gängigen digitalen: D-STAR, DMR und C4FM können ebenso empfangen werden wie NXDN, DCR und dPMR, die hauptsächlich im Betriebsfunk eingesetzt werden. Das Mithören von BOS-Kommunikation ist nicht möglich!

■ Bedienung

Wer bereits Erfahrung in der Bedienung von Handfunkgeräten hat, wird mit der Handhabung des DJ-X100E keine Schwierigkeiten haben. Das Einstellen der Frequenz erfolgt im VFO-Modus, wie allgemein üblich, durch deren Eingabe über die Tastatur oder mittels des Drehknopfes an der Oberseite. Letzterer ist zweigeteilt und hat somit eine Doppelfunktion: Der obere Teil dient als VFO-Knopf, der Ring darunter ist der Lautstärkesteller. Mit dem oberen Knopf können zudem das Menü bedient und die Menüpunkte eingestellt werden. Um die Sendart zu wählen, erscheint nach dem Betätigen der MODE/CONFIG-Taste ein Menü, das zunächst einmal die

Auswahl *Analog*, *Digital* und *Data* bietet. Nach Auswahl und Bestätigung über die Taste *SET* erscheint das Menü der darunter liegenden Menüebene, in dem die entsprechenden analogen oder digitalen Sendarten aufgerufen werden können. Der Menüpunkt *Data* bietet neben der Auswahl *AIS* und *ACARS* auch die Ausgabe des Empfangssignals als 12-kHz-ZF mit 12 kHz oder 6 kHz Bandbreite, mit *12kIF(W)* bzw. *6kIF(N)* bezeichnet. Dieses Signal wird über die USB-C-Buchse ausgegeben und kann z.B. zur Decodierung von FSK-basierten Sendarten dienen. Leider gibt es im Handbuch – wie auch anderswo – keine weiteren Hinweise zur Nutzung dieser Schnittstelle. Im Menüsystem etwas versteckt ist die Einstellmöglichkeit für die Rauschsperrung. Deren Schaltschwelle lässt sich in 32 Stufen verändern. Die Standardeinstellung beim ersten Einschalten ist 0, die Rauschsperrung ist somit permanent geöffnet. Um den Wert zu ändern, müssen nacheinander die Funktionstaste und anschließend die Monitortaste gedrückt werden. Dann kann man durch Drehen des VFO-Knopfes den Squelchpegel nachjustieren.

■ Speicher- und Scan-Funktionen

Mit 999 Speicherplätzen bietet der DJ-X100E ausreichend Möglichkeiten, um häufig verwendete Frequenzen abzuspeichern. Jedem Speicherkanal kann man einen bis zu 28 Zeichen langen Namen zuordnen, der neben Buchstaben auch Zahlen und Symbole enthalten darf. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise die Rufzeichen von Repeatern und/oder deren Locator als Speichername ablegen. Bei den analogen Kanälen lassen sich – wie zu erwarten – Frequenz, Kanalbreite, CTCSS, DCS usw. abspeichern. In der Sendart DMR sind zusätzliche Kriterien wie Zeitschlitz und Talkgroup mit speicherbar, wenn man nur bestimmte Talkgroups empfangen möchte. Gleiches ist auch bei C4FM mit der DG-ID möglich. Auch bei NXDN oder dPMR lassen sich Gruppencodes oder ein geheimer Schlüssel



Bild 3: Displaybeispiel mit gewählter grüner Farbe beim Empfang eines FM-Signals



Bild 4: Empfang eines DRM-Signals mit zusätzlichen Informationen unten im Display



Bild 5: GPS-Display mit den empfangenen Satelliten und dem ermittelten Standort

sel im Speicher ablegen, um verschlüsselte Kommunikation empfangen zu können. Hierzu muss der Schlüssel natürlich bekannt sein.

Zur Organisation der Speicherkanäle gibt es 26 Speicherbänke, die sich bei Bedarf kombinieren lassen.

Für den Suchlauf stehen zahlreiche Funktionen zur Verfügung, die neben dem einfachen Speichersuchlauf auch den Suchlauf in einzelnen oder kombinierten Speicherbänken ermöglichen. Speicher können zudem selektiert werden, um nur diese zu scannen. Zur Überwachung eines bestimmten Frequenzbereichs lassen sich im sogenannten *Program Scan* Start- und Stop-Frequenz festlegen. Insgesamt hat man Speicherplatz für 50 unterschiedliche Suchlaufprogramme.

Als Besonderheit gibt es einen *GPS-Scan*. Voraussetzung hierfür ist, dass in den Speichern die Geokoordinaten hinterlegt sind. Beim Aktivieren des GPS-Scans kann beispielsweise ein Radius von 10 km ausgewählt werden. Der Suchlauf scannt daraufhin nur Sendestationen, die sich innerhalb der gewählten Entfernung befinden. Für häufig genutzte Frequenzen oder Funktionen gibt es neun *Schnellspeicher*. Diese sind durch langes Drücken der jeweiligen Zifferntaste direkt zu erreichen. Werkseitig sind die Tasten mit verschiedenen Frequenzen vorbelegt, die sich aber jederzeit ändern lassen. So führt die Taste 5 zur AIS-Frequenz 161,975 MHz. Diese Funktion kann auch verwendet werden, um häufig genutzte Scan-Funktionen mit einem einfachen Tastendruck aufzurufen.

■ Verbindungsmöglichkeiten

Zur Programmierung des Empfängers stellt Alinco das kostenlose Programm *DJ-X100E Edit Tool* zum Download zur Verfügung [1]. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags war die Version 1.00E verfügbar. Über das Programm können die Speicher des DJ-X100E ausgelesen und bearbeitet werden. Für jeden Speicherkanal lassen sich neben Frequenz, Name, Sendart usw. auch Schrittweite und geografische Koordinaten hinterlegen. Über die Software ist es derzeit nicht möglich, CTCSS-Töne oder DCS-Codes mit abzuspeichern. Auch bei DMR können weitere Details wie Color-Code, Zeitschlitz oder Gruppen-ID nur über das Gerätemenü gewählt und gespeichert werden. Bleibt zu hoffen, dass Alinco an einem Update der Software arbeitet und dieses zeitnah veröffentlicht.

■ Frequenzzähler inklusive

Alinco hat mit *F-Count* eine weitere hilfreiche Funktion in den DJ-X100E integriert. Ist sie aktiviert, sucht der Scanner kontinuierlich nach einem starken Signal und zeigt auf dem Display dessen Frequenz an. Dies funktioniert innerhalb des spezifizierten Frequenzbereichs und mit Eingangspegeln von mehr als –50 dBm.

■ D-STAR, DMR, NXDN & Co

Der Empfang digitaler Sendarten funktioniert mit dem DJ-X100E auf Anhieb. Nach deren Auswahl werden neben der Feldstärke des Signals weitere Informationen angezeigt: Beim DMR-Empfang im unteren Teil des Displays Zeitschlitz, Color Code, Talkgroup und DMR-ID der sendenden Station. An gleicher Stelle erscheinen bei C4FM das Rufzeichen und die DG-ID. Sobald der Scanner im Suchlauf stoppt, wird das Signal decodiert und über den Lautsprecher ausgegeben. Wünschenswert wäre die automatische Erkennung der Sendart. Vielleicht lässt sich das bei einem Update der Firmware einbauen.

■ GPS-Empfänger

Der DJ-X100E besitzt einen eingebauten GPS-Empfänger, der die eigene Position

CH	Freq	Name	Shift	Lat	Lon	Mode	OFS	STP	F STEP
000(PRI)	144.575000	OV F55				FM	OFF	20.00k	
001	439.625000	Hotspot simplex DMR				DMR	OFF	20.00k	
002	439.625000	Hotspot simplex NXDN				NXDN	OFF	20.00k	
003	439.625000	Hotspot simplex C4FM(DN)				C4FM(DN)	OFF	20.00k	
004						FM	OFF	20.00k	
005						FM	OFF	20.00k	
006	144.800000	APRS				AIS	OFF	20.00k	
007						FM	OFF	20.00k	
008						FM	OFF	20.00k	
009						FM	OFF	20.00k	
010	145.750000	DBQTV FM				FM	OFF	20.00k	
011	145.600000	DBQFT FM				FM	OFF	20.00k	
012	439.350000	DBQOFF FM				FM	OFF	20.00k	
013	438.525000	DBQFM				FM	OFF	20.00k	
014	439.425000	DBQTV DMR				FM	OFF	20.00k	
015	439.450000	DBQHF D-Star				D-STAR	OFF	20.00k	
016	438.200000	DFQMT DMR Brandi				DMR	OFF	20.00k	
017	439.575000	DFQMT DMR Brandi				DMR	OFF	20.00k	
018	438.187500	DBQVA DMR				DMR	OFF	20.00k	
019	439.400000	DBQCT Haneu				C4FM(DN)	OFF	20.00k	
020						FM	OFF	20.00k	
021						FM	OFF	20.00k	

Bild 2: Speicherkanäle lassen sich mit dem *DJ-100E Edit Tool* komfortabel bearbeiten.



Bild 6: Beim Empfang von AIS-Signalen werden Positionen angezeigt.



Bild 7: Weitaus übersichtlicher ist die Darstellung der Schiffspositionen – hier auf dem Main – in einer Karte (OpenStreet-Map) mit dem Alinco Position Viewer.



Bild 8: ACARS-Meldung im Display des DJ-X100E

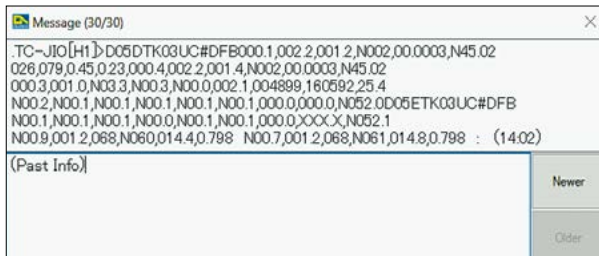


Bild 9: Im Position Viewer sind die Texte ebenfalls kryptisch, lassen sich aber entschlüsseln. Fotos, Screenshots: DJ2VA

anzeigt und gleichzeitig dazu dient, die Entfernung und Richtung empfangener Stationen festzustellen. Die GPS-Antenne ist an der Oberseite in das Gehäuse integriert. Unterstützt werden neben den GPS-Satelliten auch das japanische *Quasi Zenith Satellite System (QZSS)* und *Galileo* der Europäischen Union.

Über das Menü kann man festlegen, ob alle Satellitensysteme zur Positionsbestimmung genutzt werden sollen. Alternativ lässt sich jeweils eines der drei wählen. Es stehen die beiden Ansichten *Position Display* und *GPS Display* zur Verfügung. Während *GPS Display* neben der eigenen Position weitere Details wie die aktuell empfangenen Satelliten, Höhe und Richtung darstellt, dient die zweite Ansicht dazu, auf einer stilisierten Positionskarte die Entfernung und Richtung beispielsweise zu Schiffen darzustellen, die über AIS empfangen wurden. Da der GPS-Empfang in Gebäuden häufig nicht möglich ist, kann alternativ auch die eigene GPS-Position fest gespeichert werden, die dann als Bezugspunkt zur Darstellung der Richtung und Entfernung dient.

■ AIS- und ACARS-Empfang

Neben dem Empfang analoger und digitaler Sprachsignale kann der DJ-X100E auch AIS- und ACARS-Daten empfangen. AIS-Daten werden auf den VHF-Frequenzen 161,975 MHz und 162,025 MHz übertragen, wobei die erstgenannte Frequenz primär dem Schiff-zu-Schiff-Verkehr dient. Wird die Taste 5 länger gedrückt, schaltet der Empfänger auf 161,975 MHz und AIS um. Nun sollte die Ansicht *Position Display* gewählt werden, um empfangene

Positionsdaten von Schiffen anzuzeigen. Auf der Website von Alinco [1] steht das Programm *PositionViewer1.01.exe* kostenlos zur Verfügung, mit dem die Daten auch auf einer größeren Karte sichtbar gemacht werden können.

Sobald der Empfänger über seine USB-C-Buchse mit dem PC verbunden ist, wird für diesen eine virtuelle serielle Schnittstelle (COM-Port) eingerichtet. Nachdem dieser im *PositionViewer* ausgewählt wurde, erscheinen auf der Karte Symbole für die empfangenen Schiffspositionen, die u. a. erkennen lassen, ob sich ein Schiff bewegt oder ankert.

Werden GPS-Positionen über D-STAR oder C4FM empfangen, sollten diese ebenfalls im *PositionViewer* auf der OpenStreetmap-Karte angezeigt werden.



Bild 10: Animierte Anzeige des Ladevorgangs (Power Status) mit einem USB-Netzteil

ACARS wird im Flugverkehr verwendet, um Nachrichten zwischen Flugzeugen und Bodenstationen auszutauschen. Der DJ-X100E ist in der Lage, ACARS-Nachrichten, die in Europa primär auf 131,725 MHz übertragen werden, zu empfangen und im Display als Text darzustellen. Um die Bedeutung der aneinandergereihten Abkürzungen zu verstehen, kann man sich beispielsweise auf www.angelfire.com/sc/scannerpost/acars.html informieren.

■ Praxis

Nach dem Einschalten kommt man sofort zurecht und der Empfang erster Signale, z. B. auf Ausgabefrequenzen in der Nähe befindlicher Repeater, klappt auf Anhieb. Um die vielen Features zu nutzen, ist jedoch eine gewisse Einarbeitung in die Bedienung und das Studium der ausführlichen 108-seitigen Anleitung unumgänglich. Aus dieser erfährt man beispielsweise, dass man das S-Meter kalibrieren kann. Die Folientastatur ist etwas gewöhnungsbedürftig. Dank des spürbaren Druckpunktes der Tasten und der Hintergrundbeleuchtung ist der DJ-X100E jedoch gut bedienbar. Probleme treten höchstens auf, wenn man am unteren Lautstärkering dreht und dabei am VFO-Knopf unbeabsichtigt die eingestellte Frequenz verändert. Hier ist Fingerspitzengefühl gefragt.

■ Lieferumfang

Alinco liefert mit dem Empfänger eine flexible Antenne von etwa 18 cm Länge, mit SMA-Anschluss. Der 3,6-V-Li-Ion-Akkumulator EBP-114A hat eine Kapazität von 3120 mAh. Um den am Empfänger angeschlossenen Akkumulator laden zu können, liegen ein USB-Steckernetzteil und ein USB-C-Ladekabel bei. Weiterhin befinden sich ein Gürtelclip sowie eine englischsprachige Bedienungsanleitung im Karton, die deutsche Version steht auf <https://maas-elektronik.com/download.html> in Form einer PDF zum Download bereit.

Als optionales Zubehör gibt es einen Standlader mit Schnellladefunktion, ein Batteriegehäuse, das sich mit drei AA-Batterien bestücken lässt, und eine passende Schutztasche.

■ Fazit

Über die umfangreichen Menüs des Set-Modus lässt sich der Empfänger den persönlichen Vorlieben sehr gut anpassen. Da Icom den IC-R30 [2] nicht mehr im Angebot hat, gibt es außer dem DJ-X100E im Moment für den Empfang digitaler Signale im VHF/UHF-Bereich keinen anderen tragbaren Breitbandempfänger. Der Preis von rund 590 € sollte für Liebhaber des ernsthaften Monitorings noch akzeptabel sein.

Ich danke der Firma Maas Elektronik für die zeitweise Überlassung eines Testmusters.
dj2va@dj2va.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Download-Seite für Alinco DJ-X100; <https://alinco.com/Products/ham/ht/DJ-X100TE>
- [2] Kuhl, H., DL1ABJ: Kommunikationsempfänger im Taschenformat – Icom IC-R30, FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 2, S. 116 ff.

12-V-Ladeadapter für vier 5-V-USB-Geräte

UDO TILLMANN – DJ5UO

Nicht nur beim Portabelbetrieb kommen oftmals digitale Kleingeräte zum Einsatz, deren Energieversorgung sichergestellt sein muss. Ein Ladeadapter, mit dem vier Geräteakkumulatoren gleichzeitig via USB-Buchse aus einer 12-V-Spannungsquelle aufgeladen werden können, lässt sich kostengünstig und mit wenigen Bauteilen selbst herstellen.

Akkumulatoren von Smartphones und Tablets werden beim Vorhandensein eines 230-V-Anschlusses üblicherweise mithilfe eines 5-V-Netzteils aufgeladen. Zum Aufladen aus dem Bordnetz eines Kfz sind Ladeadapter erhältlich. Wer von alledem unabhängig sein will, nutzt eine sogenannte Powerbank.

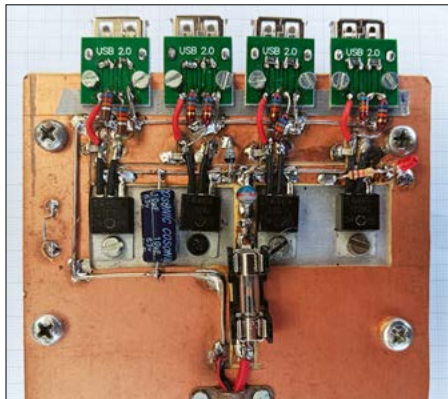


Bild 1: USB-Ladeadapter für vier 5-V-Geräte an einer 12-V-Spannungsquelle

Fotos: DJ5UO

Um meine digitalen Kleingeräte jedoch auch bei Bedarf aus einem 12-V-Akkumulator aufladen zu können, ersann ich eine Lösung auf Basis des Festspannungsreglers LM7805.

Für einen ersten Test verband ich seinen Ausgang „in fliegender Verdrahtung“ mit den Anschlüssen einer USB-A-Buchse. Die toleranzbedingte leichte Abweichung der Ausgangsspannung lag innerhalb der USB-Spezifikation, daher war mein Erstaunen groß, dass sich weder mein Android- noch mein Apple-Smartphone aufladen ließen. Um ein defektes USB-Kabel auszuschließen, probierte ich den Vorgang auch mit anderen hochwertigen Kabeln aus, mit denen ich bereits Aufladevorgänge mittels Steckernetzteilen durchgeführt hatte — leider ebenfalls ohne Erfolg. Eine diesbezügliche Nachfrage bei Funkamateuren in meinem Bekanntenkreis brachte mich auch nicht weiter, da bislang keiner von ihnen ein ähnliches Projekt durchgeführt hatte. Um der Sache auf den Grund zu gehen, zerlegte ich

kurzerhand ein überzähliges Steckernetzteil. Nahe dessen USB-Buchse befanden sich mehrere SMD-Widerstände, die etwa 70 k Ω aufwiesen. Das nahm ich zum Anlass einer Internetrecherche, welche mir zwei Schaltbilder lieferte. Dort waren die differenziellen Datenleitungen D+ und D– mit je einem Spannungsteiler gegen 5 V bzw. Massepotenzial gezogen.

Laut Wikipedia [1] erkennen USB-Geräte mit integrierter Ladefunktion eine ladefähige Spannungsquelle an einem Widerstand, welcher zwischen die beiden Datenleitungen D+ und D– im USB-Netzteil geschaltet ist. So ergänzte ich meine Brett-schaltung um vier 56-k Ω -Widerstände, worauf sich sowohl die Smartphones als auch ein Tablet damit aufladen ließen.

Nun plante ich eine Schaltung, welche das gleichzeitige Aufladen von vier Geräteakkumulatoren ermöglichen sollte. Ein bereits vorhandener Rippenkühlkörper zur Kühlung der Linearspannungsregler diente als Mindestmaß für die Größe der Leiterplatte. Die erforderlichen Leiterbahnen und Lötstützpunkte legte ich mithilfe eines Dremels frei. Um die Beschaltung der USB-A-Buchsen zu vereinfachen, wählte ich sogenannte USB-A-Breakout-Boards. Auch die vier Widerstände der

Spannungsteiler lassen sich auf das jeweilige Break-out-Board löten, was den Aufbau der Schaltung weiter vereinfacht. Nicht nur wenn alle vier USB-Buchsen gleichzeitig verwendet werden sollen, ist die maximal anfallende Verlustleistung zu berücksichtigen und ein entsprechend dimensionierter Kühlkörper zu wählen. Da der anfangs hohe Ladestrom meist nach kurzer Zeit absinkt, ist eventuell auch ein kleiner Kühlkörper ausreichend. Der Ladestrom meines Tablets beträgt beispielsweise zu Beginn 0,2 A und sinkt schon nach ungefähr 10 min auf 0,1 A ab. Bei der Anschlussreihenfolge gilt: Zuerst

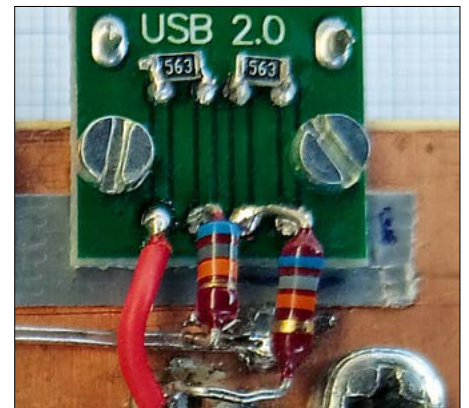


Bild 3: Beschaltung der USB-A-Breakout-Boards mit Widerständen; das zweite Widerstandspaar ist auf der anderen Seite aufzulöten.

ist das Ladegerät unter Spannung zu setzen und dann das zu ladende Gerät anzuschließen. Anderenfalls riskiert man durch möglicherweise auftretende Spannungsspitzen eine Beschädigung des Geräts.

ou5jd41@t-online.de

Literatur

- [1] Wikipedia: USB: Universal Serial Bus.
https://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus

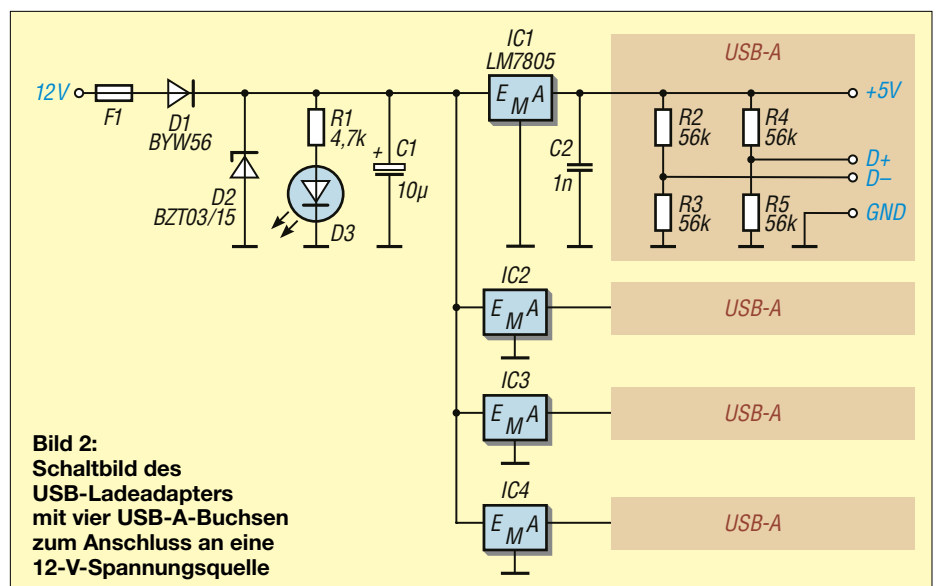


Bild 2: Schaltbild des USB-Ladeadapters mit vier USB-A-Buchsen zum Anschluss an eine 12-V-Spannungsquelle

VarAC – Nachrichten- und Datenübertragung in Echtzeit

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Die sichere Übertragung von Informationen, auch bei schlechten Funkverbindungen, ist insbesondere in Not- und Katastrophenlagen von Bedeutung. Dass hierzu bereits eine einfache Stationsausrüstung ausreicht, zeigt dieser Beitrag anhand einer Installation von Windows 11 auf einem Raspberry Pi 5 bzw. 500 in Verbindung mit dem QRP-Transceiver QMX+.

Einige digitale Sendearten im Amateurfunk heben sich hinsichtlich ihrer Möglichkeit, Informationen zu transportieren, insbesondere dann von anderen ab, wenn sie für die Kommunikation in Not- und Katastrophenfällen (EMCOMM, Emergency Communication) von Bedeutung sein können. Neben FreeDV [1] und Winlink Express [2] gehört aus meiner Sicht auch VarAC [3] dazu.

VarAC ist eine frei verfügbare Software von Irad Deutsch, 4Z1AC, die P2P-Chatverbindungen (Punkt-zu-Punkt) mittels Computertastatur in Echtzeit und die Übertragung von Bild- und Datendateien sowie von E-Mails über eine Funkverbindung ermöglicht. Die Anwendung nutzt das VARA-Protokoll, welches eine Entwicklung von José Alberto Nieto Ros, EA5HVK, ist und das in Form der gleichnamigen Software VARA auch bei Winlink Express zum Einsatz kommt. VARA ist ein ausschließlich mittels Software realisiertes Modem, das auf dem or-

thogonalen Frequenzmultiplexverfahren (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM) basiert und ein ARQ-Protokoll (Automatic Repeat ReQuest) zwecks Bestätigung jedes gesendeten Datenblocks durch die Gegenstation verwendet. Sofern aufgrund schlechter Ausbreitungsbedingungen keine Übertragung mit einer hohen Datenrate erfolgen kann, passt VARA diese selbstständig an. Das VARA-Protokoll sorgt dafür, dass Nachrichten und Daten auch bei einem Signal-Rausch-Verhältnis von SNR = -22 dB noch sicher beim Empfänger ankommen. Dies ist insbesondere in der Not- und Krisenkommunikation von Bedeutung. VARA steht in den Versionen VARA HF, VARA FM und VARA SAT bei [4] zum Download bereit. Damit ist nicht nur der Einsatz auf der Kurzwelle, sondern auch auf terrestrischen VHF- und UHF-Frequenzen sowie über QO-100 möglich.

Zu beachten ist, dass VARA HF in der unregistrierten Version auf eine Übertra-

gungsbandbreite von 180 Bit/s beschränkt ist. Nach der kostenpflichtigen Registrierung (derzeit 64 €) sind theoretische Datenraten bis zu 8490 Bit/s möglich. Praktisch liegt dieser Wert jedoch meist etwas niedriger [5]. Mit VARA FM sind sogar bis zu 25 kBit/s möglich.

Überlegungen

Da ich im Rahmen der Notfallkommunikation ein effizientes System zur Verfügung haben möchte, das sich zudem leicht in einem kleinen Funkkoffer unterbringen lässt, verwende ich einen Raspberry Pi 500. Die Versorgungsspannung dieses Computers beträgt 5 V, seine Leistungsaufnahme bewegt sich ungefähr zwischen 2,3 W im Ruhemodus und 10 W bei voller Auslastung. Das entspricht einer Stromaufnahme von 0,5 A bis 2 A. Alternativ ist ein Raspberry Pi 5 einsetzbar, der ähnliche Parameter besitzt.

Für einen externen Monitor [6] sind nochmals 1,5 A (entsprechend 8 W) erforderlich. Aus energetischer Sicht ist dies ein deutlicher Vorteil gegenüber einem Laptop, dessen Leistungsaufnahme gewöhnlich zwischen 30 W und 50 W liegt. Die Spannungsversorgung aus einem 12-V-Akkumulator lässt sich mithilfe eines Festspannungs- oder Schaltreglers sicherstellen.

Transceiver

Neben einem Icom IC-718 im Shack verwende ich beim Portabelbetrieb gerne kleinformatige QRP-Transceiver wie den

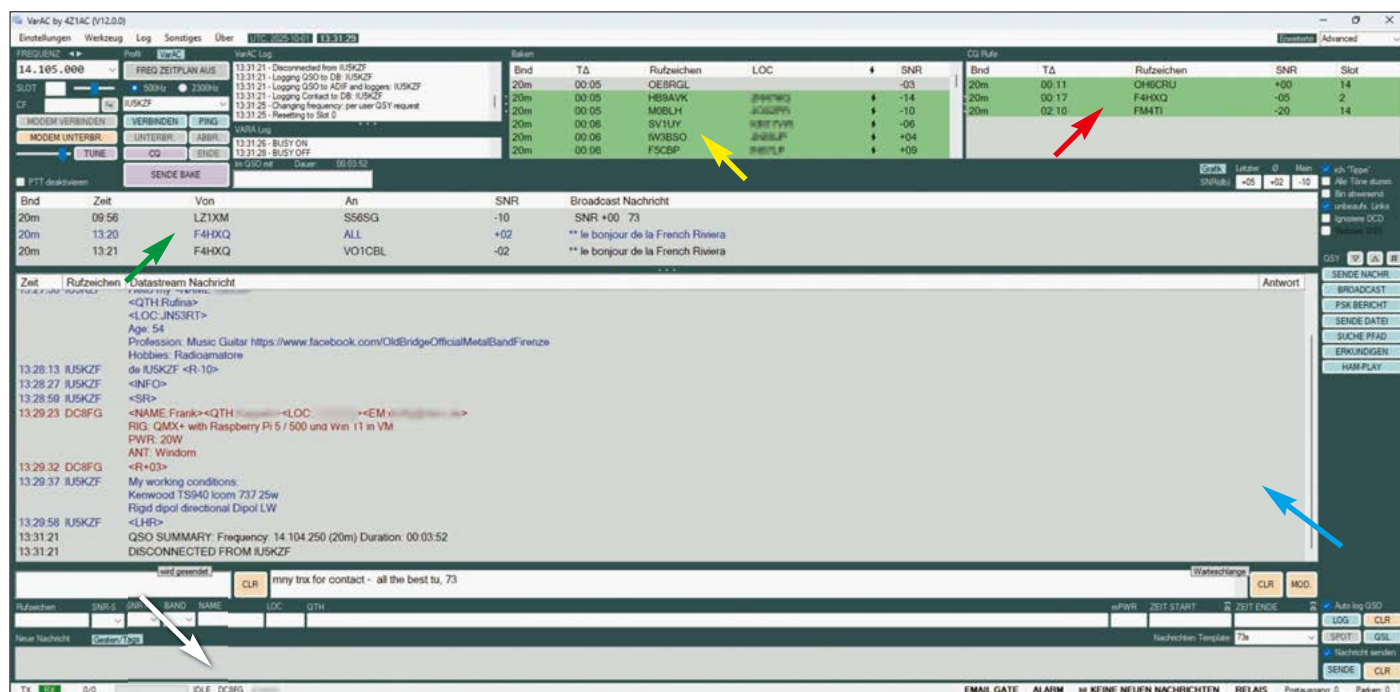


Bild 1: Benutzeroberfläche von VarAC; empfangene Bakensignale werden im Fenster *Baken* (gelber Pfeil) und CQ-Rufe im Fenster *CQ-Rufe* (roter Pfeil) angezeigt. Im Fenster *Broadcast Nachricht* (grüner Pfeil) erscheinen Meldungen an alle aktiven Stationen, unter *Antwort* (blauer Pfeil) die gesendeten und empfangenen Daten. Eigene Freitexte lassen sich unter *Neue Nachricht* eingeben (weißer Pfeil)

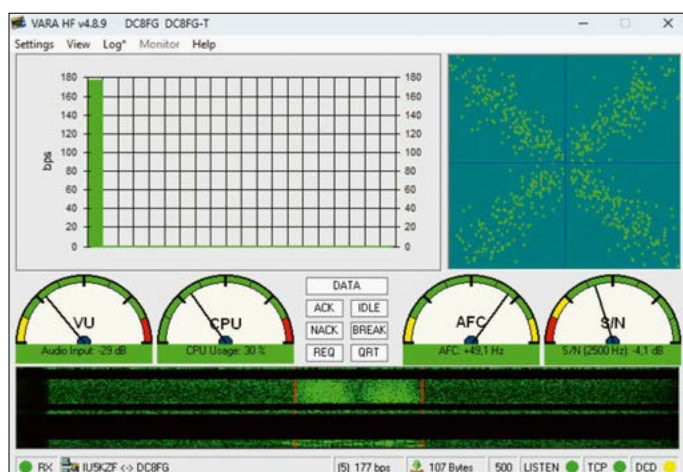


Bild 2: VARA; das linke obere Fenster zeigt die Übertragungsrate der empfangenen (grün) bzw. der gesendeten Daten (rot). Das rechte Fenster (Constellation-Diagramm) visualisiert die Analog-Digital-Wandlung der empfangenen Modulationswellenformen. Eine detaillierte Erklärung der Darstellungen ist unter [9] zu finden.

QMX [7] bzw. den QMX+ [8]. Werden Letztere in Verbindung mit einem Computer unter Linux betrieben, kann es zu Problemen mit der CAT-Steuerung und zur Blockade des Zugriffs auf das Transceivermenü kommen. Dies liegt darin begründet, dass Linux den QMX/QMX+ als Modem erkennt und daher versucht, mittels Hayes-AT-Befehlen zu kommunizieren. Leser, die sich in den 1980er-Jahren mit Datenfernübertragung beschäftigt haben, wird dieser Befehlssatz sicher noch geläufig sein. Es empfiehlt sich, den *Modemmanager* in Linux zu deaktivieren. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, ihn mittels des Terminalbefehls

```
sudo apt purge modemmanager
```

zu deinstallieren. Wer diese radikale Lösung nicht möchte, kann ihn durch folgende Befehle temporär abschalten:

```
sudo systemctl stop ModemManager.service
sudo systemctl disable ModemManager.service
sudo systemctl mask ModemManager.service
```

Hinweis: Um Sendemodi wie VarAC auf dem QMX+ bzw. QMX nutzen zu können, ist in seinem Menü *SSB* unter *Input* die Option *USB (Upper Side Band)* auszuwählen.

■ Installation auf Raspberry Pi

Die Installation von VARA und VarAC unter Windows ist unkritisch. Etwas aufwendiger gestaltet sie sich unter Linux, da beide Programme nur für Windows erhältlich sind.

Wine

Die wohl bekannteste Möglichkeit unter diesem Betriebssystem Windows-Anwendungen laufen zu lassen, ist die Verwendung der Software *Wine*. Der Name ist ein Akronym für *Wine Is Not an Emulator* und verdeutlicht, dass es sich hierbei nicht um eine virtuelle Umgebung handelt. Stattdessen übersetzt Wine die Windows-API-

Aufrufe (*Application Programming Interface*) in Echtzeit in POSIX-Aufrufe (*Portable Operating System Interface*).

Für die Installation von Wine (wie auch für das im nächsten Abschnitt beschriebene BVM), bedient man sich zweckmäßigerweise der *Pi-Apps*, die mittels des Konsolenbefehls

```
wget -qO- https://raw.githubusercontent.com/Botspot/pi-apps/master/install | bash
```

bereitgestellt werden und dann unter *Zubehör* im *Pi-Menü* zu finden sind.

Obwohl ich so bereits einige Windows-Anwendungen auf dem Raspberry Pi nutzen konnte, musste ich leider feststellen, dass zwar auch VARA einwandfrei lief, nicht jedoch VarAC. Hier waren Probleme wie plötzliches Einfrieren des Programms beim Anzeigen zusätzlicher Programmfenster zu verzeichnen. Auch die Interaktion zwischen VarAC und VARA war nicht gegeben, obwohl beide Programme jeweils mit dem Transceiver kommunizierten. Nach diversen Untersuchungen vermute ich eine mögliche Ursache in der Wine-Version, die standardmäßig mithilfe des *Pi-Apps*-Installationsskripts installiert wird.

Da ich bei meinen Recherchen auch auf verschiedene Lösungen stieß, wie sich *Windows 11* auf dem Raspberry Pi installieren lässt, beschloss ich, vorerst keine weitere Zeit in eine Anpassung des Wine-Installationsskripts zu investieren und stattdessen dieses Konzept zu verfolgen.

Botspot Virtual Maschine

Die nach meiner Erfahrung derzeit beste Lösung, *Windows 11* auf den Raspberry Pi zu bringen, liegt in der Verwendung von *BVM (Botspot Virtual Maschine)* [10]. Die nachfolgend beschriebene Installation sollte in einer neu aufgesetzten Linux-Umgebung erfolgen. Grundlage hier ist *Debian Bookworm mit Desktop*, welches sich mit-

tels des *Raspberry Pi Imager* auf einer geeigneten Micro-SD-Karte installieren lässt (siehe hierzu weiter unten).

In den *Pi-Apps* navigiert man zu *Tools* → *Emulation*, um die Installation von BVM zu starten. Dieses Programm ist dann über das *Pi-Menü* unter *Büro* aufrufbar.

Um *Windows 11* zu installieren, braucht man nun prinzipiell nur die sechs farbigen markierten Schaltflächen nach Aufforderung des Programms zu betätigen, Bild 3. Dabei ist unter *Punkt 2 (Edit configuration file)* der Name des Benutzers, sein Systempasswort und die gewünschte Sprachumgebung für *Windows* einzutragen.

Die Größe der *Windows*-Partition (mindestens 20 GB) ist so zu bemessen, dass sie in der *Root*-Partition von *Linux* Platz findet, ohne diese ans Limit zu bringen. Wie viel Speicherplatz hier noch frei ist, lässt sich mit dem Konsolenbefehl *df -h /* herausfinden. Zudem sollte eine möglichst schnelle Micro-SD-Karte verwendet werden. Ich nutze eine *SanDisk extreme Pro microSDXC* der Klasse V30 mit 128 GB Speichervolumen.

Vor dem Start von *Windows* (Schritt 6) sind über die Schaltfläche *USB passthrough* die Geräte anzuklicken, welche unter *Windows* verfügbar sein sollen. Außerdem ist der gewünschte *Viewing Mode* festzulegen. Für die Ausführung auf dem lokalen Computer bei voller Kontrolle über die USB- und Audiogeräte ist *Direct* oder *Direct fullscreen* auszuwählen.

Nach dem Start von *Windows 11* erscheint für einige Sekunden die Meldung *Display output is not active*. Dies ist kein Fehler, sondern dem Umstand geschuldet, dass

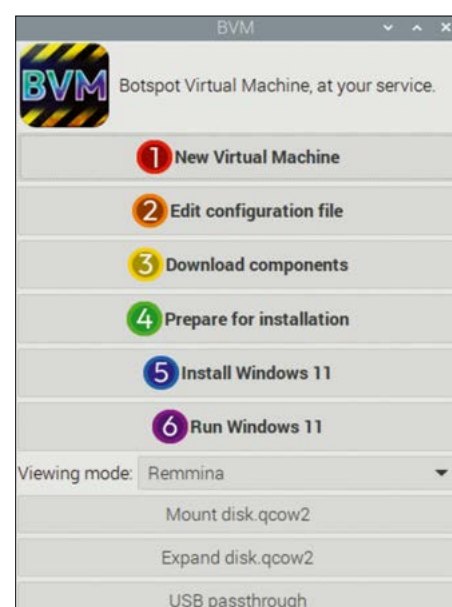


Bild 3: Die Installation von *Windows 11* auf dem Raspberry Pi ist mit BVM und dieser Menüführung auch für Einsteiger problemlos möglich.

der virtuelle Grafiktreiber beim Bootvorgang von Windows 11 noch nicht zur Verfügung steht.

■ VARA installieren

Zweckmäßigerweise sollte der Transceiver bereits eingeschaltet und mit dem Computer verbunden sein, damit VARA gegebenenfalls seine Soundkarte erkennt. Unter *Settings* → *VARA Setup* ist, sofern vorhanden, der Registrierungscode von VARA zusammen mit dem Rufzeichen einzutragen und unter *Settings* → *SoundCard* sind die vom Transceiver bzw. einer Soundkarte bereitgestellten Ein- und Ausgänge auszuwählen. Das Wasserfalldisplay und das VU-Meter sollten nun Aktivität zeigen. Danach kann VARA geschlossen werden. Das Programm funktioniert zwar auch ohne Registrierung, aufgrund der damit möglichen höheren Bandbreite empfiehlt es sich jedoch, diese vorzunehmen.

■ VarAC installieren

Nach erfolgreicher Installation startet VarAC mit dem Einrichtungsfenster *My Information*, in dem neben Sprachversion, Rufzeichen, Namen und Standort auch Angaben zur Station gemacht werden. Die Informationen zum Operator im Abschnitt *Ice Breaker* sind optional und werden, ebenso wie die vorgenannten, im Sendebetrieb über Platzhalter den einzelnen Nachrichten-Templates zugeordnet. Das vereinfacht den Informationsaustausch. Nach dem Klick auf *Speichern und schließen* erfolgt ein automatischer Neustart von VarAC, dabei wird gleichzeitig VARA HF aufgerufen.

Unter *Einstellungen* ist der Menüpunkt *VARA Computer Einstellungen* auszuwählen. Die Angaben zum Transceiver und der PTT-Steuerung sind unter dem Tabulator *RIG* vorzunehmen, Bild 4. Weitere Konfigurationen sind für die Inbetrieb-

nahme nicht erforderlich und können später erfolgen. Sofern der Transceiver nach einem Klick auf die Schaltfläche *tune* auf Sendung geht, lässt sich mithilfe des Schiebereglers die Senderausgangsleistung reduzieren. Diese Funktion steht jedoch nur nach Eingabe des VARA-Registrierungscode (siehe Abschnitt *VARA installieren*) zur Verfügung.

■ Ergänzende Konfiguration

Im Portabel- und insbesondere beim Notfunkbetrieb kann es von Bedeutung sein, den eigenen Standort anderen Funkpartnern zugänglich zu machen. VarAC ist in der Lage, die NMEA-Daten (*National Marine Electronics Association*) eines an die serielle bzw. USB-Schnittstelle des Computers angeschlossenen GPS-Empfängers einzulesen und so die geografische Position bei automatisierten Abfragen durch den Funkpartner zu übermitteln. Verfügt der Transceiver über einen eigenen GPS-Empfänger und erlaubt er die Weiterleitung der NMEA-Daten, kann VarAC auch darauf zugreifen.

Beim QMX/QMX+ sind dazu folgende Einstellungen durchzuführen: Im Menü *System Config* → *GPS & Ser. Ports* → *USB Serial Ports* ist zunächst die Anzahl der bereitzustellenden seriellen Ports (1 bis 3) festzulegen. Unter dem Menüpunkt *Stream GPS NMEA* wird dann der Port ausgewählt, über den die GPS-Daten weitergeleitet werden. Der Gerätemanager (Windows) zeigt nun zusätzlich zum Standard-Port des QMX/QMX+ eine weitere virtuelle serielle Schnittstelle an. Unter Linux ist bei Bedarf der Konsolenbefehl

`dmesg | grep tty`

zu verwenden.

Die Schnittstelle, welche die NMEA-Daten überträgt, ist in VarAC unter *Einstellungen* → *VARA Computer Einstellungen*

im Tabulator *GPS* auszuwählen. Sobald VarAC die NMEA-Daten erhält, erscheinen der Locator und die Koordinaten im DDM-Format (Grad, Dezimalminute) am unteren Rand des Programmfensters. Für die Anzeige der Koordinaten muss die Checkbox *Live-Koordinaten anzeigen* markiert sein.

Nachrichtenversand per E-Mail

Mit Erscheinen der Version 12 ist es möglich, die als *VMails* bezeichneten VarAC-internen Nachrichten (*Messages*) der Benutzer als E-Mails in das Internet weiterzuleiten bzw. eingehende E-Mails in VMails zu konvertieren. Letztere können sowohl direkt zwischen zwei Nutzern oder über Dritte weitergeleitet bzw. empfangen werden. Die hierfür erforderlichen Einstellungen sind unter dem Tabulator *Email* vorzunehmen. Aus meiner Sicht empfiehlt es sich, diesen Dienst nur vertrauenswürdigen Teilnehmern anzubieten, um Missbrauch und möglicherweise einer Haftung vorzubeugen. Außerdem sollte man eine eigens für diesen Zweck angelegte E-Mail-Adresse verwenden. Eine Einführung in diesen Dienst ist bei www.varac-hamradio.com/forum/varac-news-and-updates/varac-v12-is-here abrufbar.

Farben und Töne

Eine audiovisuelle Unterstützung findet sich unter *Einstellungen* → *Aussehen und Töne*. Hier lassen sich die Farben der Programmoberfläche anpassen und Audioinformationen über Ereignisse wie eingehende Verbindungsanfragen, CQ-Rufe und Bakenaussendungen ausgeben. Zwar werden Letztere auch im Lautsprecher des Transceivers wiedergegeben, für eine bessere Qualität empfiehlt es sich jedoch, einen externen Lautsprecher an den PC anzuschließen.

Weitere Konfigurationsmöglichkeiten lassen sich entweder über die kurzen Hilfstexte, die mittels Klick auf (?) abrufbar sind, oder dem deutschen VarAC-Handbuch entnehmen [11].

■ Betrieb

Mit dem Aufruf von VarAC wird automatisch VARA gestartet, sodass auf dem Bildschirm beide Programme zu sehen sind. Die Arbeitsfrequenz wählt man im VarAC-Fenster oben links aus. Die Auswahlmöglichkeit lässt sich unter *Einstellungen* → *Frequenz Liste bearbeiten* anpassen. Nach kurzer Zeit sollten in den Fenstern *Baken* und *CQ Rufe* die ersten Einträge der empfangenen Stationen mit dem jeweiligen SNR zu sehen sein. Sofern diese im *Advanced Bakenmodus* (Ein-

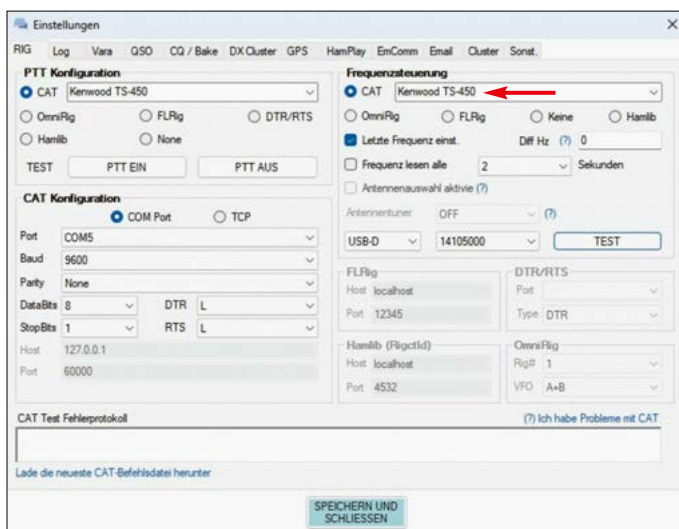


Bild 4: Konfigurationsmenü von VarAC; der hier eingesetzte QMX+ verwendet Teile des CAT-Protokolls des Kenwood TS-480 bzw. TS-450. Alternativ ist auch die Steuerung via *OmniRig*, *FLRig* oder *Hamlib* möglich. Die Einstellungen der dem Transceiver zugewiesenen virtuellen seriellen Schnittstelle zur PTT-Tastung entsprechen den Defaultwerten (9600/8/N/1).



Bild 5: Windows 11 lässt sich mithilfe von *Botspot Virtual Machine* problemlos auf einem Raspberry Pi 5 bzw. 500 installieren. Mindestvoraussetzung sind 8 GB RAM. Je höher die Datenrate der Micro-SD-Karte für sequenzielles Lesen ist, desto höher ist die Performance dieser Arbeitsumgebung. Ein Wert von 200 MB/s ist bereits ausreichend.

Foto und Screenshots: DC8FG

stellungen → VARA Computer Einstellungen → CQ / Bake) senden, wird zusätzlich der Locator angezeigt.

Stationsinformation

Hält man den Mauszeiger über die entsprechende Zeile, werden, basierend auf dem eigenen Locator, Distanz und Richtungsangabe zu der Station in einem kleinen Einblendfenster angezeigt. Ein Klick mit der rechten Maustaste öffnet ein Pop-up-Menü mit verschiedenen Optionen. Wählt man beispielsweise *Ping* (get report), versucht VarAC eine Verbindung zu dieser Station herzustellen. Ist der Handshake erfolgreich, fragt das Programm den SNR-Wert ab, mit welchem man empfangen wird, und beendet anschließend die Verbindung. Soll die Station zwecks eines Chats kontaktiert werden, klickt man auf *Verbinden*. Diese Optionen stehen auch über die Schaltflächen links vom Fenster *VarAC Log* zur Verfügung.

Eigene Bakenaussendung

Eine Möglichkeit, auf sich aufmerksam zu machen und dabei gleichzeitig die Hörbarkeit des eigenen Signals zu erforschen, ist die eigene Bakenaussendung. Diese erfolgt gesteuert anhand der in *Einstellungen* → *VARA Computer Einstellungen* → *CQ/Bake* durchgeführten Vorgaben. Hierbei empfiehlt es sich, unter dem Tabulator *Log* im Feld *PSKReporter* das Hochladen der Empfangsdaten zu aktivieren. Der eigene Report lässt sich jederzeit über die am rechten VarAC-Fenster befindliche Schaltfläche *PSK Bericht* abfragen.

Allgemeiner Anruf

Ein allgemeiner Anruf lässt sich durch Klick auf die Schaltfläche *CQ* auslösen. Hierbei gilt es etwas zu beachten: Damit die Anrufrequenz nicht unnötig belastet

wird, führt VarAC den nach der Verbindungsaufnahme stattfindenden Funkverkehr auf einem von zehn sogenannten *Slots* durch. Dies sind Frequenzen, die jeweils in 750-Hz-Schritten oberhalb oder unterhalb der Anrufrequenz liegen. Daher ist vor dem CQ-Ruf ein entsprechender Slot auszuwählen und dann auf die Schaltfläche *SLOT SNIFFER* zu klicken, worauf VarAC prüft, ob diese Frequenz frei ist. Ist dies der Fall, klickt man auf *Rufe CQ*. Nach Aussendung des allgemeinen Anrufs schaltet VarAC den Transceiver auf den ausgewählten Slot und bleibt dort für 5 min empfangsbereit. Nach Ablauf dieser Zeitspanne kehrt das Programm selbsttätig auf die Anrufrequenz zurück.

Reagiert eine Station auf den CQ-Ruf oder hat man selbst auf einen solchen geantwortet, bietet VarAC weitere Möglichkeiten: Neben der Freitexteingabe am unteren Bildschirmrand lassen sich vordefinierte Informationen über Nachrichten-Templates senden. Diese basieren auf den bei der Einrichtung gemachten Angaben und sind im Dropdown-Feld *Nachrichten Template* abrufbar. Andere interessante Optionen verbergen sich hinter der Schaltfläche *Erkundigen* am rechten Bildschirmrand. Hier können während einer bestehenden Verbindung verschiedene Informationen über die Gegenstation eingeholt werden, beispielsweise welche Stationen bislang von ihr gehört wurden oder ihre Standortdaten.

■ Schlussbemerkungen

VarAC ist der für mich derzeit bedeutendste Digimode. Informationen zum Notfunkeinsatz findet man u. a. bei www.varac-hamradio.com/emcomm.

Auch wenn das Betriebssystem des Raspberry Pi und die virtuelle Umgebung ins-

gesamt rund 6,5 GB im Arbeitsspeicher des Rechners belegen, läuft das System nach meinen Erfahrungen sicher und schnell. Wünschenswert wäre jedoch eine 16-GB-Version des Raspberry Pi 500, so wie sie bereits in der Board-Version des Raspberry Pi 5 erhältlich ist.

Aufgrund der Konzeption von VARA lassen sich mittels VarAC auch mit einer Sendeleistung von weniger als 5 W stabile DX-Verbindungen erzielen. So gelangen mir kürzlich mit dem QMX+ und einer in nur 8 m über Grund hängenden Windom-Antenne auf dem 20-m-Band beispielsweise Verbindungen nach Bonaire, Martinique und Neuseeland.

Einen faszinierenden Kontakt hatte ich überdies mit Jeremy C. Allen, N1ZZZ/mm, der als Master (*Captain*) eines Containerschiffs von der nördlichen Biscaya auf dem Heimweg in die USA war. Er sendete von Bord mit 35 W über einen AH-4-Antennenkoppler in eine 45 m über Seehöhe aufgehängte Drahtantenne. Meine Sendeleistung betrug 10 W in eine endgespeiste Halbwellenantenne für 40 m, 20 m und 10 m. Das SNR lag während der gesamten Verbindungszeit stabil bei 2 dB auf Jeremies Seite und -1 dB auf meiner und reichte sogar für die Übertragung von Bildern. So begleitete ich ihn einige Tage auf seiner Reise über den Atlantik. War er nicht an der Station, konnte ich zumindest per automatisierter Abfrage seine Position bestimmen.

dc8fg@funkamateure.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: FreeDV — digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle. FUNK-AMATEUR 74 (2025) H. 8, S. 618—621
- [2] Sommer, F. G., DC8FG: E-Mail-Kommunikation über die Kurzwelle mit Winlink. FUNK-AMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 946—949
- [3] Deutsch, I., 4Z1AC: VarAC. <https://varac-hamradio.com>
- [4] Nieto Ros, J. A., EA5HVK: VARA Modem. <https://rosmodem.wordpress.com>
- [5] Brown, G.: VARA HF-Modem. <https://youtu.be/ke4V0pWVPaw>
- [6] BerryBase GmbH: Raspberry Pi Monitor, 15,6". www.berrybase.de
- [7] Sommer, F. G., DC8FG: 5-Band-Transceiver QMX — Aufbau und Inbetriebnahme. FUNK-AMATEUR 72 (2023) H. 11, S. 868—871
- [8] Sommer, F. G., DC8FG: Multimodebetrieb von 160 m bis 6 m mit dem QRP-Transceiver QMX+. FUNK-AMATEUR 74 (2025) H. 10, S. 786—789
- [9] Frazier, J., KX5RUO: Winlink VARA HF and VARA FM Received Signal Constellations Explained. <https://nmbcares.wordpress.com/wp-content/uploads/2024/03/vara-signal-constellations.pdf>
- [10] Botspot: Botspot virtual machine. <https://github.com/Botspot/bvm>
- [11] Rester, C., DL3CR: VarAC-Handbuch. <https://dl3cr.de/wp-content/uploads/2024/10/VarAC-Handbuch-DL-V10.1.0.pdf>

Zweiband-KW-Empfängerbausatz für Radio DARC

FA-LESERSERVICE

Seit etwa 10 Jahren sendet der DARC e. V. wöchentlich ein von Musik begleitetes buntes Amateurfunk-Magazin, das inzwischen eine feste Stammhörerschaft im In- und Ausland hat. Was liegt näher, als sich dafür selbst einen kleinen KW-Empfänger zu bauen? Besonders die Einsteiger unter den Radiobastlern können hier erste Erfahrungen sammeln und ein motivierendes Erfolgserlebnis verbuchen.

Der bislang vom FA-Leserservice angebotene Radio-DARC-Bausatz wird nun von einer Zweiband-Version abgelöst, die dem seit 1. 1. 2025 veränderten Frequenzplan Rechnung trägt.

Die Hauptsendung von Radio DARC erfolgte bis Ende Dezember 2024 auf 6070 kHz und wurde vom Sender Moosbrunn in Österreich mit 100 kW abgestrahlt. Sie war in ganz Europa und auch darüber hinaus zu empfangen. Seit Januar 2025 hört man die Hauptsendung von



Bild 1: Frontansicht des Zweiband-KW-Empfängers für Radio DARC

Radio DARC auf der neuen Frequenz 9760 kHz im 31-m-Band. Der dazugehörige 125-kW-Sender steht in Wooferton, Großbritannien. Zeitgleich kommt das Programm aber auch noch auf 6070 kHz, also im 49-m-Band, mit 10 kW über einen Sender in der Nähe von Ingolstadt.

Diese Situation war der Ausgangspunkt für die Überarbeitung des DARC-Radiobausatzes [1]. Herausgekommen ist ein Zweiband-KW-Radio, das AM-Sender im 31-m- und im 49-m-Band empfangen kann, Bild 1.

■ Konzept

Den Kern des neuen Bausatzempfängers bildet der Schaltkreis TDA1072A im 16-poligen DIL-Gehäuse. Dieser IC war seinerzeit von Philips entwickelt worden. Er enthält praktisch alle Baugruppen eines AM-Empfängers mit einer maximalen Oszillatorfrequenz von 50 MHz. Die erforderliche Außenbeschaltung betrifft die passiven Bauelemente von Eingangskreis und Oszillatorkreis, das ZF-Filter sowie den unverzichtbaren NF-Verstärker für Kopfhörer- oder Lautsprecheranschluss.

Die Bandumschaltung beim neuen Zweibandempfänger erfolgt mithilfe eines Stufenschalters, der drei Schalterstellungen und vier Schaltebenen besitzt. Er dient gleichzeitig als Ein/Aus-Schalter für die Spannungsversorgung. Auf der Platine befindet sich eine Halterung für eine 9-V-Blockbatterie. Wer den Empfänger im „Dauerbetrieb“ nutzt, hat die Möglichkeit, eine externe 12-V-Spannungsversorgung anzuschließen.

Der Radiobausatz wird mit einem passenden Kunststoffgehäuse angeboten, einschließlich bearbeiteter und bedruckter Front- und Rückplatte.

Als Empfangsantenne genügen in den meisten Fällen einige Meter Draht.

■ Schaltungsbeschreibung

In Bild 3 ist der Schaltplan des Empfängers dargestellt. Im Signalweg unmittelbar hinter der Antennenbuchse Bu1 befindet sich der Eingangskreis, bestehend aus der Filterspule Fi1 und dem Kondensator C5, dem je nach Stellung des Bandumschalters C2 und C3 oder der Trimmer C4 parallelgeschaltet sind, in Bild 3 braun hinterlegt. Über eine Anzapfung von Fi1 und den Koppelkondensator C15 gelangt das Empfangssignal an Pin 14, den Ein-

Technische Daten

Frequenzbereich	beliebiges 100-kHz-Segment im 49-m-Band (5900 ... 6200 kHz) und im 31-m-Band (9400 ... 9900 kHz)
Antennenanschluss	Cinch-Buchse für Drahtantenne
Zwischenfrequenz	455 kHz
NF-Ausgangsleistung	0,5 W
Spannungsversorgung	9-V-Blockbatterie oder externe Spannungsquelle mit 10 ... 12 V
Stromaufnahme	≈ 35 mA bei Kopfhörerbetrieb
Gehäuseabmessungen	95 mm × 45 mm × 135 mm (B × H × T)

gang des geregelten HF-Vorverstärkers im TDA1072A.

Der Oszillatorkreis, in Bild 3 grün hinterlegt, besteht aus den Bauelementen Fi2, C11 sowie den bandabhängig parallelgeschalteten Kondensatoren C13 und C14 oder C12. Hinzu kommt die über C9 bzw. C9 und C10 angekoppelte Kapazitätsdiode VD1.

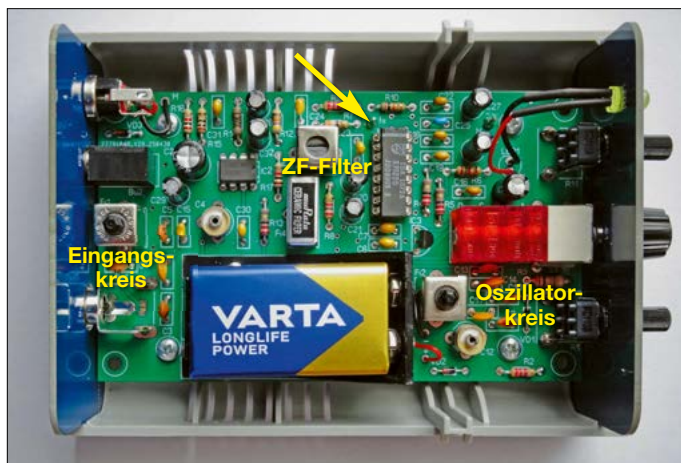
Das Potenziometer R1 erhält vom Spannungsregler IC3 eine stabile Spannung in Höhe von 6 V. Daraus wird die Abstimmungsspannung für VD1 gewonnen. Der Oszillator des Empfängers schwingt oberhalb der Empfangsfrequenz.

Das ZF-Signal mit $f_{ZF} = 455$ kHz entsteht am Ausgang des Doppel-Balancemischers im TDA1072A und wird an Pin 1 angekoppelt. Fi3 und Fi4 bilden das ZF-Bandfilter, in Bild 3 violett hinterlegt. Da das Keramikfilter Fi4 relativ steile Flanken besitzt, ist die Trennschärfe bzw. Nahselektion des Empfängers recht gut ausgeprägt.

Das ZF-Signal gelangt vom Filterausgang an die Pins 3 und 4 des Empfängerschaltkreises und damit an den Eingang des geregelten ZF-Verstärkers. Intern sind diesem ein AM-Demodulator sowie ein NF-Vorverstärker nachgeschaltet. Der NF-Ausgang liegt an Pin 6 des TDA 1072A. Über den Lautstärkesteller R11 wird das

Bild 2: Bestückte Platine des Empfänger-Prototypen im geöffneten Gehäuse; der Pfeil kennzeichnet den Messpunkt für die Oszillatorfrequenz.

Fotos: FA



niederfrequente Signal auf den Eingang des Verstärkerschaltkreises LM386 geführt, an dessen Ausgang sich ein Kopfhörer oder Lautsprecher anschließen lässt. LED1 spricht beim Empfang relativ starker Sender an und kann dann als Abstimmungsanzeige genutzt werden.

■ Aufbau und Abgleich

Es kommen ausschließlich bedrahtete Bauelemente zum Einsatz, sodass der Aufbau des KW-Radios auch von Elektronik-Einsteigern zu bewältigen ist.

Zuerst werden die flach auf der Platine aufliegenden Bauelemente bestückt, also Widerstände und Dioden. Es folgen die Kondensatoren, Filter, Potenziometer, Buchsen und Schaltkreise. Bei Letzteren ist auf die richtige Einbaulage gemäß Bestückungsaufdruck auf der Platine zu achten. Gleiches gilt für die Elektrolytkondensatoren.

Der Stufenschalter S1 wird vormontiert geliefert. Er sollte in diesem Zustand auf die Platine aufgesetzt und verlötet werden, damit sich die Kontakte der einzelnen Ebenen auch anschließend noch in

der jeweils richtigen Position befinden. Der Abgleich des Empfängers gestaltet sich am einfachsten, wenn man einen Zählfrequenzmesser oder ein Digitaloszilloskop an den Messpunkt f_{OSZ} anschließt, Bild 2. Das Potenziometer R1 ist in Mittelstellung zu bringen, da in dieser Position nach dem Abgleich der Sender *Radio DARC* empfangen werden soll. Danach dreht man den Bandwahlschalter in Stellung 49 m und stimmt mithilfe des Spulenkerns von Fi2 auf $f_{OSZ} = f_E + f_{ZF} = 6070 \text{ kHz} + 455 \text{ kHz} = 6525 \text{ kHz}$ ab. Anschließend wird nach Umschalten auf 31 m mithilfe von C12 eine Oszillatorfrequenz von $f_{OSZ} = 9670 \text{ kHz} + 455 \text{ kHz} = 10125 \text{ kHz}$ eingestellt.

Der zweite Abgleichsschritt betrifft den Eingangskreis. Dieser ist relativ breitbandig. Wer einen Messsender zur Verfügung hat, schließt diesen an den Antenneneingang an und gleicht in Mittelstellung von R1 jeweils auf Signalmaximum ab. Dies erfolgt im 49-m-Band mithilfe des Spulenkerns von Fi1 und im 31-m-Band mittels C4. Besitzt man keinen Messsender, schließt man eine Antenne an Bu1 an und

gleicht anhand eines im entsprechenden Band zufällig empfangenen Senders nach Gehör auf maximalen Empfangspegel ab. Das Gleiche erfolgt am Schluss auch noch mit dem Spulenkern des ZF-Bandfilters Fi3.

Der Abgleich ist damit beendet. Mithilfe von R1 lässt sich der Empfänger nun innerhalb eines etwa 100 kHz breiten Bereichs um die jeweilige Sendefrequenz von Radio DARC abstimmen.

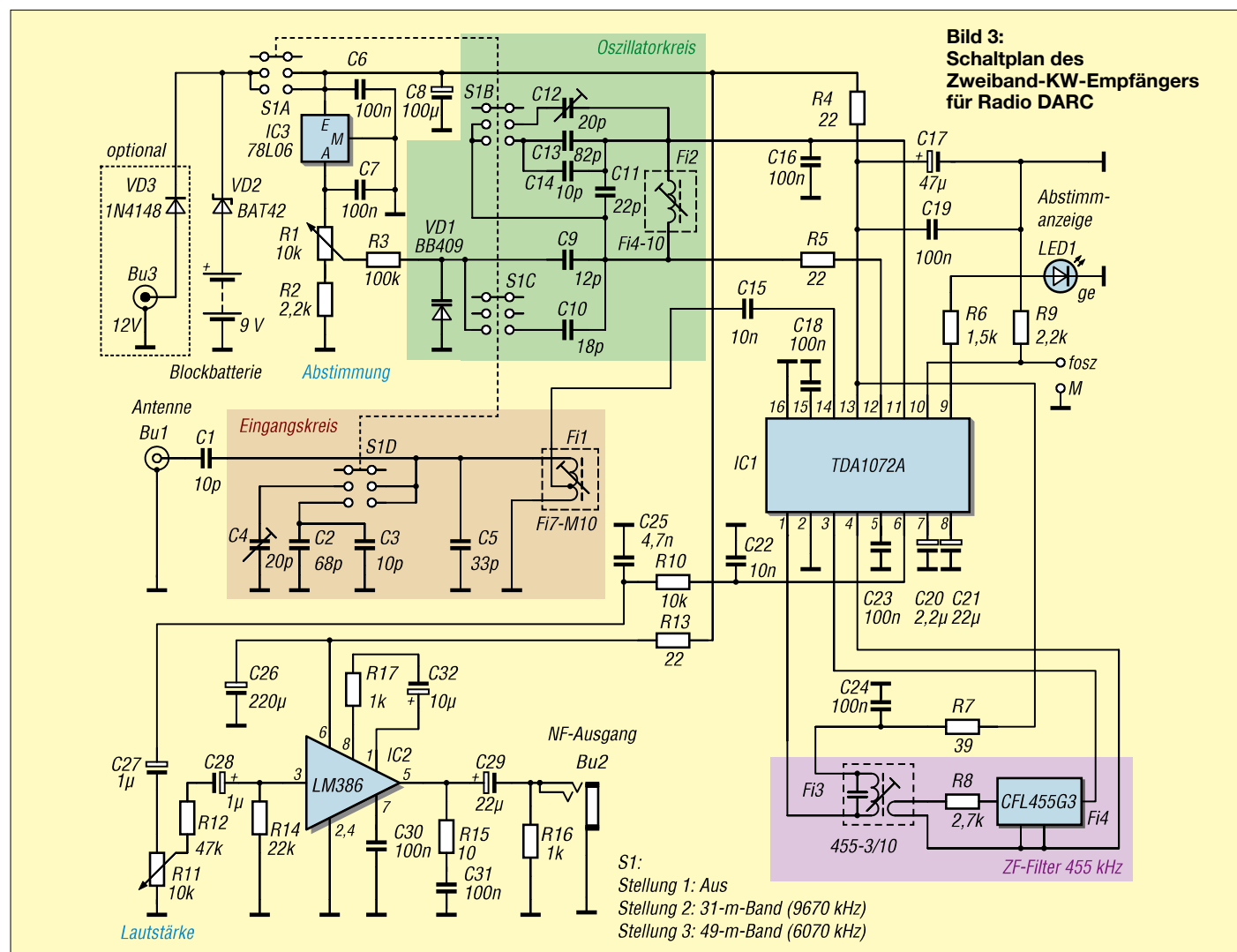
Zusammen mit der Front- und Rückplatte wird die Platine in die Gehäuseunterschale eingeschoben und mithilfe von vier Schrauben befestigt, bevor man abschließend die Gehäuseoberschale aufsetzt.

Der Bausatz ist derzeit beim FA-Leserservice in Vorbereitung [2].

support@funkamateure.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] FA-Leserservice: Neues vom KW-Radiobausatz für den Empfang von Radio DARC. FUNKAMATEUR 70 (2021) H. 7, S. 531
 [2] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: shop@funkamateure.de; Online-Shop: www.funkamateure.de → Online-Shop → BX-074



Sensormodul zur Richtungsbestimmung von Schallquellen

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Mithilfe zweier Mikrofone ist es möglich, die Position einer Schallquelle auf einer Fläche zu bestimmen. Nachfolgend wird ein universelles Modul beschrieben, das sich als Sensoreinheit zur Steuerung einer Vielzahl darauf basierender Projekte eignet.

Der Einsatzbereich von Baugruppen, die auf Ereignisse in der Umgebung reagieren und sich somit als Sensoren eignen, ist groß. Er reicht von Modellfahrzeugen über simple Steuerungen bis hin zu Robotern. Die Abstandsmessung zu Objekten erfolgt meist mit Ultraschall und Schallwandlern. Dabei wird der Abstand aus der Laufzeit zwischen dem ausgesendeten und dem empfangenen akustischen Signal berechnet. Alternativ ist das ToF-Verfahren (*Time of Flight*) auf Basis von Lichtimpulsen nutzbar.

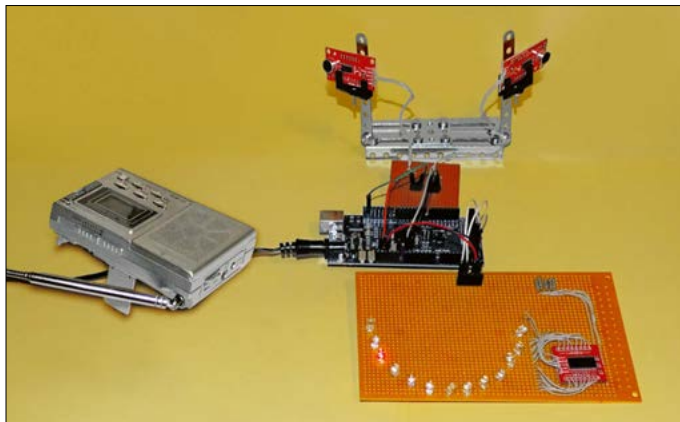


Bild 1: Bei diesem Versuchsaufbau mit einem Arduino Mega als Mikrocontrollerboard wird die Richtung zu dem hier als Schallquelle genutzten Radioempfänger per LEDs angezeigt.

Foto: Sander

Das oft auch integrierte Mikrofon eignet sich nur zum Reagieren auf ein Signal, da in den meisten Fällen nur eine Mikrofonkapsel vorhanden und somit keine Richtungserkennung möglich ist. Eine schaltungstechnische Lösung zur Richtungsermittlung wird nachfolgend beschrieben.

Sie kann zur Steuerung der Bewegungsrichtung eines Fahrzeugs ebenso eingesetzt werden wie zum Ausrichten einer Kamera per Getriebe. Zu bedenken ist, dass bei der hier gezeigten Verwendung von nur zwei Mikrofonen lediglich eine zweidimensionale Ortung möglich ist. Um die Position einer Schallquelle im Raum zu ermitteln, wären drei Mikrofone und wesentlich mehr Rechenaufwand erforderlich.

Schallquellenortung

Die der Ortung zugrundeliegenden physikalischen Gesetze sind teilweise seit

Jahrhunderten bekannt [1]. Die Triangulation wurde bereits in der Antike genutzt und seither weiterentwickelt. Am Prinzip der Schallortung lässt sie sich einfach erläutern.

Der Schall wird an zwei Stellen aufgenommen, zwischen denen möglichst keine Signalübertragung stattfindet. Beim Menschen sind das beispielsweise die Ohren. Das von einer Schallquelle abgegebene Signal erreicht in der Regel ein Ohr später als das andere, wodurch eine kleine Zeitdifferenz zwischen den Signa-

len vorhanden ist. Außerdem wird das Signal an dem direkt auf die Schallquelle gerichteten Ohr aufgrund des etwas kürzeren Weges stärker ausfallen als jenes, welches das andere Ohr erreicht. Dies wird als Lautstärkeunterschied wahrgenommen, siehe Bild 2. Aus beiden Informationen „berechnet“ das Gehirn die Position der Schallquelle. Doch auch die Tonhöhe hat einen Einfluss auf die Genauigkeit, mit der man eine Schallquelle

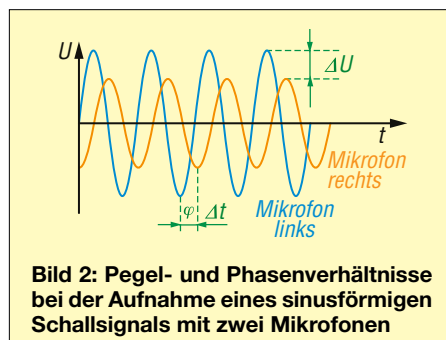


Bild 2: Pegel- und Phasenverhältnisse bei der Aufnahme eines sinusförmigen Schallsignals mit zwei Mikrofonen

orten kann. Allgemein lassen sich tiefere Frequenzen schlechter orten als hohe, da auch die sich ergebenden Laufzeitunterschiede zwischen den Schallaufnehmern immer geringer werden.

Nachfolgend kommen zwei Elektretmikrofonkapseln und ein Mikrocontroller zum Einsatz.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des Moduls zur Schallortung ist in Bild 3 dargestellt. Da prinzipbedingt eine schnelle Signalverarbeitung erforderlich ist, kommt hier ein mit 20 MHz getakteter ATmega328PB-AU zum Einsatz.

Die beiden Elektretmikrofonkapseln werden an den Steckverbindern X3 und X4 angeschlossen. Die Widerstände R2 bzw. R13 übernehmen die Zufuhr der als Speisespannung für diese Kapseln notwendigen 5 V.

Aufgrund der von den Mikrofonen abgegebenen niedrigen Signalpegel folgen mit IC2A und IC2B bzw. IC2C und IC2D je Kanal zwei Vorverstärker. Verwendung findet hier der Vierfach-Operationsverstärker TLC274. Solche ICs versorgt man am einfachsten mit einer symmetrischen Betriebsspannung, also aus einem auf Masse bezogenen positiven und einem negativen Spannungszweig. Ist so eine Spannungsquelle, wie hier, nicht verfügbar, greift man auf einen Bezugspegel in Höhe der halben Betriebsspannung zurück. Hier kommen jeweils mit zwei Widerständen gleichen Werts realisierte Spannungsteiler an den nicht invertierenden Eingängen (+) der Operationsverstärker zum Einsatz. Theoretisch genügt ein Spannungsteiler samt Stützkondensator für alle vier OPVs. Jedoch sind die einzelnen Stufen durch die getrennte Zuführung des Bezugspotenzials besser voneinander entkoppelt.

Die nun verstärkten Signale beider Mikrofone liest der an den Pins ADC0 und ADC1 liegende A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers ein, bevor die Firmware die digitalisierten Signale verarbeitet.

Zur Vermeidung von Störungen der über die Pins AVCC und AREF versorgten analogen Schaltungsteile durch die des Digitaltrakts ist das aus L1 und C4 bestehende Tiefpassfilter vorgesehen.

Die Schaltung kann via UART-Schnittstelle und Steckverbinder X2 mit einer anderen Teilschaltung verbunden werden. Der ermittelte Winkel zur Schallquelle wird im ASCII-Format als Zahl in 15°-Schritten zwischen 0° und 180° mit einer Datenrate von 57 600 Bit/s über TXD ausgegeben. Über die RXD-Leitung könnte

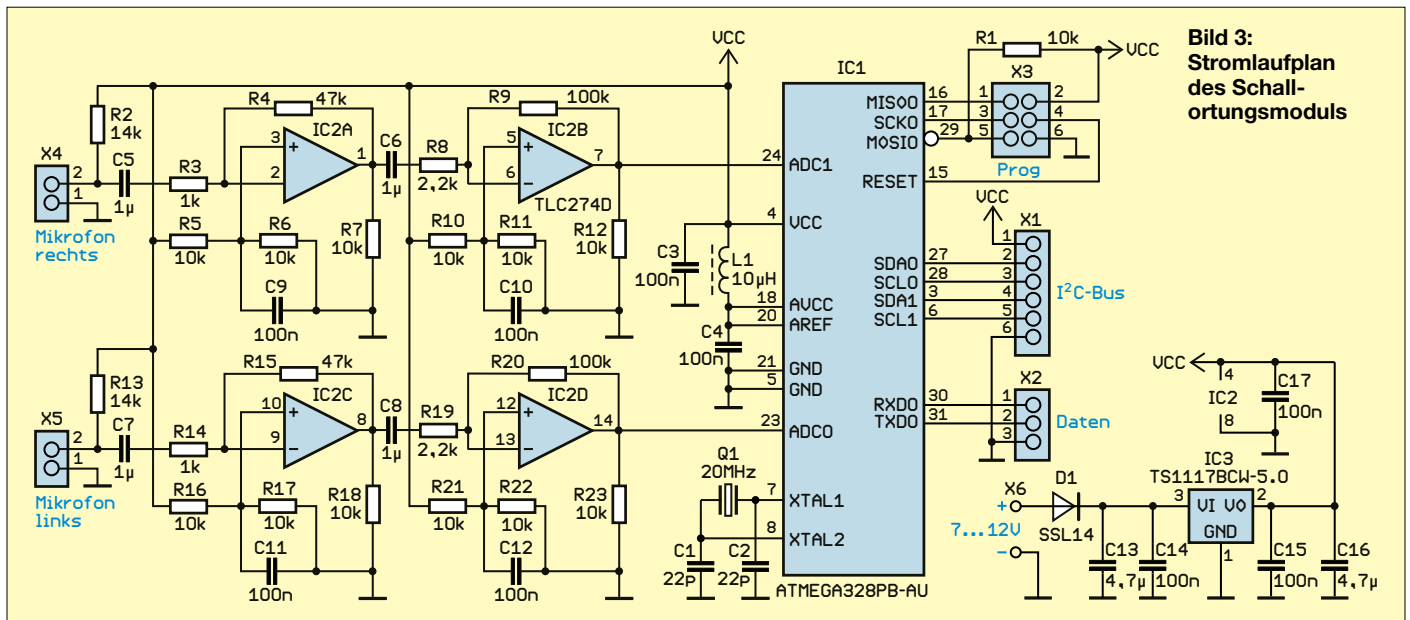


Bild 3:
Stromlaufplan
des Schall-
ortungsmoduls

das Sensormodul Einstellungen empfangen, was aber derzeit noch nicht notwendig ist. Zu beachten ist, dass die Pegel an X2 bei Low 0 V und bei High 5 V betragen. Nachfolgende Baugruppen, die mit anderen Pegeln arbeiten, erfordern einen Pegelwandler.

Zur direkten Anzeige der Richtung lässt sich mit dem an den Pins 2 und 3 von X1 herausgeführten I²C-Bus (SDA0, SCL0) ein aus 13 LEDs aufgebauter LED-Halbkreis ansteuern. Als LED-Treiber kann, wie bereits in [2] beschrieben, ein PCA 9956B dienen. Die erste LED ist dem Winkel 0° zugeordnet, die zweite 15° usw. bis zur 13. LED, die bei einem Winkel von 180° zur Schallquelle aufleuchtet.

Der zweite I²C-Bus (SDA1, SCL1) an den Pins 4 und 5 von X1 ist für zukünftige Entwicklungen vorgesehen.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung kann aus einem Akkumulator mit einer Spannung von 7 V bis 12 V erfolgen, aber auch direkt aus dem Gerät, für welches das hier aufgebaute Sensor-modul gedacht ist. Stehen 5 V zur Verfügung, muss der lineare Spannungsregler IC3, hier ein TS1117BCW-5.0, nicht eingelötet werden. Die 5 V sind dann direkt

zuführen und statt des Spannungsreglers ist eine Drahtbrücke einzulöten.

■ Firmware

Die Firmware habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Die umfangreichen Algorithmen zur Berechnung erforderten die Einbindung von Unterprogrammen in Assemblersprache. Die Firmware wertet die Mikrofonpegel im Abstand von 50 µs aus. Mithilfe der Fourier-Transformation lassen sich störende Rauschsignale ausblenden, anhand des Pegel- und Phasenunterschieds die Signale einer Schallquelle zuordnen sowie anschließend deren Richtung berechnen.

Das Verfahren ist relativ komplex, weshalb ich hier aus Platzgründen auf eine detaillierte Darstellung verzichte. Die Grundlagen sind ausführlich in [3] und [4] enthalten.

Nach der Ermittlung des Winkels zur Schallquelle wird der Wert als ASCII-Zeichen über X2 und den I²C-Bus an X1 ausgegeben, wie bereits im Abschnitt *Schaltungsbeschreibung* angegeben.

Die Erkennung der Position einer Schallquelle in drei Dimensionen ist einem späteren Beitrag vorbehalten.

■ Nachbau

Für den einfachen Nachbau habe ich eine beidseitig kupferkaschierte Platine entworfen. Deren Layout steht als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereit. Auf Anfrage ist sie einzeln, als Bausatz oder fertig bestückt, jeweils mit programmiertem Mikrocontroller, bei [5] erhältlich. Optional ist auch das genannte Modul mit 13 LEDs verfügbar.

Der Bestückungsplan ist in Bild 4 dargestellt. Die Bestückung sollte anhand der in [6] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben und dünnem Lötzinn möglich sein.

Für den Anschluss der Elektretmikrofone sind zwingend abgeschirmte Kabel zu verwenden und deren Schirmungen am Sensormodul mit Massepotenzial zu verbinden. Außerdem sind die Mikrofone seitlich angeordnet und leicht nach vorn zu richten. Es ist ratsam, jedes Mikrofon in Schalltrichter einzubauen, um die bereits genannte Abschirmung zwischen den Mikrofonen zu realisieren.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Greguss, F.: Patente der Natur. Verlag Neues Leben, Berlin 1976
- [2] Sander, K.: Wenn das Durstgefühl nachlässt – oder: Laufflicht zur Trink-Erinnerung. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 7, S. 530–531
- [3] Schwarzmeier, T.: Navigation – die Grundlagen Schritt für Schritt. BLV Buchverlag, München 2005
- [4] Bolschakow, V. D.; Deumlich, F.; Gulobev, A. N.; Vasilev, V. P.: Elektronische Streckenmessung. Verlag für Bauwesen, Berlin 1985; Verlag Nedra, Moskau 1985
- [5] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [6] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

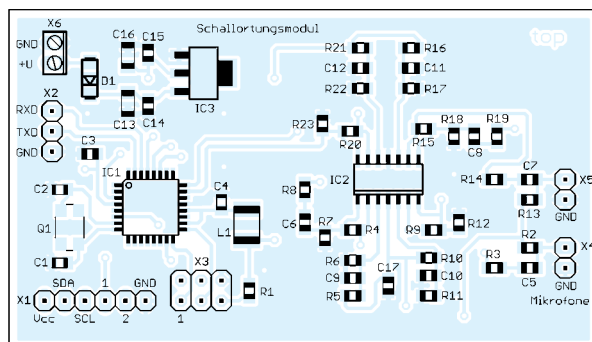


Bild 4:
Bestückungsplan des
Schallortungsmoduls;
Originalabmessungen
74 mm x 43 mm

Selektivverstärker mit Tastkopf für Messungen bis 300 kHz

MICHAEL FRANKE

Die Messung kleiner Signale im Frequenzbereich von 0,3 Hz bis 300 kHz mithilfe eines Oszilloskops wird oft durch dessen begrenzte Empfindlichkeit und das Eigenrauschen seines Vertikalverstärkers oder A/D-Umsetzers erschwert. Abhilfe schafft das nachfolgend beschriebene hochohmige Vorsetzgerät, bei dem Durchlassbereich und Verstärkung einstellbar sind.

Gebräuchliche Oszilloskope machen den zeitlichen Verlauf von Spannungen auf dem Bildschirm sichtbar, wobei die kleinste Ablenkung oft 1 mV/Div beträgt und das Eigenrauschen mit $U_{SS} \approx 0,1$ mV bis 0,5 mV angegeben ist. Bei Nutzung eines passiven 1:1-Tastkopfs wird das Messobjekt mit 1 M Ω und etwa 100 pF belastet. Das Umschalten auf den Teilerfaktor

angeordnet, die einer unteren Grenzfrequenz $f_U = 1/(2\pi \cdot \tau) = 1/(2\pi \cdot 1 \text{ s}) = 0,16$ Hz entspricht. R3 und VD1 dienen dem Eingangsschutz von IC1. Selbst bei 50 V Gleichspannung begrenzt R3 den Ladestrom von C1 auf 0,5 A, der mit der Zeitkonstante $C_1 \cdot R_3 = 100 \text{ nF} \cdot 100 \Omega = 10 \mu\text{s}$ abfällt. Dies ist für VD1 problemlos zulässig. An höhere Spannungen darf das

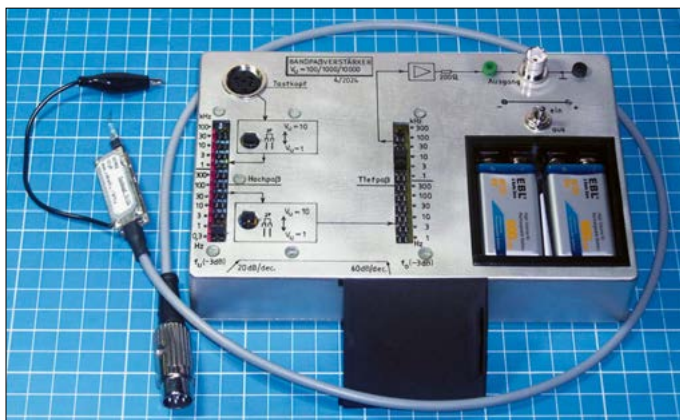


Bild 1: Das Gerät zur rauscharmen Verstärkung kleiner Signale besteht aus dem Tastkopf (links) und dem in einem Aluminiumgehäuse untergebrachten Verstärker. Dessen Grenzfrequenzen lassen sich über Steckbrücken einstellen.

Foto und Screenshot: Franke

10:1 reduziert zwar die Last auf 10 M Ω und etwa 15 pF, vergrößert jedoch das auf die Messspannung bezogene Rauschen um den Faktor 10. Teurere aktive Tastköpfe warten mit einstelligen Pikofarad-Werten auf, eignen sich aber ebenfalls nicht zur Erfassung von Amplituden im Mikrovoltbereich.

In einigen Teilgebieten der Elektronik, wie der Entwicklung rauscharmer Verstärker und Rauschmessungen an Spannungsreglern, ist die naturgetreue Darstellung kleinster Wechselspannungen auf einem Oszilloskop gewünscht. Weil dabei oft nur niedrige Frequenzen auftreten, genügt zur Signaldarstellung ein preiswertes Oszilloskop. Jedoch ist ein geeigneter Verstärker vorzuschalten. Ein solcher wird nachfolgend beschrieben, Bild 1.

Aktiver Tastkopf

Der Tastkopf in Bild 2 verstärkt kleine Wechselspannungen und sperrt überlagerte Gleichspannungen. Hierzu ist am Eingang ein Hochpassfilter mit der Zeitkonstante $\tau = C_1 \cdot R_2 = 100 \text{ nF} \cdot 10 \text{ M}\Omega = 1 \text{ s}$

Modul aus Gründen des Berührungsschutzes nicht angeschlossen werden. Bevor man die Tastspitze an das Messobjekt bringt, ist C1 durch kurzes Berühren der Schaltungsmasse zu entladen.

Für IC1 kommt mit OPA828 ein JFET-OPV mit geringem Eigenrauschen und etwa 1 pA Eingangsstrom zum Einsatz. Aufgrund des recht hohen Verstärkungs-Bandbreite-Produkts von GBP = 45 MHz ließ sich die Spannungsverstärkung auf $V_U = 1 + (R_5/R_6) = 1 + (1 \text{ k}\Omega/33 \Omega) = 31,3$ festlegen. Durch diese Pegelanhebung ist das Eigenrauschen des nachfolgenden Schaltungsteils in der Gesamtbilanz vernachlässigbar.

Die Schaltung ist auf einer doppelseitig kupferkaschierten Leiterplatte aufgebaut, wobei eine Seite als Massefläche abschirmend wirkt. Vier Durchkontaktierungen tragen eine zusätzliche Abschirmplatte knapp oberhalb der Bauelemente. Diese sind SMD-Ausführungen. Ausnahme ist C1, dessen bedrahtete Form die Einhaltung großer Isolationsabstände ermöglicht.

Als Messspitze dient im Mustergerät ein steckbarer 47- Ω -Widerstand. Zwar weist der Tastkopf nur 13 pF Eingangskapazität auf, doch selbst dieser Wert kann sich bei extrem empfindlichen Schaltungen störend auswirken. R1 dient hier als Isolationswiderstand, ähnlich den Empfehlungen in den Datenblättern vieler Operationsverstärker. Bei Bedarf ließe sich der Wert von R1 sogar bis auf einige Kiloohm erhöhen, ohne die obere Grenzfrequenz des Gesamtgeräts von $f_0 = 300$ kHz zu beeinträchtigen. Die 3-dB-Frequenzgrenzen des Tastkopfs allein betragen 0,16 Hz und etwa 1 MHz.

Als Verbindung zwischen Tastkopf und Verstärker dient ein dreiadriges, geschirmtes Kabel mit 75 cm Länge.

Selektivverstärker

Das 188 mm \times 120 mm \times 35 mm große Aluminiumgehäuse enthält neben der Stromversorgung aus zwei Blockbatterien eine Hochpassfiltersektion nebst einstellbarem Vorverstärker und eine Tiefpassfiltersektion mit Nachverstärker. Das Gehäuse und alle auf Massepotenzial liegenden Schaltungsteile sind sternförmig mit der zum Tastkopf führenden Buchse verbunden, wodurch Masseschleifen vermieden werden.

Die Schaltung ist auf zwei einseitig kupferkaschierte Platinen aufgeteilt, Bestückungspläne in der Ergänzung. Zur Umschaltung kommen zweipolige Stiftleisten und Jumper zum Einsatz, da diese über lange Zeit kontaktsicherer sind als preiswerte Kipp- oder Drehschalter. Die Jumper lassen sich ohne Öffnen des Gehäuses versetzen.

Der JFET-OPV IC2 mit GBP = 10 MHz verstärkt das Ausgangssignal des Tastkopfs um den Faktor 10. Beim Stecken von JP1 sinkt die Verstärkung auf 1. Es folgen zwölf Hochpassfilter 1. Grades, die sich über JP2 bis JP13 zuschalten lassen und die untere Grenzfrequenz auf 0,3 Hz bis 100 kHz festlegen. C4 bis C16 sind

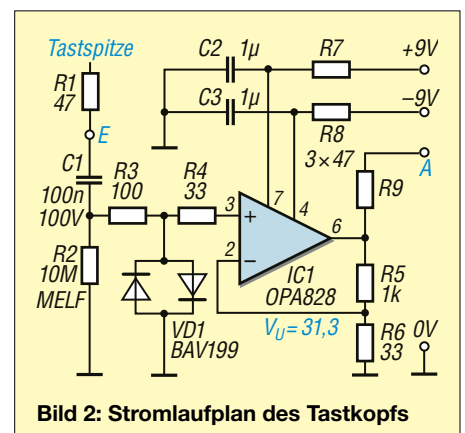
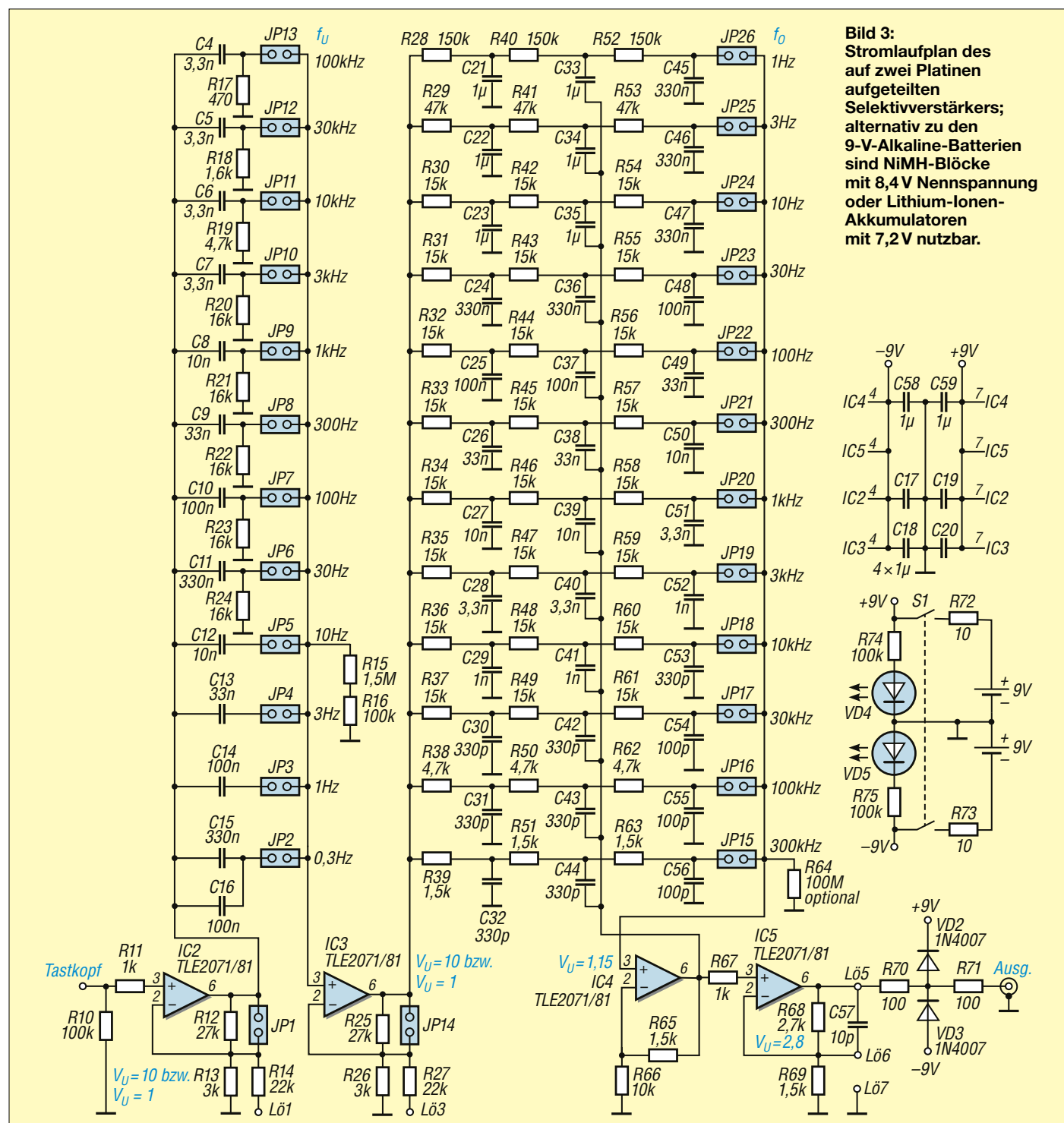


Bild 2: Stromlaufplan des Tastkopfs

Polyester-(MKS)-Kondensatoren mit 10 % Toleranz und 2,54-mm-Rastermaß. IC3 verstärkt das Signal nochmals um den Faktor 10 bzw. leitet nach dem Stecken von JP14 das Signal unverstärkt weiter. Die Widerstände R14 und R27 waren vorgesehen, um beim Einfügen kleiner Kondensatoren an Lötösenpaaren nach Masse den Frequenzgang bei $V_U = 10$ etwas anheben zu können. Dies erwies sich jedoch im fertigen Gerät als unnötig. Falls der minimale Gleichspannungsoffset am Ausgang von IC3 kompensiert werden soll, lässt sich an der an R27 liegenden

Lötöse L63 ein Widerstand im Megahmbereich nach +9 V oder -9 V einfügen. Auf der zweiten Leiterplatte gelangt das Signal zunächst an einen von zwölf Tiefpassfiltern 3. Grades. Deren Eingänge werden von IC3 gespeist, alle Mitkopplungsanschlüsse von IC4. Diese niederohmige Ansteuerung verhindert unerwünschte Wechselwirkungen der RC-Glieder. Zur Auswahl der oberen Grenzfrequenz in zwölf Stufen zwischen 1 Hz und 300 kHz ist daher nur ein Jumper erforderlich. Damit bei zwischenzeitig of-

fenen Kontakten der OPV-Eingang gleichspannungsmäßig auf Masse liegt, ist optional R64 einzulöten. Um eine überschwingfreie Sprungantwort zu erreichen, wurden unter Inkaufnahme flacherer Filterkurven in Anlehnung an [1] Bessel-Tiefpassfilter erstellt. Die mit R65 und R66 auf $V_U = 1,15$ festgelegte Verstärkung muss eingehalten werden. Vorteil dieser Dimensionierung ist, dass die drei Kondensatoren jedes RC-Glieds die leicht beschaffbare Relation 3:3:1 aufweisen. Um bei höheren Ansprüchen an die Präzision einen Feinabgleich zu



erleichtern, liegen die Grenzfrequenzwerte aller Tiefpassfilter zunächst 10 % bis 20 % zu hoch und es ist noch etwas Rechteck-Überschwingen vorhanden, Bild 4.

Die zu jedem Tiefpassfilter als Drähte auf der Leiterseite ausgeführten Lötösen sind wie folgt zu handhaben: Jumper JP1 und JP14 stecken und ein Rechtecksignal an den Tastkopfeneingang legen. Dann z. B. für den Abgleich des 300-kHz-Filter einen großen Widerstandswert (empirisch so wählen, dass das Überspringen gerade eben verschwindet) parallel zu R63 einlöten, den Signalgenerator auf Sinusform umschalten und die Frequenz variieren.

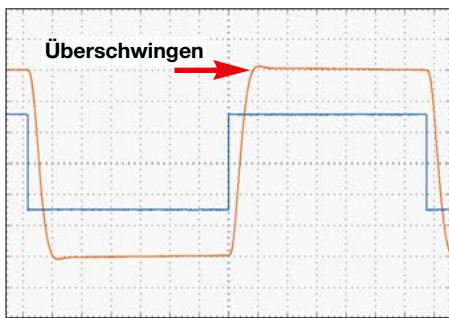


Bild 4: Sprungantwort vor dem Abgleich des Tiefpassfilters bei $f_O = 300$ Hz und $V_U = 100$ mit Eingangssignal (blau, 20 mV/Div) und Ausgangssignal (rot, 1 V/Div)

Nun einen kleinen Kondensator (empirisch so wählen, dass die untere Grenzfrequenz dem Sollwert entspricht) parallel zu C56 einlöten. Beide Einstellungen beeinflussen einander kaum, eine Iteration ist nicht nötig. Bild 5 zeigt die am Gesamtgerät gemessenen Frequenzgänge über acht Dekaden nach dem Abgleich aller Stufen.

Die Nachverstärkung von IC5 beträgt $V_U = 2,8$. Zusammen mit $V_U = 1,15$ von IC4 und $V_U = 31,3$ des Tastkopfs ergibt sich eine Gesamtverstärkung von etwa 100, die sich beim Entfernen von JP1 und JP14 auf insgesamt 1000 oder 10 000 steigern lässt.

■ Verwendung des Geräts

Die Kombination aus hoher Verstärkung, großer Bandbreite und hochohmigem Eingang birgt die Gefahr kapazitiver Rückkopplungen. Daher ist die Masseklemme des Tastkopfs stets mit der Schaltungsmasse zu verbinden. Zur Unterdrückung von kapazitiv einstreuem Netzbrumm sollte der Messaufbau eine metallische Umhüllung erhalten.

Ein netzbetriebenes Oszilloskop weist in der Regel eine galvanische Verbindung zwischen Eingangsmasse und Schutzleiter auf. Kommt hingegen eine batteriebetriebene und damit erdfreie Ausführung

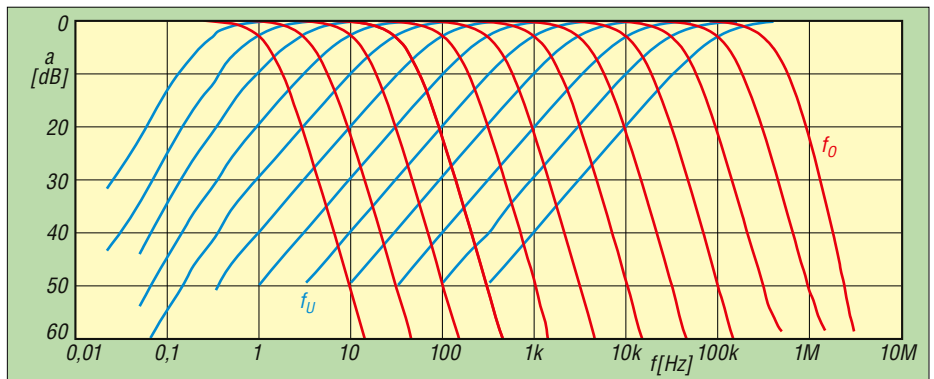


Bild 5: Gemessene Frequenzgänge des Gesamtgeräts bei unterschiedlichen Grenzfrequenzen ohne Berücksichtigung der Durchgangsverstärkung

zum Einsatz, lässt sich die Masseklemme des Tastkopfs auch mit einem anderen Punkt der zu untersuchenden Schaltung verbinden. Doch dann liegen die Metallteile von Tastkopf und Selektivverstärker sowie das Oszilloskop auf einem von Masse verschiedenen Potenzial und man muss umsichtig arbeiten, um Kurzschlüsse und ESD-Einkopplungen zu vermeiden.

Das Gerät kann aus zwei 9-V-Blöcken versorgt werden. Die Stromaufnahme liegt bei zweimal 13 mA.

■ Einsatz als Oszilloskop-Vorverstärker

Das Oszilloskop ist auf Gleichspannungskopplung zu schalten, die untere Grenzfrequenz wird am Selektivverstärker festgelegt. So lassen sich auch deutlich tieferfrequente Vorgänge untersuchen als mit Wechselspannungskopplung. Die obere Grenzfrequenz ist zunächst auf 300 kHz zu setzen. Zur Dämpfung breitbandigen Rauschens kann f_O aber bedarfsweise auch verringert werden. Für Bild 6 lag eine 113-Hz-Sägezahnspannung mit $U_{SS} = 60 \mu V$ am Oszilloskopkanal 2 an. Wie ersichtlich, verschwindet das kleine Signal weitgehend im Rauschen, seine Form ist nur andeutungsweise erkennbar.

Parallel dazu war der Tastkopf des Geräts angeschlossen und dieses auf $f_U = 0,3$ Hz, $f_O = 3$ kHz und $V_U = 1000$ eingestellt. Im Menü von Kanal 3 wurde entsprechend *probe 0,001x* gewählt. Auf dem Oszilloskop war nun ein sauberes Signal zu sehen, mit gut erkennbarer Form und korrekt messbarer Amplitude. Bei zusätzlicher Mittelung (*average*) lässt sich auf diese Weise sogar bis in den Nanovoltbereich vorstoßen, sofern das Signal periodisch ist und das Oszilloskop auf diese Frequenz triggert.

■ Fazit

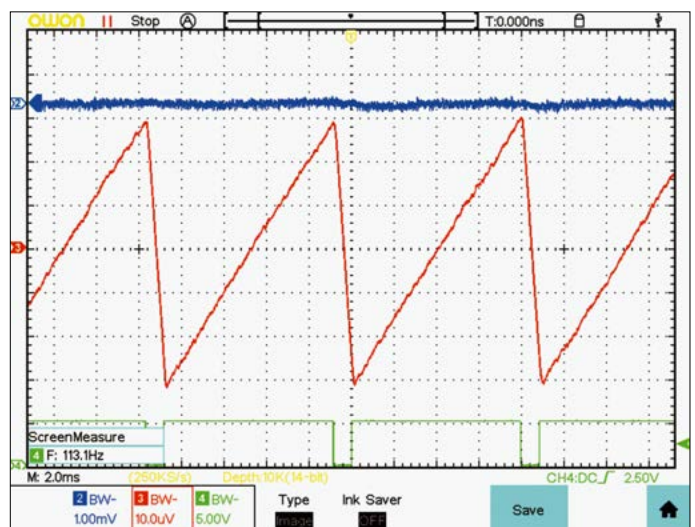
Für die Messung und Darstellung sehr kleiner Signale im Frequenzbereich bis 300 kHz auf einem Oszilloskop stellt die hier vorgestellte Kombination aus Tastkopf und Selektivverstärker ein nützliches Hilfsmittel dar. Als Ergänzung zum Beitrag sind im Download-Bereich auf www.funkamateur.de neben den Platinenlayouts, Bestückungsplänen und Aufbauhinweisen auch weitere Messmöglichkeiten ausführlich dargestellt.

emmmf@posteo.de

Literatur

- [1] Kowalski, H.-J.: Aktive RC-Filter. Electronica, Band 193, MV, Berlin 1981

Bild 6: Oszilloskopdarstellung einer 60- μV -Sägezahnspannung direkt auf Kanal 1 (blau, 1 mV/Div) und parallel nach 1000-facher Verstärkung und Bandbegrenzung auf Kanal 2 (rot, 10 μV /Div); der Signal-Rausch-Abstand wird beträchtlich verbessert.



Störsichere Funkfernbedienung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Funkfernbedienungen werden u. a. zum Öffnen von Garagen- und Gartentoren verwendet, da man so weder den Schlüssel hervorholen noch diesen in ein Schloss einführen muss. Doch nicht jedes Übertragungsverfahren ist gleich gut geeignet, Befugte einzulassen und anderen den Zugang zu verwehren. Nachfolgend wird eine Fernsteuerung beschrieben, die sich mehrerer gleichzeitig zur Anwendung kommender Verfahren bedient, um so die Steuerung robuster und manipulationssicherer zu gestalten.

Für viele Anwendungen kommen heutzutage Funkfernbedienungen zum Einsatz. Während moderne Autos spezielle Schlüsselsysteme nach dem Keyless-Entry-Verfahren zum schlüssellosen Öffnen der Tür und zum Starten des Fahrzeugs nutzen, besitzen andere elektronische Autoschlüssel noch eine Taste, die zum Öffnen der Tür zu betätigen ist. Neben Infrarotsystemen zum Steuern der Heimelektronik kommen im Haushalt auch solche auf Funkbasis zum Öffnen von Garten- oder Garagentoren zum Einsatz. Die Tricks von Dieben, um Fernbedienungssysteme zu umgehen, sind vielfältig [1], [2].

nen, ob der Besitzer des Schlüssels direkt vor der Tür steht.

Selbst Fernsteuerungen, bei denen man zusätzlich eine Taste betätigen muss, lassen sich täuschen. Ein potenzieller Dieb kann das ausgesendete Funksignal mithilfe einer in der Nähe versteckten Antenne aufzeichnen und so später wiedergeben. Doch nicht nur das Öffnen von Türen lässt sich durch Fremde steuern, auch das Schließen lässt sich verhindern. Jede Funkfernsteuerung für das Auto verfügt auch über eine Taste zum Verriegeln aller Türen. Zum einen ist dies am charakteristischen Schließgeräusch erkenn-

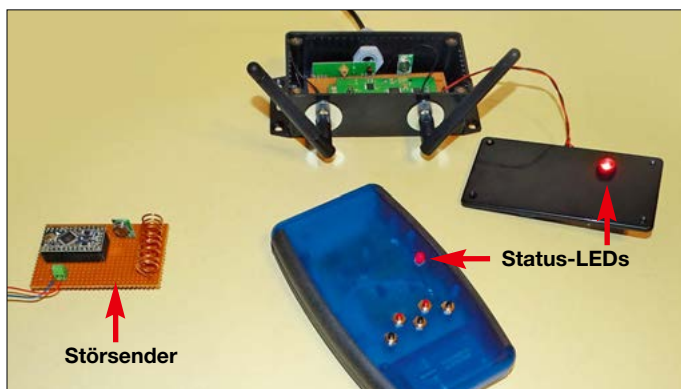


Bild 1: Dieser Versuchsaufbau ließ sich selbst durch den links daneben liegenden Störsender nicht aus dem Tritt bringen. Lediglich die Störstatus-LEDs in der Fernbedienung (vorn) und der Empfängereinheit (hinten) leuchteten.

Fotos: Sander

■ Störmöglichkeiten

Um eine Fernsteuerung zuverlässig zu gestalten, sollte man mögliche Schwachstellen kennen. Das bereits genannte Keyless-Entry-Verfahren nutzt Funktechnik mit geringer Reichweite. Nur wenn der Eigentümer des Autos direkt vor dessen Tür steht, reagiert der Schließmechanismus auf den in der Regel in der Hosens- oder Jackentasche aufbewahrten elektronischen Autoschlüssel.

Doch selbst, wenn sich der Autobesitzer nicht in der Nähe befindet, kann man dieses Verfahren aushebeln. Erforderlich sind lediglich zwei auf der Frequenz des Keyless-Entry-Schlüssels arbeitende Funkgeräte. Werden diese in die Nähe des Schlüssels und der Autotür gebracht, entsteht eine Relaisfunkstrecke, die das Signal vom Schlüssel zur Tür weiterleitet. Die Steuerung im Auto kann nicht erken-

bar, zum anderen gibt die Steuerung im Auto zusätzlich ein akustisches Signal aus, meist gekoppelt mit dem kurzen Aufleuchten aller Blinklichter. Doch wer sein Auto quasi im Weggehen verschließt und nicht auf akustische oder optische Quittungssignale achtet, kann sich nicht sicher sein, dass die Türen wirklich verriegelt sind. Schon seit Jahren ist bekannt, dass sich mit Sendern die Funkempfänger in den Autos so weit übersteuern lassen, dass sie auf die eigentlichen Steuerungssignale gar nicht mehr reagieren können. Dann bleiben die Türen trotz betätigter Taste offen.

Nachfolgend wird eine Fernbedienung beschrieben, bei der solche oder ähnliche Trickereien möglichst unterbunden werden. Zu bedenken ist jedoch, dass sich prinzipiell jedes Übertragungsverfahren erkennen und umgehen lässt, egal wie

pfiffig es erscheinen mag. Doch mit ein paar einfachen Verfahren kann zumindest die Sicherheit beim Auslösen von Schaltprozessen erhöht werden, auch wenn man eine damit realisierte Fernbedienung nicht für sicherheitsrelevante Steuerungen nutzen sollte. Sie kann jedoch die Übertragung von Steuersignalen robuster und somit weniger störanfällig machen.

■ Übertragungsverfahren

Prinzipiell sind Funkmodule unterschiedlicher Frequenzbereiche nutzbar. Der Einsatz von WLAN- oder Bluetooth-Modulen ist jedoch nicht optimal. Diese Bereiche sind stark belegt. Außerdem werden die Daten als Blöcke übertragen, die bei hohen Datenraten leicht zeitversetzt beim Empfänger eintreffen können.

Abhilfe schafft die Abkehr von Datenblöcken. Gibt der Sender einer solchen Fernbedienung ein Signal aus, fordert ihn der Empfänger direkt nach der Aufnahme des Signals zur nochmaligen Ausgabe auf. Aus dem zeitlichen Abstand zwischen beiden Antworten lässt sich die überbrückte Entfernung berechnen. Die am Anfang erläuterte Relaisfunkstrecke zur Kopplung von Keyless-Entry-Schlüssel und Steuerung würde mit einer zusätzlichen Verzögerung von einigen Millisekunden auffallen.

Bei WLAN- oder Bluetooth-Modulen ist eine solche Messung aufgrund der ohnehin zwischen den Datenblöcken vorhandenen Schwankungen der Verzögerung nicht exakt möglich. Deshalb kommen hier Funkmodule im ISM-Bandbereich um 433 MHz zum Einsatz, die jedes Datenbit direkt und unverzüglich übertragen.

Einfache Fernbedienungen übertragen Steuersignale nur in einer Richtung. Eine sichere Variante ist die Signalübertragung in beiden Richtungen. Nur dann ist anhand von Quittungssignalen erkennbar, ob das Steuersignal korrekt übertragen wurde. Eine zusätzlich in das Steuersignal eingebettete Identifikationsnummer verringert die Möglichkeit einer Manipulation des Signals weiter. Gibt der Empfänger seinerseits einen darauf basierenden Schlüsselcode zurück, wird die Übertragung noch weiter abgesichert. Die ausgetauschten Codes werden mit jeder Übertragung verändert, sodass ein zufällig empfangenes und später unverändert wieder ausgesendetes Steuersignal keine Wirkung hat.

Im Abschnitt *Störmöglichkeiten* wurde auch das Verhindern des Verschließens einer Tür durch Störsignale erwähnt. Deshalb müssen sich die beiden in der Fernbedienung eingesetzten Funkmodule gegenseitig überwachen. Bleibt dieses Wech-

selspiel z.B. aufgrund eines übersteuer-
ten Eingangs aus, werden sowohl an der
Fernbedienung als auch am gesteuerten
Gerät Warnsignale ausgegeben, die den
Nutzer über die gestörte Steuermöglich-
keit informieren.

■ Fernbedienungseinheit

Die Schaltung der Fernbedienungseinheit ist in Bild 2 dargestellt. Als Mikrocontroller kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz. Da keine rechenintensiven Algorithmen abzuarbeiten sind, genügt eine Taktfrequenz von 3,6864 MHz. Vorteil dieses niedrigen Werts ist eine reduzierte Stromaufnahme.

Bei der hier vorgesehenen Anwendung reichen fünf Tasten. Diese sind an X2 anzuschließen und mit den Pins PD2 bis PD6 des Mikrocontrollers verbunden. Während der Initialisierung schaltet die Firmware an jeden der Eingänge Pull-up-Widerstände, die das Potenzial bei nicht beschaltetem Anschluss auf das der Betriebsspannung ziehen. Aus Sicherheitsgründen sind hier zusätzlich die Widerstände R6 bis R10 mit der Betriebsspannung verbunden. Bei Betätigung einer der Tasten wird der zugehörige Eingang auf Low-Pegel geschaltet.

Zur Übertragung dienen Funkmodule, die im ISM-Bereich um 433 MHz arbeiten. Als Sendemodul MOD2 ist das TWS-BS-3, Bild 6, mit dem Ausgangspin TXD des Mikrocontrollers verbunden. Der Stromverbrauch des Moduls beträgt maximal 8 mA. Wenn kein Signal gesendet werden

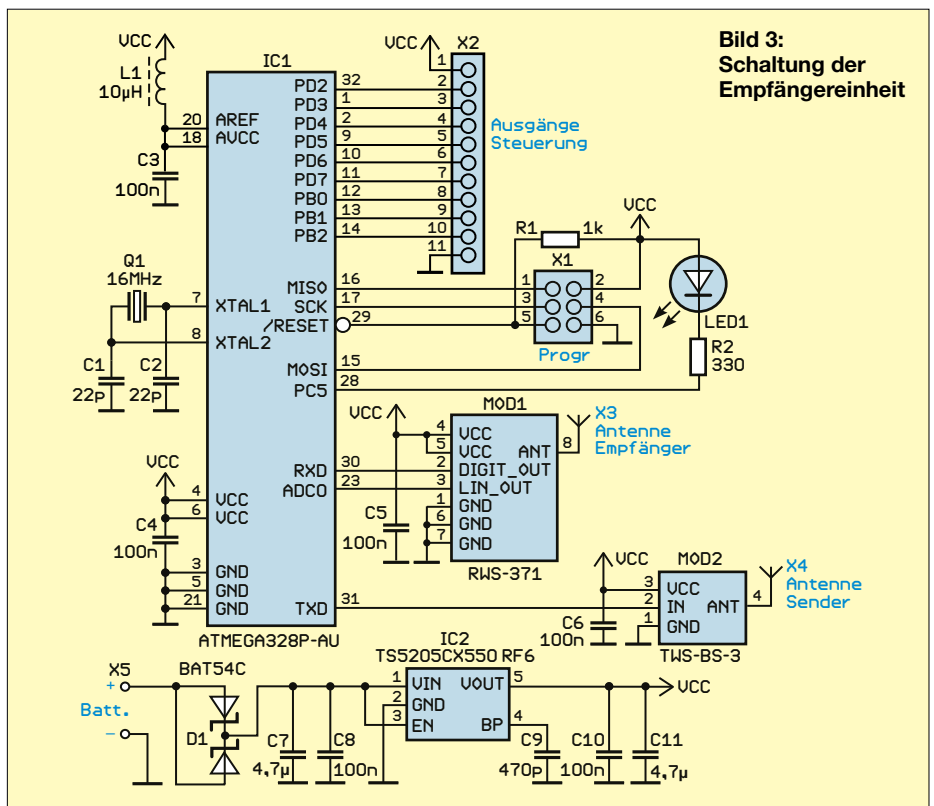


Bild 3: Schaltung der Empfängereinheit

muss, lässt sich das gesamte Sendemodul durch Abtrennen der Betriebsspannung über T1 ausschalten. Der als Schalter eingesetzte P-Kanal-MOSFET BSS84 benötigt nur eine geringe Gate-Source-Schwellschpannung von 2 V. Er lässt sich somit durch den Mikrocontroller steuern. Wie bereits beschrieben, ist für eine Verschlüsselung der zu übertragenden Daten eine Kommunikation zwischen Fernbe-

ditionung und gesteuertem Gerät notwendig. Deshalb ist das Empfangsmodul MOD1, hier das RWS-371 in Bild 6, mit dem Mikrocontroller verbunden. Dieses Modul gibt am Ausgang DIGIT_OUT das empfangene digitale Signal der seriellen Übertragung aus, das wiederum der ATmega328P-AU am Pin RXD einliest. Gleichzeitig stellt der RWS-371 am Ausgang LIN_OUT das zwar heruntergemischte, jedoch noch nicht verarbeitete analoge Empfangssignal bereit. Dieses Signal wird am Pin ADC0 durch den A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers eingelesen. Beim Vergleich von digitalem und analogem Empfangssignal kann die Firmware des Mikrocontrollers Störsignale bei der Übertragung erkennen. Dieser Störungsstatus wird mithilfe der an Pin PC4 angeschlossenen LED signalisiert.

Bei den Funkmodulen TWS-BS-3 und RWS-371 sind keine Antennen integriert. Deshalb sind die zwei Antennen des Typs ACAG1204-433-T mit den entsprechenden Pins verbunden.

Der Mikrocontroller lässt sich aufgrund der niedrigen Taktfrequenz mit 3,3 V betreiben, ebenso das Sendemodul TWS-B3-3. Jedoch benötigt das Empfangsmodul RWS-371 stets 5 V, weshalb dies die Betriebsspannung der gesamten Fernbedienungseinheit ist.

Zur Versorgung des transportablen Geräts können Batterien oder Akkumulatoren mit 7 V bis 9 V dienen. Die Stabilisierung der Betriebsspannung auf 5 V

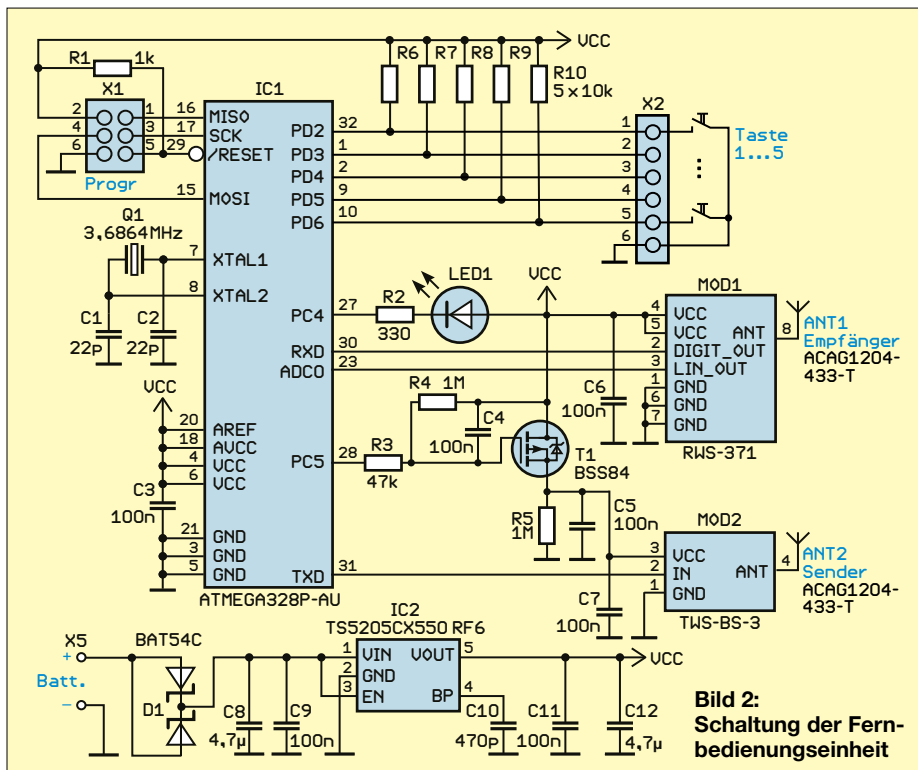


Bild 2:
Schaltung der Fern-
bedienungseinheit

übernimmt der lineare Spannungsregler TS520CX550RG. Als sogenannter Low-Drop-Regler erfordert er nur eine geringe Spannungsdifferenz zwischen Ein- und Ausgang. Der Wert liegt stromabhängig im Bereich um 200 mV. Die Fernbedienung ist somit selbst dann noch nutzbar, wenn die Batterien schon stärker entladen und ihre Klemmenspannung gesunken ist.

Empfängereinheit

Die Schaltung der mit dem gesteuerten Gerät verbundenen Empfängereinheit ist in Bild 3 dargestellt. Auch hier kommt ein ATmega328P-AU zum Einsatz und wie bei der Fernbedienungseinheit ein Sende- und ein Empfangsmodul. Da man die Empfängereinheit wohl im gesteuerten Gerät unterbringt, sind externe Antennen erforderlich, die an den SMA-Buchsen X3 und X4 angeschlossen werden. Da die Empfängereinheit den zeitlichen Ablauf der Signalübertragung überwachen und gleichzeitig auf eventuell auftretende Störungen reagieren muss, erfordert der Mikrocontroller eine Taktfrequenz von 16 MHz. Zur Vermeidung von Störungen der analogen Schaltungsteile durch die des Digitaltrakts ist das aus L1 und C3 bestehende Filter vorgesehen. Wie bei der Fernbedienungseinheit werden auch hier Störungen bei der Datenübertragung erkannt und mithilfe der an Pin PC5 angeschlossenen LED signalisiert. Diese LED sollte eine hohe Lichtstärke besitzen, da der Abstand des Nutzers zum gesteuerten Gerät in der Regel größer ist als der zur Fernbedienungseinheit, in die eine normal hell leuchtende LED integriert wurde. Zusätzlich wird am Pin 10 von X2 ein Warnsignal ausgegeben. Dort

lässt sich beispielsweise ein Summer anschließen, der bei einer Übertragungsstörung ein lautstarkes Signal abgibt. An X2 sind alle Steuerausgänge herausgeführt. Die Spannungsversorgung der Empfangseinheit im Bereich von 7 V bis 9 V übernimmt das gesteuerte Gerät. Der lineare Spannungsregler IC2 stabilisiert diesen Wert auf 5 V Betriebsspannung.

Firmware

Die Firmware beider Mikrocontroller habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben.

Bei einem Tastendruck wird das entsprechende Steuersignal mit einer Datenrate von 4800 Bit/s übertragen. Der eigentliche Befehl besteht nur aus einem Byte. Zusätzlich dienen vier Byte zur Identifizierung der Fernbedienung und für den Sicherheitscode. Die Fernbedienung wird von der Empfangseinheit unmittelbar nach Aufnahmen eines Steuerbefehls mit einem 2-Byte-Befehl aufgefordert, die Steuersequenz ein zweites Mal auszugeben. Wie schon angeführt, ermittelt die Empfängereinheit anhand der Dauer zwischen den empfangenen Signalen den Abstand zur Fernbedienungseinheit. Ist dieser zu groß oder sind die beiden empfangenen Signale nicht identisch, wird dies als fehlerhafte Übertragung gewertet.

Waren beide Empfangssignale identisch, gibt die Empfangseinheit ein aus vier Byte bestehendes Signal aus, in dem verschlüsselt ein neuer Sicherungscode enthalten ist. Die Fernbedienungseinheit entschlüsselt diesen und speichert den Code für die nächste Übertragung. Bei der nächsten Tastenbetätigung werden dieser neue Code und die Identifikationsnummer im Steuersignal verschlüsselt eingebettet.

Dieses Wechselspiel erfolgt bei jeder Tastenbetätigung. Und weil dadurch sowohl der Fernbedienungs- als auch der Empfängereinheit der jeweils erforderliche Sicherungscode bekannt ist, lässt sich die Fernsteuerung nicht so ohne weiteres manipulieren. Aus Sicherheitsgründen



Bild 6: Sendemodul TWS-BS-3 (links) und Empfangsmodul RWS-371-V1.00

belasse ich es bei dieser einfachen Beschreibung des genutzten Verfahrens. Erfolgt innerhalb von 30 s keine Tastenbetätigung, wird der Mikrocontroller der Fernbedienungseinheit in den Schlafmodus versetzt. Währenddessen sinkt die Stromaufnahme auf 350 μ A. Das Betätigen der Tasten 1 oder 2 weckt IC1 wieder auf.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereit. Auf Anfrage sind sie bei [3] einzeln, als Bausatz oder fertig bestückt, jeweils mit programmierten Mikrocontrollern, erhältlich. Wünsche hinsichtlich der aktivierten Steuerausgänge sowie eventuell zusätzlicher Fernbedienungseinheiten sind während der Bestellung anzugeben.

Die Bestückung aller Bauelemente sollte anhand der in [4] gegebenen Hinweise und der Bilder 4 und 5 problemlos gelingen. In der Fernbedienungseinheit finden zwei SMD-Antennen ACAG1204-433-T Verwendung. Alternativ sind Spiralantennen nutzbar. Letztere sind auch an X3 und X4 der Empfängereinheit anzulöten oder über kurze Kabel an die SMA-Buchsen anzuschließen. **k.sander@s-elabor.de**

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Rüsberg, K.: Keyless gone – Autodiebe tricksen kontaktlose Schließsysteme aus. c't 33 (2015) H. 26, S. 80 ff.
- [2] Rheinische Post: Fünf Tricks moderner Autodiebe: www.rp-online.de/leben/auto/news/fuenf-tricks-moderner-autodiebe-bid-1.571408
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [4] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868 – 871

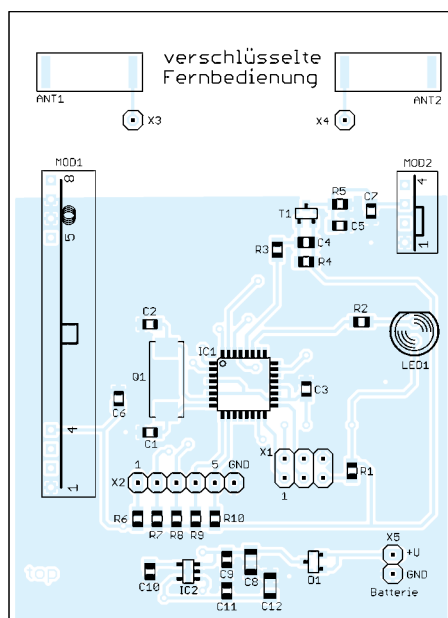


Bild 4: Bestückungsplan der Fernbedienungseinheit; Abmessungen 59 mm x 81 mm

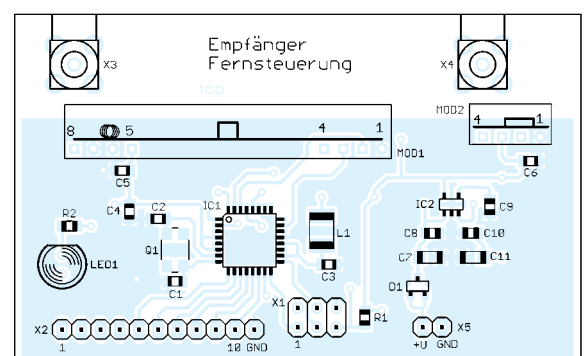


Bild 5: Bestückungsplan der Empfängereinheit; Abmessungen 75 mm x 46,5 mm

Contest-Fieldday mit gekoppelten Akkumulatoren und PV-Anlagen

STEFAN GERSTENBERGER – DL5ASG

Conteststationen, die abseits des stationären 230-V-Netzes betrieben werden, nutzen in der Regel Benzin- oder Dieselaggregate zur Spannungsversorgung. Neben dem Vorteil der hohen Anschlussleistung haben diese jedoch auch einige Nachteile, sodass die im Folgenden beschriebene Lösung eine interessante und lohnende Alternative darstellt.

Unser Ortsverband Gebra, X08, im DARC e.V. ist zwar relativ klein, aber sehr aktiv. Wir nehmen unter unserem Contestrufzeichen DM5M an zahlreichen UKW- und KW-Wettbewerben teil und veranstalten Fielddays. Eine wichtige Grundlage dieser Aktivitäten ist die Energieversorgung. Diese wurde bisher aus Benzin-

Bild 3. Über diese Anschlüsse könnten die Wohnwagen „angezapft“ werden. Da bereits alle Wagen mit LiFePO₄-Akkumulatoren ausgestattet waren, bestand hier kein Handlungsbedarf mehr. Nun mussten noch Verbindungskabel mit ausreichender Länge, großem Querschnitt und 50-A-Steckern hergestellt werden.



Bild 1:
Der Funk-Kofferaufbau der mobilen Conteststation erhielt eine separate Photovoltaik-Anlage mit gepuffertem Akkumulator.

Fotos: DL5ASG

und Dieselgeneratoren mit Leistungen bis 5 kVA sichergestellt.

Daraus ergaben sich erhebliche Kosten für Benzin oder Diesel bei durchschnittlich 25 l Kraftstoffverbrauch pro 24-h-Contest. Die Wartung der Aggregate einschließlich Öl- und Luftfilterwechsel kamen noch dazu. Der Geräteverschleiß war auch nicht unerheblich. Dies wollten wir langfristig ändern und so kam es zu einer Idee, deren Umsetzung nachfolgend beschrieben wird.

■ Neues Konzept für die Fieldday-Stromversorgung

Alle Mitstreiter von DM5M sind privat mit Wohnwagen oder Wohnmobilen ausgestattet, die inzwischen über je eine autarke Photovoltaikanlage einschließlich Akkumulator verfügen. So dachten wir uns, dass es doch möglich sein sollte, diese vorhandene Energie im oben genannten Sinne zu nutzen. Als erstes erging an alle Mitstreiter die „Hausaufgabe“, ihre jeweiligen Wohnwagen mit mindestens zwei Anderson-50-A-Steckverbindern auszustatten – je mehr, desto besser. Ein solches Steckersystem ist schon eine Weile bei uns im Einsatz und hat sich bewährt,

Auch Kabel zur Verbindung der Akkumulatoren untereinander durften nicht fehlen. Diese ließen sich aus diversen Restbeständen realisieren.

Als Nächstes war der LKW-Kofferaufbau, in dem sich die Funktechnik befand,

mit passenden 50-A-Anschlüssen auszustatten. Bei diesem *Funkt-Koffer* handelte es sich um einen Eigenbau von Tasso Kuckeburg, DL5ZK, den er auf seinem *Robur LO 2002* montiert und dem Team von DM5M zur Verfügung gestellt hatte, Bild 1. Dieses mobile Shack erhielt eine „Stromsammelbox“ mit sechs 50-A-Anschlüssen, an die die Stromkabel der beteiligten Wohnwagen angeschlossen werden konnten, siehe Bilder 2 und 5. Auch zusätzliche LiFePO₄-Akkumulatoren ließen sich hier aufschalten. Damit war das Thema Energieverteilung abgeschlossen.

■ Anpassung der Stationstechnik

Die 12-V-Funktechnik einschließlich Zubehör ließ sich jetzt problemlos aus dem neuen 12-V-Gleichspannungsnetz versorgen. Zum Betrieb der Computer und Monitore, des Rotors und vor allem der *Beko*-Endstufe HLV-1000 war aber leider weiterhin eine 230-V-Wechselspannungsquelle erforderlich.

Dieses Problem lösten wir mit der Anschaffung eines 3-kVA-Niederfrequenzwechselrichters der Marke *VEVOR*, der eingangsseitig mit 12 V betrieben wird. Das Gerät wurde von Marc Fröhlich, DO5AMF, zur Verfügung gestellt. Durch das Parallelschalten mehrerer LiFePO₄-Akkumulatoren direkt am Wechselrichter und mit passenden Kabelquerschnitten war auch eine Stromaufnahme von bis zu 200 A kein Problem, Bild 6.

■ Erfolgreicher Test und anschließende Optimierungen

Zum UKW-Contest im Mai 2024 fand ein erster Probelauf statt. Der Wechsel-

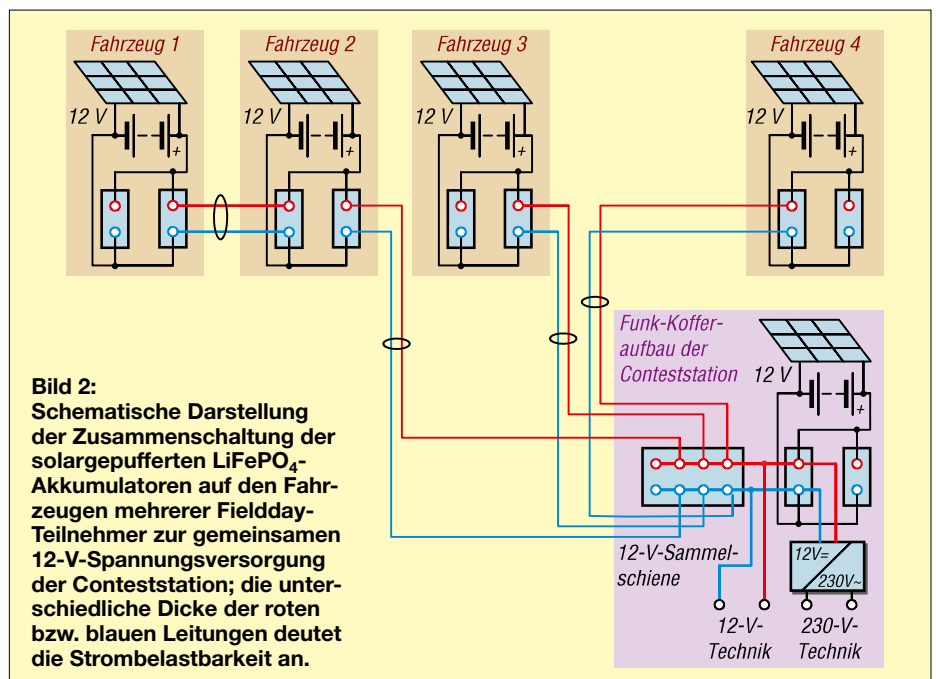


Bild 2:
Schematische Darstellung der Zusammenschaltung der solargepufferten LiFePO₄-Akkumulatoren auf den Fahrzeugen mehrerer Fieldday-Teilnehmer zur gemeinsamen 12-V-Spannungsversorgung der Conteststation; die unterschiedliche Dicke der roten bzw. blauen Leitungen deutet die Strombelastbarkeit an.



Bild 3: Mit diesem 50-A-Steckersystem lassen sich zuverlässige Verbindungen mit hoher Strombelastbarkeit herstellen.

richter funktionierte ausgezeichnet. Im 2-m-Band verursachte er keine wahrnehmbaren Störungen und der Betrieb der HLV-1000 erwies sich ebenfalls durchweg als unproblematisch, auch bei 750 W Sendeleistung.

Danach ging es an die Optimierung der Stationsausrüstung. So wurden bis zum Jahresende die Computertechnik einschließlich der Monitore auf 12 V umgebaut, eine mit 12 V arbeitende Diesel-Luft-Heizung angeschafft und mehrere KW-Endstufen mit 300 W Ausgangsleistung und 12-V-Spannungsversorgung installiert.

Zusätzlich bekam der LKW-Kofferaufbau mit dem mobilen Shack eine eigene Photovoltaikanlage mit einer Spitzenleistung von 400 W, die von Sven Götting, DO5ASG, gesponsert worden war. Hinzu kam ein LiFePO₄-Akkumulator aus dem Bestand von DO5AMF, siehe Bild 1.

Nun war die gesamte Technik bereit für den autarken Betrieb aus einem solar-gepufferten 12-V-Akkumulatorsystem. Durch das Zusammenschalten sämtlicher Wohnwagen mit ihren PV-Anlagen und Akkumulatoren stand eine Energiemenge zur Verfügung, die den Funkbetrieb über 24 h sicherstellen konnte. Sie war groß genug, um auch den Betrieb bei schlechtem Wetter ohne „Solar-Ernte“ zu gewährleisten.

An dieser Stelle komme ich noch einmal auf die beiden von jedem Teilnehmer an seinem Fahrzeug anzubauenden 50-A-Anschlüsse zurück. Wenn ein Wohnwagen nicht nahe genug am zentralen Funk-Shack stehen konnte, um dort einzuspeisen, bestand mit diesen beiden Steckverbindern die Möglichkeit, sich an die zweite Buchse eines anderen Wohnwagens anzuschließen, siehe Bilder 2 und 7. Dadurch ergab sich eine gewisse Flexi-

bilität bezüglich der Fahrzeugaufstellung und fast immer eine Möglichkeit der Zusammenschaltung.

Im Ergebnis dessen bestritten wir den WAG-Contest im Oktober 2024 praktisch ausschließlich aus gespeicherter Solarenergie. Im November nahmen wir am Marconi-Contest teil, hier jedoch mit Wechselrichter für die 2-m-Endstufe. Auch dieser Wettbewerb verlief störungsfrei und wir waren uns sicher, dass auch die nächsten Aktivitäten zuverlässig aus den Solarstromspeichern des DM5M-Teams versorgt werden könnten.

Die Contest-Saison 2025 begann ebenfalls ohne Schwierigkeiten mit unserem „12-V-Verbundnetz“. An den Start gingen wir mit einer Akkumulatorkapazität von 2040 Ah und einer Solar-Spitzenleistung von 2710 W. Eine unerwartete Herausforderung in Form einer zusätzlichen 70-cm-Endstufe Beko HLV-770 stellte jedoch unsere Energieversorgung auf die Probe, die diese aber letztlich erfolgreich bestand.

■ Abschließende Bemerkungen

Es stellt sich natürlich die Frage, ob sich der ganze Aufwand lohnt. Bei den aktuellen Treibstoffkosten rechnen wir überschlägig mit 50 € pro Aktivität. Zehn Contest- und Fieldday-Veranstaltungen im Jahr ergeben dann schon Gesamtkosten von 500 €, die nun mit der neuen Technik entfallen. Die Investitionen für die Umrüstung des Funk-Kofferaufbaus auf dem LKW beliefen sich ebenfalls auf etwa 500 €, allerdings nur einmalig. Die Endstufen und Funkgeräte stellen die DM5M-Mitglieder aus dem eigenen Bestand zur Verfügung. Kein einziger Akkumulator wurde extra für dieses Unternehmen beschafft, vielmehr waren die Energiespeicher bereits daheim im Shack oder zur Versorgung von Gartenlauben

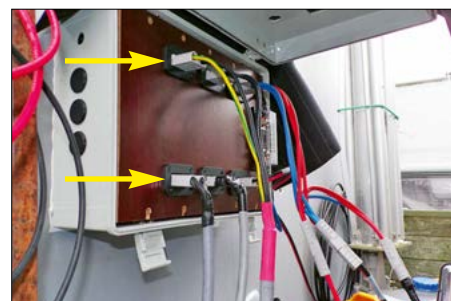


Bild 5: 12-V-Sammelschiene zur Versorgung des Funk-Kofferaufbaus



Bild 6: Wechselrichter zur 230-V-Spannungsversorgung von Endstufe und Computertechnik



Bild 7: Das eingesetzte 50-A-Steckersystem bietet eine hohe Flexibilität beim Zusammenschalten der Energiequellen.

im Einsatz. Die Akkumulatoren werden von den Funkern zum Contest einfach mitgebracht.

Wir sparen also bares Geld und müssen ab sofort keine Generatoren einschließlich Treibstoff mehr transportieren. Am Standort der Conteststation entfällt zudem die Lärmbelästigung durch die Aggregat. Und wenn am Ende des Tages die Umwelt auch noch etwas davon hat, können wir alle zufrieden sein.

Das Contest-Team von DM5M hofft, mit diesem Beitrag vielleicht den einen oder anderen Leser zum Nachdenken angeregt zu haben, vorhandene Ressourcen zu nutzen und autark zu werden oder einfach nur etwas Neues auszuprobieren.

Wir wünschen weiterhin viel Spaß an unserem schönen Hobby und vielleicht ähnlichen Projekten mit der praktisch unerschöpflichen Energie der Sonne.

dl5asg@googlemail.com



Bild 4: Die QSL-Karte des Contest-Teams von DM5M vermittelt auch einen Eindruck vom Aufbau der Funkstation beim Fieldday.

Für bastelbegeisterte Funker: SDR-QRP-Transceiver zBitx

Dipl.-Ing. (FH) REINHARD GRÄNZ – DL3AS

Der indische Tüftler und Bausatzentwickler Ashar Farhan, VU2ESE, bietet mit dem zBitx einen neuen QRP-Transceiver an. Dieser wurde als Open-Source-Projekt konzipiert und ist mit einem Raspberry Pi Zero 2W ausgestattet, was interessante Leistungsmerkmale erwarten lässt. Wer sich mit dem Kleincomputer auskennt und gern bastelt, erwirbt mit dem kompakten KW-Transceiver ein Gerät mit viel Entwicklungspotenzial.

Der SDR-Transceiver zBitx, Bild 1, wird ebenso wie die anderen von Ashar Farhan entwickelten Transceiver vom Unternehmen HFSignals [1] vertrieben. Er ist dort als Fertiggerät für derzeit 169 US-\$ zzgl. Versandkosten erhältlich. Der Transceiver wurde für SOTA/POTA-Aktivitäten auf Kurzwelle konzipiert, siehe auch [2]. Seine technischen Daten sind in der Tabelle aufgeführt.



Erste Eindrücke und Äußeres

Der Transceiver besitzt keinen Ein/Aus-Schalter und startet beim Anlegen der Versorgungsspannung. Die relativ lange Dauer des Bootvorgangs ist anfangs gewöhnungsbedürftig. Auf dem Grafikdisplay werden nach dem Start zunächst die Firmware-Version des zur Displaysteuerung eingesetzten Raspberry Pi Pico und anschließend die des Raspberry Pi Zero 2W angezeigt. Beim vorliegenden Gerät waren dies die Versionen 1.06 bzw. 3.051.

Auf der Vorderseite des zBitx befinden sich das Display, ein Multifunktionsknopf sowie Lautsprecher und Mikrofon, Bild 1. An der oberen Längsseite des Gehäuses sind ein Mini-HDMI-Monitoranschluss, ein PC-Anschluss zur CAT-Steuerung über Mikro-USB, eine weitere Mikro-USB-Buchse für Tastatur und PC-Maus sowie der Stromversorgungsanschluss untergebracht. Darüber hinaus sind dort auch drei 3,5-mm-Klinkenbuchsen für

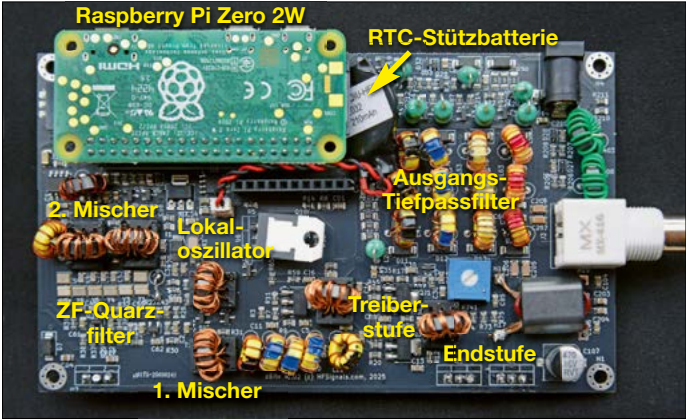
Morsetaste, externes Mikrofon und Kopfhörer zu finden. Das 4-Zoll-Touchdisplay bietet eine Bildschirmstatur zur Führung des Logbuchs und für den CW-Betrieb ohne angeschlossene Morsetaste. In SSB kann man das eingebaute Mikrofon nutzen. Die Eingabe auf dem Touchscreen sollte vorzugsweise mit einem Stift erfolgen, sie funktioniert aber notfalls auch mit dem Finger.

Bild 2: Hauptplatine mit aufgestecktem Minicomputer-Board Raspberry Pi Zero 2W
Fotos: DL3AS

Die zulässige Versorgungsspannung des zBitx liegt zwischen 6 V und 9 V. Diese relativ niedrige Spannung hat beim Senden mit maximaler Leistung einen Strombedarf von bis zu 4 A zur Folge. Zur Versorgung eignen sich zwei in Reihe geschaltete 3,6-V-LiPo-Akkumulatoren oder z. B. ein 13,8-V-Netzteil mit nachgeschaltetem 8-V-Spannungswandler. An der linken Gehäuseseite kann eine Halterung für die LiPo-Akkumulatoren vom Typ 18650 befestigt werden. Von den zwei handelsüblichen Ausführungen Button-Top und Flat-Top ist Letztere zu empfeh-

Technische Daten des Transceivers zBitx	
Frequenzbereich	3,5 ... 30 MHz (80-m- bis 10-m-Band)
Sendeleistung	≤ 5 W, einstellbar, bandabhängig
Sendarten	CW, SSB, AM, FT8
Display	480 × 320 Pixel, resistiver 4-Zoll-Touchscreen
Funktionsprinzip	SDR mit analoger HF-Signa- laufbereitung und 24-Bit- A/D- und D/A-Umsetzung mittels Audio-Codec
Antennen- anschluss	BNC-Buchse, 50 Ω
Versorgungs- spannung	6 ... 9V
Stromaufnahme	≈ 0,5 A beim Empfang, ≤ 4 A beim Senden*
Abmessungen	156 mm × 80 mm × 35 mm (mit Akkumulatorgehäuse)
Masse	415 g, einschließlich 2 LiPo- Akkumulatoren
Weitere Merkmale	Mikrofon und Keyer einge- baut, quelloffene Hard- und Software, vorinstallierte Apps: FreeDV, QSSTV, FLDigi, WSJT-X
* bei 8,5 V Versorgungsspannung	

Bild 1: Ober- bzw. Front-
seite des Transceivers zBitx mit
Displayanzeige während des
Funkbetriebs in
FT8; das einzige
mechanische
Bedienelement
ist der Multifunktions-
knopf.



len, weil sie an beiden Enden flach ist. Im Gegensatz dazu haben Button-Top-Akkumulatoren am Pluspol eine Erhöhung, ähnlich einer AA-Batterie. Sowohl die Akkumulatoren als auch die entsprechende Halterung gehören nicht zum Lieferumfang des Geräts. Der Transceiver enthält keinen Antennentuner und muss daher entweder an einer Antenne mit etwa 50 Ω Fußpunktwider-

stand oder an einem Antennenkoppler betrieben werden.

Schaltungskonzept

Der zBitx ist bezüglich der Signalverarbeitung ein Hybrid-Transceiver, bei dem das HF-Signal in analoger Schaltungstechnik aufbereitet wird. Die Digitalisierung findet auf der NF-Ebene mithilfe eines Audio-Codec-Schaltkreises vom Typ WM8731 statt. Dieser enthält einen A/D- sowie einen D/A-Umsetzer mit jeweils 24 Bit Verarbeitungsbreite und bildet die Schnittstelle zum Minicomputer Rasp-

berry Pi W2. Letzterer ist für die Signalaufbereitung auf digitaler Ebene zuständig, sowohl in Empfangs- als auch in Senderichtung.

Das aufbereitete Sendesignal durchläuft eine Treiberstufe mit zwei Transistoren BFU590GX und wird anschließend von einer Gegentakstendstufe auf die eingestellte Sendeleistung verstärkt. Zur Kühlung der beiden Endstufentransistoren IRFZ24N dient das Bodenblech des Transceivergehäuses. Vier automatisch geschaltete, siebenpolige Tiefpassfilter sorgen für eine ausreichende Oberwellenunterdrückung.

Als Oszillator dient ein Si5351A. Dieser stellt die jeweilige LO-Frequenz für beide Mischer bereit. Der Raspberry Pi Pico der Anzeigensteuerung ist einschließlich Display und Dreh-Encoder auf einer zweiten Leiterplatte untergebracht, die mit der Hauptplatine über eine zehnpolige, einreihige Steckerleiste verbunden ist.

Der Empfänger deckt den Bereich zwischen 500 kHz und 30 MHz ab. Eine Bandbegrenzung gibt es nicht. Beim Senden muss der Nutzer selbst darauf achten, dass die Bandgrenzen nicht überschritten werden.

Damit der *zBitx* auch im Portabeleinsatz in der Sendeart FT8 arbeiten kann, enthält die Platine mit dem Schaltkreis DS3132 ein eigenständiges Uhrenmodul (RTC) einschließlich Stützbatterie vom Typ CR2032, Bild 2.

■ Bedienoberfläche

Sobald der Startvorgang des Raspberry Pi Zero 2W abgeschlossen ist, kommen erste Signale aus dem Lautsprecher. Der Transceiver ist dann betriebsbereit.

In dem über den Button *SET* erreichbaren Menü trägt man zunächst die ersten Grundeinstellungen wie Rufzeichen und Locator ein. Für das Web-Interface wird später ein Passwort gebraucht, wobei die werksseitig eingetragenen 123 erst einmal stehenbleiben können. *INPUT* erlaubt die Auswahl von *STRAIGHT* für die Handtaste und *IAMBIC A* oder *IAMBIC B* für die eingebaute Keyer-Elektronik. *DELAY* bezeichnet die Verzögerung der Sendempfangs-Umschaltung. Diese kann man an die individuellen Vorstellungen anpassen. Der Zahlenwert bei *SIDETONE* bestimmt die Lautstärke des Mithörtons.

Der *zBitx* ist insbesondere für jene Funkamateure geeignet, die im Umgang mit dem Raspberry Pi Erfahrung haben. Diese sollte zumindest von der Installation einer Image-Datei bis zum Aufspielen diverser Software reichen. Das Gerät mit Spannung versorgen und CW- und SSB-Verbindungen tätigen schafft allerdings

Bild 3:
Bedienoberfläche
und Displayanzeige
des *zBitx* in der
Sendeart USB



jeder Hobbyfunker, da die Benutzeroberfläche praktisch selbsterklärend ist.

Wer mit dem *zBitx* in FT8 arbeiten möchte, sollte zunächst die Uhrzeit synchronisieren. Dazu müssen der Transceiver über ein HDMI-Kabel mit einem externen Monitor verbunden sowie eine Tastatur und eine Maus angeschlossen werden. Auf dem Monitor erscheint dann die Benutzeroberfläche des Kleincomputers.

Der nächste Schritt ist die Herstellung der Verbindung zum heimischen WLAN-Netzwerk. Ist dies geglückt, verbindet sich der *zBitx* automatisch mit dem nächsten NTP-Server und synchronisiert die Uhrzeit. Man kann auch für den Raspberry Pi den VNC-Server einstellen und betreibt das Gerät dann im Remote-Betrieb über das Smartphone oder Tablet. Dies geht aber nur im heimischen Netzwerk. Im Feldeinsatz wäre ein Accesspoint erforderlich, der das WLAN-Signal zur Verfügung stellt, oder man verwendet die Hotspot-Funktion seines Smartphones.

Die Bandwahl erfolgt im *RADIO*-Menü, erreichbar über den Button *MENU*. Dort lassen sich auch die AGC-Einstellung, der aktive VFO und die Einstellungen für Split-Betrieb ändern.

Im oberen Teil des Displays, Bild 3, lassen sich mit *MODE* die Sendeart und mit *DRIVE* die Sendeleistung einstellen. Dies erfolgt durch Antippen des Feldes und die anschließende Betätigung des Multifunktionsknopfs. *IF* erlaubt die Änderung der HF-Verstärkung des Empfängers und *RIT* ist bekanntermaßen für die Frequenzablage beim Empfang zuständig.

Oberhalb der Frequenzanzeige werden beim Senden das SWV, die Betriebsspannung und die Sendeleistung angezeigt und beim Empfang ein S-Meter dargestellt. Der Wert bei *AUDIO* steht für die NF-Lautstärke.

OPEN und *WIPE* öffnen das integrierte Logbuch. Tippt man auf *CALL*, wird eine Tastatur eingeblendet, über die sich das Rufzeichen der Gegenstation, mit *EXCH*

deren Locator und mit *RECV* und *SENT* der Rapport des QSO eintragen lassen. Der mit *SPAN* beschriftete Button dient zur Einstellung der Anzeigebreite des Frequenzbands im Wasserfalldiagramm. Ein Wert von ± 25 kHz ist hier optimal. Er bedeutet, dass ein 50 kHz breiter Bandabschnitt angezeigt wird. *BW* ist die Bandbreite des ZF-Filters die man bei FT8 auf 4000 Hz einstellt. *STEP* sind die Abstimmsschritte der Frequenz, in Bild 1 sind es 100 Hz.

■ Betriebshinweise

Das Wasserfalldiagramm stellt ein Empfangssignal im gewählten Bereich um die Arbeitsfrequenz als laufenden Strich dar. Weil in Bild 1 die Sendeart FT8 eingestellt ist, decodiert der *zBitx* die eingegangenen Signale. Dreht man entgegen dem Uhrzeigersinn am Multifunktionsknopf, erscheint ein Cursor. Wird dieser auf der Frequenz einer laufenden Funkverbindung positioniert und der Knopf erneut gedrückt, startet der Sendevorgang und ruft die Gegenstation fünf Mal. Kommt das QSO zustande, erfolgt nach dem 73 der Gegenstation eine automatische Eintragung ins integrierte Logbuch.

Eine Besonderheit gibt es in der Sendeart SSB (*LSB* bzw. *USB*). Dort erscheinen am unteren Displayrand zwei Buttons mit der Aufschrift *RX* und *TX*, Bild 3. Mit Letzterem schaltet der Transceiver auf Senden und mit *RX* wieder zurück auf Empfang. Das daneben befindliche Feld *MIC* erlaubt die Einstellung der Mikrofonempfindlichkeit.

In der Sendeart CW erfolgt die automatische Decodierung der empfangenen Morsesignale, Bild 4. Bei ausreichend hohem Pegel und wenig Störungen funktioniert dies im Test zufriedenstellend.

■ Web-Interface und Updates

Nach Herstellung der Verbindung mit Monitor und Eingabegeräten (siehe Abschnitt *Inbetriebnahme*) wird schnell klar, dass im



Bild 4: Bedienoberfläche und Displayanzeige des Transceivers zBitx in der Sendart CW und ohne Empfangssignal

Programmspeicher des Raspberry Pi Zero 2W eine ganze Menge Amateurfunksoftware für weitere Modi wie z.B. SSTV, RTTY, JS8CALL und WSJT-X enthalten ist. Es ist mit dem Transceiver auch möglich, Funkverbindungen stationär unter Nutzung der Weboberfläche herzustellen. Um ein Software-Update des Raspberry Pi Zero 2W durchzuführen, öffnet man ein Terminalfenster, tippt den Befehl `cd sbitx` ein und betätigt die Enter-Taste. Anschließend folgt der Befehl `./update`. Nach einem Neustart des zBitx ist die neue Software installiert.

Für ein Firmware-Update des Raspberry Pi Pico muss man zunächst die betreffende

Datei mit dem Suffix `.uf2` von der Website www.hfsignals.com/index.php/zbitx auf den heimischen PC laden. Danach wird dieser über ein USB-Kabel mit dem CAT-Anschluss des zBitx verbunden. Währenddessen ist der Multifunktionsknopf gedrückt zu halten.

Nach dem Herstellen der Verbindung kann man den Knopf loslassen. Das Display wird daraufhin grau und auf dem PC erscheint die Anzeige, dass ein Wechseldatenträger vorhanden sei. Auf diesen ist die geladene `uf2`-Datei zu kopieren. Danach trennt man die Verbindung zum PC und startet den zBitx neu. Das Firmware-Update ist damit abgeschlossen.

Fazit

Der zBitx passt wahrscheinlich in jeden Reisekoffer. Sein Grafikdisplay bietet viel Anzeigekomfort, erfordert bei der Bedienung jedoch einiges an Übung.

Für ein Portabelgerät ist die Stromaufnahme beim Empfang ziemlich hoch, was hauptsächlich dem Minicomputer und dem hellen Grafikdisplay geschuldet sein dürfte. Auch beim Senden ist die Energiebilanz nicht besonders günstig. Der größte Teil der Gleichstromleistung wird von den Endstufentransistoren in Wärme umgesetzt, was die Gerätetemperatur bei den Dauerstrich-Sendarten schnell in die Höhe treibt. Im Interesse der Betriebssicherheit sollte man daher mit reduzierter Sendeleistung arbeiten.

Nicht alles funktionierte beim Test reibungslos, was auf diverse Softwarefehler hindeutet. Wahrscheinlich gibt es dazu in Kürze entsprechende Updates. Wer diesbezüglich auf dem Laufenden bleiben möchte, sollte sich bei [3] anmelden.

Ich danke Hans-Peter Wuttig, DO9EHP, für das leihweise zur Verfügung gestellte Gerät.

dl3as@dark.de

Literatur und Bezugsquelle

- [1] HFSignals Corp.: www.hfsignals.com
- [2] Clem, R., W0IS: HFSignals zBitX Transceiver Review. <https://onetuberadio.com/2025/06/30/zbitx-transceiver-review>
- [3] Forum zum BITX20: <https://groups.io/g/BITX20>

Platzsparende Digitalschaltkreise

Bei der praktischen Schaltungsentwicklung ist oftmals auch die verfügbare Leiterplattenfläche von Bedeutung. Trotz des Einsatzes platzsparender SMD-Bauteile kann sich zuweilen die Notwendigkeit einer weiteren Miniaturisierung ergeben. Ein möglicher Ausweg sind Digitalschaltkreise mit geringerer Integrationsdichte, dafür aber kleinerem Gehäuse.

So enthalten beispielsweise ICs für Grundfunktionen wie Logikgatter, Multiplexer oder Flipflops der verbreiteten HC-Logikfamilie in der Regel mehrere Einheiten mit gleicher Funktion. Im 74HC04 befinden sich z.B. sechs einzelne Inverter. Sind jedoch nur wenige Einheiten für eine konkrete Anwendung erforderlich, bietet die LVC-Familie eine platzsparende Alternative. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass diese Schaltkreise mit geringen Betriebsspannungen von minimal 1,8 V arbeiten können.

Die LVC-Familie ist in Ausführungen mit nur ein oder zwei Einheiten pro IC erhältlich und am Namenszusatz `1G` bzw. `2G` erkennbar. So enthält z.B. der 74LVC1G04

einen und der 74LVC2G04 zwei Inverter. Aufgrund der reduzierten Anzahl einzelner Einheiten sind deutlich kompaktere Bauformen möglich, wie sie z.B. von SMD-Transistoren oder -Analogschaltkreisen bekannt sind, siehe Bild.

Neben der reinen Platzersparnis gewinnt der Anwender im Vergleich zu HC-Schaltkreisen den Vorteil einer höheren möglichen Schaltfrequenz als Folge der geringeren internen Verzögerungszeit (engl. *propagation delay*). Durch die kürzeren Anstiegszeiten und die damit einhergehenden höheren Ströme bei kapazitiver Belastung können LVC-ICs außerdem größere Lasten treiben.

Allerdings gestaltet sich das Leiterplattenlayout in diesen Fällen anspruchsvoller, da es sehr niederinduktiv ausgelegt werden muss. Nur so gelingt es, unerwünschte Schalteffekte, wie ein Ansteigen des Massepotenzials (engl. *ground bounce*), zu vermeiden.

Abgesehen von TTL-kompatiblen Eingängen besitzen LVC-ICs häufig auch die Kompatibilität mit einer Versorgungs-



Größenvergleich zwischen einem SMD-Schaltkreis der HC-Familie mit vier NAND-Gattern im SO-14-Gehäuse und einem IC der LVC-Familie mit einem einzelnen NOR-Logikgatter im Gehäuse SOT-23-5

Foto: Red. FA

spannung von 5 V, sodass sie den typischen Pegelbereich von HC-Logik vollständig abdecken.

Neben der LVC-Logik existieren weitere Logikfamilien mit maximal zwei Einheiten, z.B. *AUC*, auf welche die genannten Größeneigenschaften ebenfalls zutreffen. Diese sind jedoch weniger stark verbreitet. Beim Einsatz ist der jeweils zulässige Betriebsspannungsbereich zu beachten.

Jan Ückerseifer, DJ1UC
jan.ueckerseifer@gmx.de

Breitbandverstärkermodule bis 800 MHz auf dem Messplatz

PETER SCHMÜCKING – DL7JSP

Einige Handelsplattformen im Internet bieten unter anderem preisgünstige HF-Verstärker an und bewerben diese mit interessanten technischen Daten. Ob diese in der Praxis tatsächlich erreicht werden, ist aber nicht selten fraglich. Man sollte daher den Aufwand nicht scheuen, die relevanten Parameter nachzumessen, um sich Frust und Enttäuschung beim Einsatz zu ersparen. Nachstehend wird dafür ein Beispiel aufgezeigt.

Die Produktbeschreibung des preisgünstigen Moduls in Bild 1 lautete 0,5 – 800 MHz 15 W 40 dB VHF UHF Leistungsverstärker. In der Bildunterschrift gab es noch

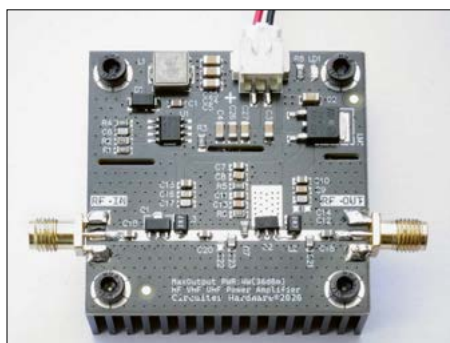


Bild 1: Die Platine des Breitbandverstärkermoduls ist sauber verarbeitet und mit einem Rippenkühlkörper ausreichender Größe verschraubt. Foto und Screenshots: FA

die Angabe DC 15–30 V. Daraus ließen sich zumindest der Frequenzbereich, die Verstärkung und der Versorgungsspannungsbereich ableiten. Typischerweise sind solche Module für eine Systemimpedanz von 50 Ω ausgelegt, was aber nicht separat vermerkt war. Der Aufdruck auf der Platine des Moduls gab die maximale

kleiner Leistung in Testaufbauten für KW- und UKW-Projekte eingesetzt werden. Die Bedingung dafür war allerdings, dass die Daten der Produktwerbung weitgehend mit der Realität übereinstimmen und das Modul auch thermisch über längere Zeit stabil arbeitete.

■ Erster Eindruck

Die Platine war sauber verarbeitet und bestückt. Einen Schaltplan suchte man jedoch vergeblich. Allerdings war schon äußerlich erkennbar, dass der Verstärker zwei MMIC-bestückte Stufen hatte und sich außer einem 5-V-Linear-Spannungsregler auch ein mit einem MP1584 bestückter Abwärtsschaltregler auf der Platine befand. Daraus ergab sich letztlich das Blockschaltbild gemäß Bild 4.

■ Messergebnisse

Erst bei einer Erhöhung der Versorgungsspannung über etwa 18 V hinaus begann der Schaltregler zu arbeiten und lieferte dann eine stabile Ausgangsspannung von 17,6 V. Dies war allerdings mit einem Anstieg des Grundrauschpegels am Verstärkerausgang um etwa 10 dB sowie mit Stör-

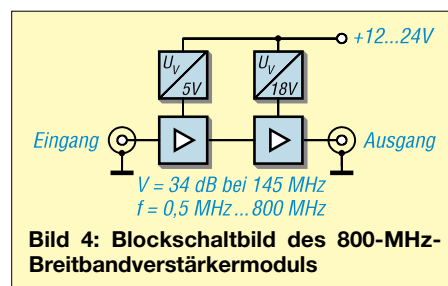


Bild 4: Blockschaltbild des 800-MHz-Breitbandverstärkermoduls

signalen verbunden, die im KW-Bereich Pegel zwischen –50 dBm und –80 dBm im Abstand von 970 kHz erreichten.

Der MP1584 ist laut Hersteller nur bis 28 V spezifiziert. Man sollte daher das Modul im Interesse der Betriebssicherheit nicht wie angegeben mit bis zu 30 V, sondern nur an maximal 24 V betreiben. Andererseits zeigte sich, dass es auch bei 12 V noch gut funktionierte.

Die Verstärkung betrug bei 20 MHz etwa 35 dB, siehe Frequenzmarker 1 in Bild 2. Bei 445 MHz erreichte sie 28 dB (Marker 3). Die maximale Ausgangsleistung lag bei etwa 2,5 W (entspricht 34 dBm). Ein 145-MHz-Signal mit 0 dBm am Eingang ergab ein Ausgangsspektrum gemäß Bild 3. Erste und zweite Oberwelle waren nur um etwa 15 dB unterdrückt, was je nach vorgesehener Anwendung entsprechende Filtermaßnahmen erforderlich macht.

Alle Messungen wurden mit einer Versorgungsspannung von 24 V durchgeführt. Die maximale Stromaufnahme des Moduls lag in diesem Fall bei etwa 260 mA, der Ruhestrom betrug 90 mA. Die gesamte Baugruppe erwärmte sich auch im mehrstündigen Dauerbetrieb bei einer Ausgangsleistung von etwa 2 W nur mäßig.

■ Fazit

Die gemessenen Daten des Breitbandverstärkermoduls bestätigten die Brauchbarkeit des Moduls für den vorgesehenen Zweck. Sie erreichten die propagierten Angaben nicht, kamen diesen jedoch hinreichend nahe. support@funkamateurl.de

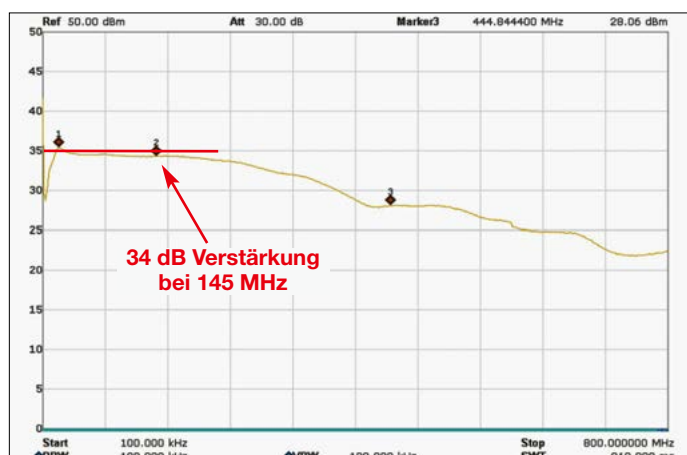
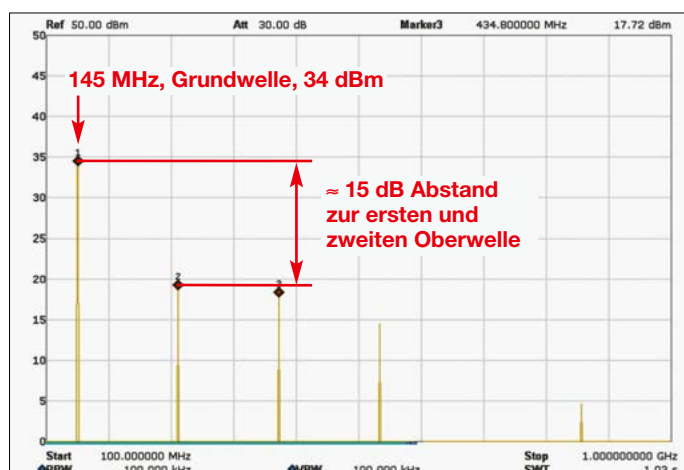


Bild 2: Frequenzgang der Verstärkung bis 800 MHz

Ausgangsleistung mit 4 W an (entspricht 36 dBm).

Auf Basis der vom Händler angegebenen technischen Daten sollte das vorliegende Modul als Treiberverstärker oder Endstufe

Bild 3: Ausgangssignalspektrum bei 145 MHz und $P_A = 2,5$ W

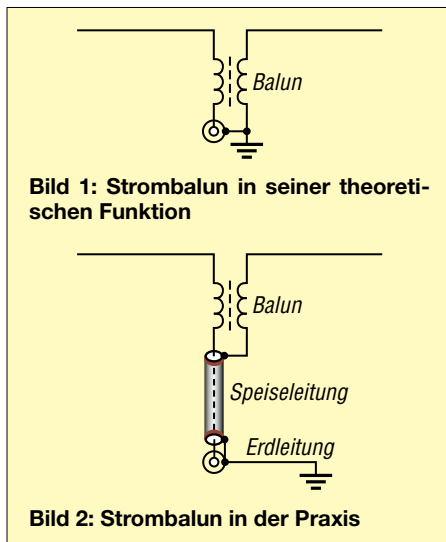


Speisung eines Dipols – symmetrisch oder unsymmetrisch?

Dr.-Ing. CHRISTOPH KUNZE – DK6ED

Ein Halbwellendipol lässt sich symmetrisch oder unsymmetrisch speisen. Dabei gilt es hinsichtlich des verwendeten Leitungsmaterials einiges zu beachten. Dieser Beitrag geht auf die wesentlichen Unterschiede ein und behandelt zudem die Mantelwellenproblematik.

Viele Funkamateure speisen ihre Dipolantennen mittels Koaxialkabel und damit unsymmetrisch. Nicht nur bei der Speisung einer symmetrischen Antenne über ein unsymmetrisches Kabel bilden sich sogenannte *Mantelwellen* aus. Dies sind unerwünschte Gleichtaktströme, die u. a. zu erheblichen Störungen in der Haus-elektrik bzw. -elektronik führen können.



Eine Unterdrückung dieser Gleichtaktströme lässt sich auf verschiedenen Wegen erzielen [1]. Einer davon ist der Strombalun, eine bifilare Drossel, die Gegentaktströme durchlässt, Gleichtaktströme dagegen sperrt.

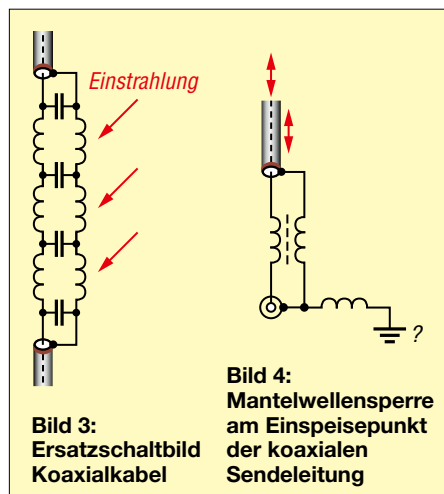
Unter Testbedingungen am Messplatz ist ein solcher Balun an der unsymmetrischen Seite geerdet, Bild 1. Es stellt sich jedoch die Frage, ob das in der Praxis ebenso der Fall ist, Bild 2. Das Koaxialkabel ist am senderseitigen Ende meist über den Transceiver geerdet und niederfrequente Ströme werden abgeleitet. Aus Sicht der Hochfrequenz kann das Koaxialkabel unter bestimmten Bedingungen allerdings resonant sein, weshalb der Erdungsanschluss der Drossel an der Antennenseite einen hohen Scheinwiderstand aufweist und die Bedingung einer ausreichenden Erdung nicht erfüllt sein wird.

Doch nicht nur der vorgenannte Fall ist hinsichtlich der Ausbildung von Mantel-

wellen von Bedeutung. So wird auf der Abschirmung des Koaxialkabels eine hochfrequente Spannung induziert, wenn es sich im Strahlungsfeld der Antenne befindet. Dies erfolgt aber nicht nur auf dem Speisekabel des Dipols selbst, sondern auch bei anderen in der Nähe befindlichen Koaxialkabeln.

Betrachtet man die Funktion des Koaxialkabels als eine Kombination von Kondensatoren und Spulen (Bild 3), wird deutlich, dass ein Teil des vom Schirm aufgenommenen Signals auf den Innenleiter übertragen wird. Dort breitet es sich allerdings langsamer aus als auf der Abschirmung, da sich die Verkürzungsfaktoren unterscheiden. Es kommt somit zu einer Phasenverschiebung der Ströme zwischen dem Innenleiter und dem Schirm. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass sich die Stromrichtung nach jedem $\lambda/2$ -Abschnitt ändert und zusätzliche Differenzen zwischen den inneren und äußeren Strömen entstehen. Zu beachten ist zudem, dass der ohmsche Widerstand der Abschirmung konstruktionsbedingt höher ist als der des Innenleiters, wodurch eine weitere Asymmetrie mit Einfluss auf die Strom- und Spannungsverteilung vorhanden ist. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich, am senderseitigen Ende des Kabels eine Mantelwellensperre vorzusehen, Bild 4.

Ist diese jedoch nicht hochfrequenzmäßig geerdet, ist davon auszugehen, dass



die Induktivität der Drossel nur zu einer Verlängerung der Leitung zwischen Kabelmantel und Erdung führt. Das heißt, der Bauch und der Knoten der Mantelwelle auf der Erdleitung werden sich verschieben und es kommt punktuell zu besseren Messergebnissen, ohne das eigentliche Problem zu lösen.

Die Erdung selbst ist auch nicht unproblematisch und kann für unübersichtliche Verhältnisse sorgen, wenn sie aus Sicht der Hochfrequenz (Wechselstromwiderstand) mit ungeeigneten Materialien und ohne Berücksichtigung der Bodenleitfähigkeit erfolgt.

■ Paralleldrahtleitungen

Eine Lösung kann die Verwendung einer symmetrischen Zweidrahtleitung (Hühnerleiter) zur Speisung von Dipolantennen sein [2], [3]. Diese wird in Resonanz gebracht, sodass sich eine *stehende Welle* mit Bäuchen und Knoten ausbildet. Ströme und Spannungen haben dabei entgegengesetzte Polarität und Richtung. Es handelt sich also um einen Gegentaktstrom.

Das symmetrische Kabel befindet sich jedoch im Strahlungsfeld der Antenne, wodurch ein zusätzlicher Strom auf beiden Leitern induziert wird. Dieser ist zwar vom Betrag und der Richtung auf beiden Leitern gleich (Gleichtaktstrom), durch einen am transceiverseitigen Ende angeschlossenen symmetrischen Antennenkoppler käme es jedoch zu einer weitgehenden Auslöschung dieses Stromes und die Mantelwellen würden kompensiert.

Aber auch eine am Ende der Bandleitung befindliche Mantelwellendrossel hat diese Wirkung, Bild 5. Dies gilt selbst dann, wenn die Ströme auf der Leitung nach einer Leitungslänge von $\lambda/2$ die Richtung ändern, denn es bleibt bei einem Gleichtaktstrom. Nur am Problem der Erdung an der Senderseite ändert sich nichts, wenn Leitungslänge und Erdungsverhältnisse nicht optimiert werden.

Materialauswahl

Mit einer symmetrischen Speiseleitung lässt sich die Mantelwellenproblematik also offensichtlich beherrschen. Welches Leitungsmaterial ist nun aber hierfür geeignet? Wie verhält es sich beispielsweise mit der als Lautsprecherleitung verwendeten Zwillingslitze, bestehend aus einem Querschnitt $24 \times 0,2$ mm je Leiter und einer Isolation aus PVC (*Polyvinylchlorid*) sowie einer Impedanz von 102Ω ? Diese soll nachfolgend mit Koaxialkabel vom Typ RG58C/U verglichen werden.

Vergleich der frequenzabhängigen Dämpfung bei 100 m Kabellänge

f	RG58C/U	Zwillingslitze	CAT5
[MHz]	[dB]	2x24x0,2 mm	0,5 mm
1,8	1,5	1,5	2,2
3,5	2,7	2,4	3,8
5	3,5	5,6	5,5
10	4,7	7,5	6
20	7,4	18,5	8,8
30	8,6	25,2	10,5

Dessen Innenleiter besteht aus Litze 19 x 0,18 mm, umgeben von einem Dielektrikum aus PE (*Polyethylen*). Außerdem wird CAT-5-Kabel untersucht, das ebenfalls eine Isolation aus PE besitzt.

Die frequenzabhängigen Dämpfungswerte dieser Kabel sind in der Tabelle zusammengestellt. Das CAT-5-Kabel hat auf niedrigen Frequenzen die höchste Dämpfung. Dies liegt offensichtlich am Leiterquerschnitt, der von allen untersuchten Kabeln der geringste ist.

Daraus lässt sich ableiten, dass der ohmsche Widerstand und der auftretende Skineffekt das Dämpfungsverhalten bestimmen. Mit steigender Frequenz wird zunehmend das verwendete Isoliermaterial wirksam. Man erkennt dies daran, dass oberhalb von 5 MHz die PVC-isolierte Zwillingslitze den beiden PE-isolierten Kabeln deutlich unterlegen ist. Aus diesem Grund sollte man Erstgenannte nur für kurze Entfernungen verwenden und oberhalb von 5 MHz auf sie verzichten.

Da bei Schalltitzten meist PVC als Isoliermaterial dient, scheiden diese somit ebenfalls aus. Allerdings lassen sich unter dem Begriff *halogenfreies Kabel* Leitungen mit PE-Isolierung und größerem Querschnitt finden. Ausführungen als Zwillingslitzen sind mir hiervon jedoch nicht bekannt. Alternativ lässt sich das u. a. bei der Bundeswehr verwendete *Feldkabel* (Fkb) F-2E mit PE-Isolation verwenden. Bei der dort anzutreffenden Verdrehung der Leiter kann man mit einer Impedanz von ungefähr 120 Ω rechnen.

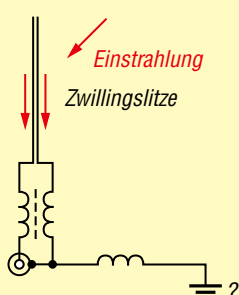


Bild 5: Strombalun am Einspeisepunkt der Zwillingslitze

Noch besser erscheint der Einsatz des leichten Feldkabels der NVA (ehemalige Nationale Volksarmee der DDR), wenn es PE-isoliert ist. Hier sind beide Leiter mit einem Steg verbunden, sodass man von einer konstanten Impedanz von ungefähr 100 Ω ausgehen kann.

Aufbau der Versuchsantenne

Für einen Dipol für das 30-m-Band verwendete ich Feldkabel, Bild 6. Dazu trennte ich das Kabel auf einer nach folgender Formel errechneten Länge auf:

$$l \text{ [m]} = 72,25 / f \text{ [MHz]}$$

Dabei ist darauf zu achten, dass sich die Litze unter Belastung nicht weiter aufteilt, Bild 7. Die Verwendung von Kas-

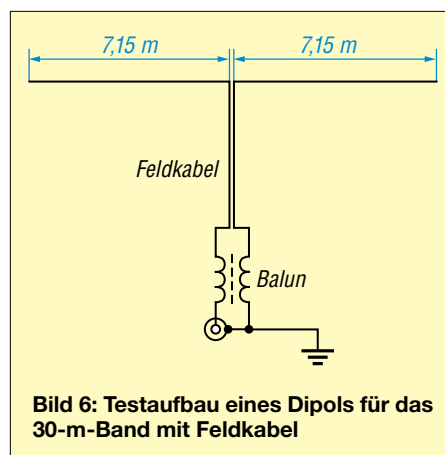


Bild 6: Testaufbau eines Dipols für das 30-m-Band mit Feldkabel

tenklemmen für die beiden Dipoläste ist unkritisch. Wegen der gegenläufigen Ströme darf jedoch auf der Ableitung keinesfalls eine metallische Klemme eingesetzt werden, da sie an dieser Seite ansonsten wie eine Kurzschlusswindung wirkt, durch die ein starker Strom fließt.

Da ich keinen symmetrischen Antennenkoppler zur Verfügung hatte, erfolgte der Anschluss des Kabels an den Transceiver über eine Mantelwellensperre. Diese lässt sich leicht durch Aufbringen von 12 Wdg. Koaxialkabel auf einen Ringkern FT240-77 herstellen, Bild 8. Bei guten Erdungsverhältnissen ist die so erzielte Indukti-



Bild 7: Speisepunkt eines mit Zwillingslitze gespeisten Dipols

Bild 8:
Mögliche Ausführung einer Mantelwellensperre; hier sind 12 Wdg. Koaxialkabel auf einen Ringkern FT 240-77 aufgebracht. Der Anschluss erfolgt zwischen Transceiver und Speiseleitung.



vität vollkommen ausreichend. Ein Witterungsschutz kann entfallen.

Anfangs hatte ich allerdings Bedenken, denn die Impedanz eines Halbwelldipols beträgt ungefähr 70 Ω und die der Zwillingsleitung rund 100 Ω . Somit ergibt sich ein SWV von ungefähr $s = 2$. Dieser Betrag kann jedoch ohne Probleme mit den heute üblichen internen Anpassgeräten eines Transceivers transformiert werden.

Ergebnis

Mit dieser so hergestellten Antenne ergab sich trotz der höheren Impedanz der Speiseleitung bei der Resonanzfrequenz immer noch ein SWV von $s = 1,5$. Die nutzbare Bandbreite stieg sogar im Vergleich zu einem Dipol mit koaxialer Einspeisung, eine preisgünstige, schnell zu bauende und unauffällige Antenne entstanden.

Fazit

Das Mantelwellenproblem lässt sich beherrschen. Dazu muss man allerdings Antenne und Speiseleitung als Gesamtsystem betrachten, dessen Komponenten vorher einzeln messtechnisch optimiert werden können. Ich musste jedoch feststellen, dass die Randbedingungen am Messplatz nicht immer denen am späteren Montageort der Antenne entsprechen. Die Kombination aus symmetrischer Antenne und symmetrischer Speiseleitung in Verbindung mit einem Balun direkt am Transceiver verspricht hinsichtlich der Mantelwellenaspekte die besten Ergebnisse.

dk6ed@t-online.de

Literatur

- [1] Kunze, C., DK6ED: Wirksamer Einsatz von Baluns und Mantelwellensperren. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 11, S. 1058–1059
- [2] Klüß, A., DF2BC: Symmetrische Speiseleitungen – Einsatz und Selbstbau. FUNKAMATEUR 61 (2012) H. 7, S. 732–733; H. 8, S. 838–839; H. 9, S. 948–949
- [3] Bethge, K., DL8OL: Messen der Symmetrie auf einer Hühnerleiter. FUNKAMATEUR 61 (2012) H. 10, S. 1064–1065

Spulenersatz mit Operationsverstärkern

Dr. MARTIN OSSMANN

Spulen sind relativ teure und oft voluminöse Bauelemente. Daher versucht man nach Möglichkeit, ihren Einsatz zu umgehen. Mit einer häufig in Vergessenheit geratenen Erfindung von Bernhard D. H. Tellegen gelingt dies in bestimmten Fällen sehr erfolgreich. Erforderlich sind nur zwei Operationsverstärker und ein anderes, frequenzabhängiges Bauelement, in diesem Fall ein Kondensator.

Spulen widersetzen sich dem Trend zur extremen Miniaturisierung. Kondensatoren und Widerstände sind hingegen kein Problem. Man müsste die Spulen einfach ersetzen können. Doch wie? An dieser Stelle betritt die *Gyrator* genannte Schal-

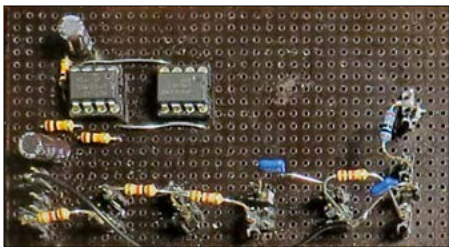


Bild 1: Versuchsaufbau der Gyratorschaltung mit Steckbrücken für Z_0 bis Z_5 auf einer Lochrasterplatte

lung das Spielfeld. Deren Erfindung ist dem Ingenieur Bernard D. H. Tellegen (1900 bis 1990) zu verdanken. Während der Beschäftigung mit Netzwerktheorie entdeckte er das Prinzip des Gyrators. Es führte dazu, dass entweder die Spule oder der Kondensator redundant werden. Dadurch zeigen z. B. Schaltungen mit Kondensatoren ein induktives Verhalten. Am 30. August jährt sich Tellegens Todestag zum 35. Mal. In seinem Leben gelangen ihm etliche Erfindungen, die zu insgesamt 41 US-Patenten führten, darunter die Pentode, die er zusammen mit Gilles Holst erfand. Sollen aktive Filter aufgebaut werden und die Mitten- oder Grenzfrequenz einstell-

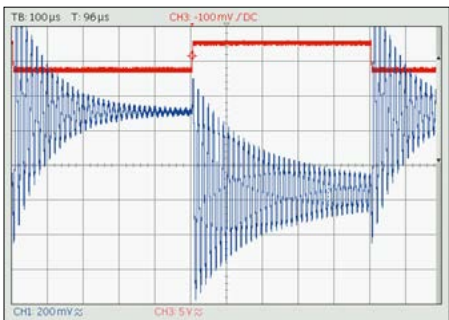


Bild 2: Ausgangssignal der Gyratorschaltung bei Ansteuerung mit einem Rechtecksignal (rot) Foto und Screenshots: OBmann

bar sein, ändern sich bei Anpassung der Frequenz auch andere Parameter, z. B. die Verstärkung. Diesen Nachteil vermeiden sogenannte *Gyrator-Filter*. Bei diesen bildet man eine einstellbare Spule nach, die dann der einzige veränderbare Parameter ist.

■ Gyrator

Der Gyrator ist ein Zweitor, der eine vorgegebene Impedanz Z in deren duale Impedanz Z_G wandelt. Die duale Impedanz hat den Kehrwert als Impedanz. So entsteht aus einer Spule ein Kondensator und umgekehrt.

Ein Gyrator kann aus Operationsverstärkern (OPV) aufgebaut werden, wie die Prinzipschaltung in Bild 3 zeigt. Dessen Impedanz beträgt:

$$Z_G = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_2 \cdot Z_4}$$

In den nachfolgenden Beispielen verwende ich immer $Z_1 = Z_3 = Z_4 = Z_5 = R = 1 \text{ k}\Omega$. Dann realisiert die Schaltung einen Gyrator mit $Z_G = R^2/Z_2$. Kommt für Z_2 ein Kondensator mit $C = 2,2 \text{ nF}$ zum Einsatz, ergibt sich als simulierte Impedanz $Z_G = j\omega \cdot CR^2 = j\omega \cdot L_G$. Die Induktivität der simulierten Spule ist $L_G = C \cdot R = 2,2 \text{ mH}$. Damit lässt sich ein einfaches Bandpassfilter aufbauen. Die äquivalente Schaltung mit der simulierten Spule zeigt Bild 4. Die resultierende Resonanzfrequenz beträgt:

$$f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_G C}} = 72 \text{ kHz}$$

Das Filter ließe sich mit geringer Verstimmung also gut für die Filterung eines DCF77-Signals einsetzen. Kommt ein veränderlicher Widerstand in der Gyratorschaltung zum Einsatz, ist die Induktivität der simulierten Spule in weiten Grenzen einstellbar. Beim gezeigten Bandpassfilter ändert sich also die Mittenfrequenz.

Die Impedanzen Z_4 und Z_5 bilden einen Spannungsteiler, der sich durchaus durch

ein elektronisches Potenziometer ersetzen lässt. So erhält man eine elektronisch veränderliche Spule. Ersetzt man nicht Z_2 durch einen Kondensator, sondern z. B. Z_3 , sind statt Spulen auch veränderliche Kondensatoren aufbaubar.

Gyratoren eignen sich also nicht nur zu dem Zweck, große Induktivitäten und Kapazitäten zu erzielen, sondern machen diese sogar abstimmbar.

■ Praktische Realisierung

Für praktische Experimente habe ich auf einer Lochrasterplatte eine Schaltung realisiert, bei der die beteiligten Impedanzen Z_0 bis Z_5 steckbar sind, Bilder 1 und 6. So kann man die unterschiedlichsten Konfigurationen ausprobieren.

OPV1 realisiert eine virtuelle Masse (Potential 2,5 V), damit man mit einer einzigen Versorgungsspannung von 5 V auskommt. OPV2 ist der Pufferverstärker für das Eingangssignal, um den Spannungsteiler aus Z_0 und Z_G niederohmig ansteuern zu können. Der klassische Ausgang des Bandpassfilters ist Ausgang 1, der allerdings hochohmig ist. Alternativ kann auch der niederohmige Ausgang 2 verwendet werden. Für OPV3 und OPV4, den eigentlichen Gyrator, sind Operationsverstärker mit genügend hohem Verstärkungs-Bandbreitenprodukt (GBW) erforderlich. Der verwendete LM6132 weist $GBW = 10 \text{ MHz}$ auf, sodass sich mit ihm Gyratoren bis etwa 1 MHz Resonanzfrequenz realisieren lassen, beispielsweise ein ZF-Filter mit 455 kHz.

Bild 2 zeigt das Ausgangssignal bei Ansteuerung mit einem 1-kHz-Rechtecksignal. Gut erkennbar ist, wie die Flanken

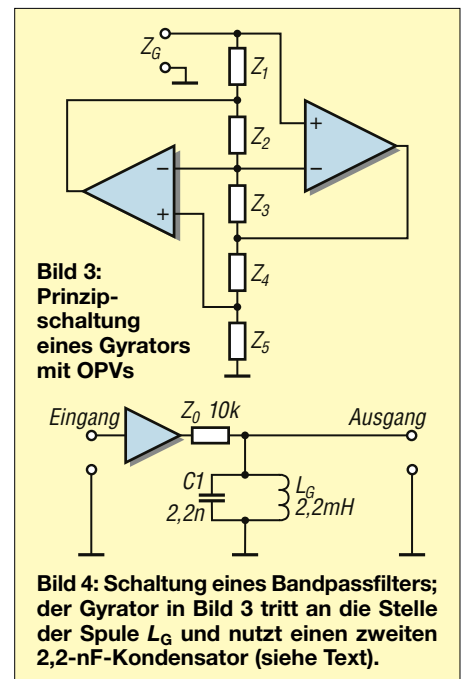


Bild 4: Schaltung eines Bandpassfilters; der Gyrator in Bild 3 tritt an die Stelle der Spule L_G und nutzt einen zweiten 2,2-nF-Kondensator (siehe Text).

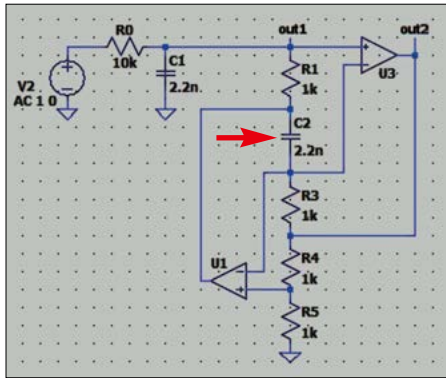


Bild 5: Schaltung zur Simulation des Gyrafilters; C_2 wird zu L_G in Bild 4.

den simulierten Schwingkreis anstoßen und das Ausschlagen folgt.

■ Stabilitätsuntersuchung

Um das Design von Filterschaltungen zu überprüfen, empfiehlt sich eine Simulation, z. B. mit LTspice, Bild 5. In Bild 7 ist der Frequenzdurchlauf (Sweep) des Gyrafilters dargestellt. Die Resonanzfrequenz liegt bei 70 kHz. Wäre

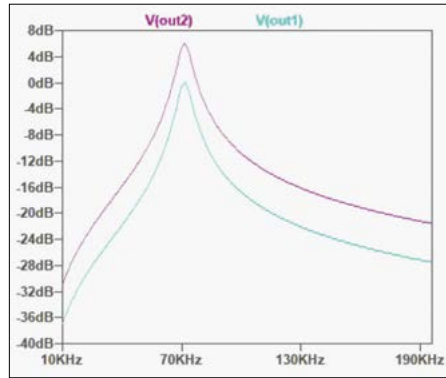


Bild 7: Simulierter Frequenzgang des Filters in Bild 5

der GBW-Wert nicht ausreichend, ergäbe sich keine scharfe Resonanzstelle, sondern lediglich eine stark abgeflachte bei einer anderen Frequenz, was auf eine schlechte Güte hindeuten würde.

Die Resultate solch eines Frequenzdurchlaufs muss man übrigens mit etwas Vorsicht genießen, wie nachfolgend gezeigt. Ersetzt man in Bild 3 nicht nur Z_2 , sondern auch Z_4 durch einen Kondensator,

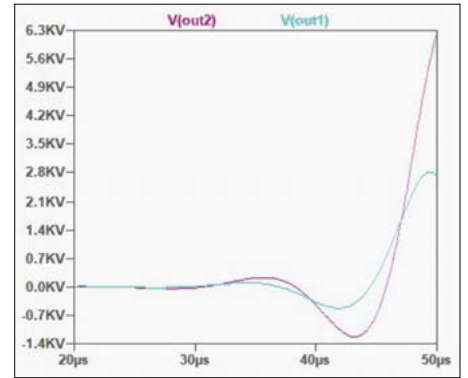


Bild 8: Eine ungünstige Dimensionierung führt zu instabilem Verhalten.

so ergibt sich als simulierte Impedanz $Z_G = -\omega^2 \cdot C^2 \cdot R^2$. Das Minuszeichen sollte schon Aufmerksamkeit wecken, auch wenn am Frequenz-Sweep noch nichts Besonderes auffällt. Bei einer transienten Simulation, also einer Ansteuerung mit kurzem Impuls, erkennt man, dass die Schaltung instabil ist, Bild 8. Aus einem kleinen Eingangsimpuls wird in 50 µs ein Ausgangssignal im Kilovoltbereich.

Für eine vertrauenswürdige transiente Simulation ist es häufig notwendig, sowohl den GBW-Wert als auch die endliche Leerlaufverstärkung zu berücksichtigen, da dieses nicht ideale Verhalten Instabilität hervorruft. LTspice bietet dazu ein passendes Modell oder man nimmt das des später genutzten OPV. Weiterhin sollte man in der transienten Simulation einen kleinen Impuls zum Start verwenden. Startet man mit einer Eingangsspannung von null, kann es vorkommen, dass LTspice auch die ideale Nulllinie als Ergebnis präsentiert, obwohl die Schaltung instabil ist.

ossmann@fh-aachen.de

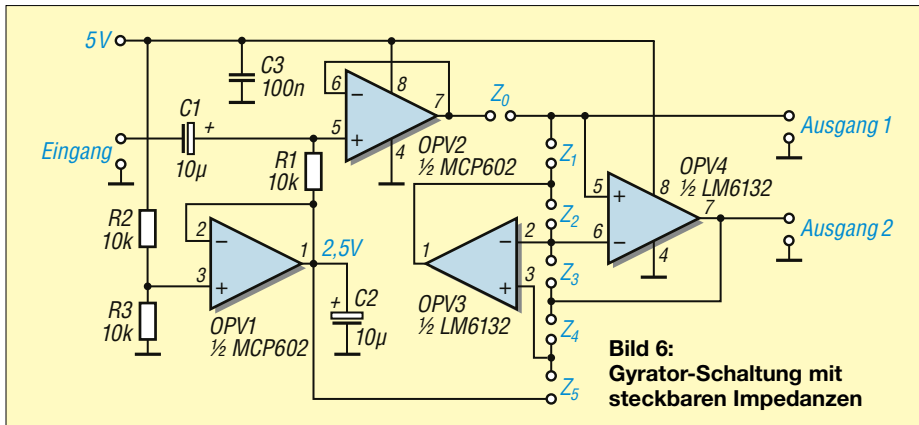


Bild 6: Gyraf-Schaltung mit steckbaren Impedanzen

Kaufen Sie einen beliebigen Siglent SSA3000X Plus Spektralanalysator und fügen Sie das EMI-Bundle für nur 499,- € netto hinzu.



ab € 1.380,-
inkl. 19% MwSt.

Siglent SSA3000X Plus Sonderaktion

Das Bundle beinhaltet die passende EMI Filter Option, das Advanced Measurement Kit und das SRF5030T Nahfeldsonden Set. Gültig bis 31.12.2025.

- 9 kHz bis 1,5/2,1/3,2/7,2 GHz
- 1 Hz bis 1 MHz RBW
- 25,7 cm (10.1") Touchdisplay
- 1024 x 600 Pixeln
- inklusive eingebautem Vorverstärker und Tracking Generator

Überzeugen Sie sich selbst:
www.batronix.com
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

Upgrade von Microsoft Windows 10 auf Windows 11

Dipl.-Ing. JOCHEN BERNS – DL1YBL

Ursprünglich sollten nach dem 14. Oktober 2025 keine Sicherheits-Updates mehr für das Betriebssystem Microsoft Windows 10 ausgeliefert werden. Trotz des nun um ein Jahr verschobenen Termins sind Nutzer entsprechend der Rechner gut beraten, bald auf Windows 11 umzusteigen. Nachfolgend wird beschrieben, welche Anforderungen an die Hardware bestehen und wie sich möglicherweise auch bei einem etwas älteren Computer ein Upgrade mit Bordmitteln durchführen lässt. Abschließend werden Installationsalternativen aufgezeigt, mit denen versierte Computernutzer den Rechner abseits der vorgesehenen Wege mit einem Upgrade versorgen können.

Viele Funkamateure und Elektronikbastler nutzen auch fürs Hobby einen PC. Von 2009 bis zum Supportende 2020 kam oft ein auf Windows 7 basierender Rechner zum Einsatz. Die zwischenzeitlich verfügbaren Betriebssysteme Windows 8 und 8.1 erreichten nicht die Verbreitungszah-

Sicherheit und nachfolgend Windows Update erreichbar, Bild 1. Die dort aufrufbare PC-Integrationsprüfung besteht aus einer zu installierenden App, Bild 2. Wenn diese bescheinigt, dass alle Hardware-Anforderungen erfüllt sind, sollte man schnellstmöglich ein Upgrade durchführen. Dieses

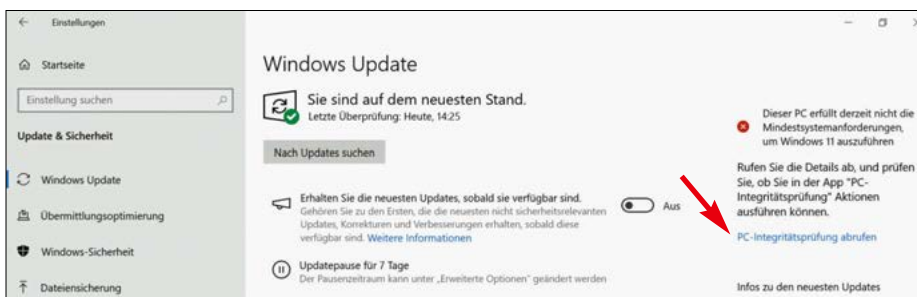


Bild 1: Die PC-Integrationsprüfung lässt sich unter Windows Update aufrufen.

len des Vorgängers, zumal ab 2015 bereits Windows 10 verfügbar war. Doch auch diesem System hat die letzte Stunde geschlagen, auch wenn das Supportende auf den 13. Oktober 2026 verschoben wurde. *Supportende* bedeutet, dass keine Sicherheits-Updates mehr von Microsoft geliefert werden. Ein unter Windows 10 arbeitender Rechner funktioniert dann zwar weiterhin wie gewohnt, jedoch riskiert man bei jeder Internetverbindung, dass der Rechner wegen nicht mehr geschlossener Sicherheitslücken zur leichten Beute von kriminellen Hackern wird.

Da über kurz oder lang auch die Entwickler von Browsern und E-Mail-Programmen, den Haupteinfallstoren für Schadsoftware, das dann immer unsicherer werdende Betriebssystem nicht mehr unterstützen, ist man gut beraten, den Rechner nach dem genannten Termin nur noch autark zu nutzen oder, wie nachfolgend beschrieben, ein Upgrade auf Windows 11 durchzuführen.

Unterstützung dabei bietet das Betriebssystem selbst. Aus dem Start-Menü ist unter *Einstellungen* der Punkt *Update &*

läuft nach dem Start durch den Nutzer in den meisten Fällen völlig problemlos und ohne weiteres Zutun ab.

Doch bitte vorher unbedingt eine vollständige Datensicherung durchführen, oder zumindest die eigenen Daten (Textdateien,

Bild 2:
Nach einem Klick auf Jetzt überprüfen werden die Ergebnisse in einem separaten Fenster ausgegeben.
Foto, Screenshots:
DL1YBL



Bilder, E-Mails, aber auch die Einstellungen installierter Software) auf einem SSD oder einer externen Festplatte speichern. Während des Upgrades werden in der Regel mehrere Neustarts durchgeführt, sodass der ganze Prozess schon etwas länger dauern kann. Danach sollte die von Windows 10 gewohnte Dateistruktur, samt zuvor „aufgeräumtem“ Desktop, wieder zur Verfügung stehen.

Doch selbst wenn bei der PC-Integrationsprüfung die Meldung „Dieser PC unter-

stützt derzeit noch nicht die Systemanforderungen für Windows 11“ erscheint, muss der Computer noch nicht zum alten Eisen gehören, Bild 3. Unter *Alle Ergebnisse anzeigen* wird detailliert dargestellt, wo es klemmt. Eventuell lässt sich der PC schon durch Nachrüsten von Systemkomponenten doch noch für Windows 11 fitmachen und ein Upgrade durchführen, Bild 4.

Nachfolgend werden die für ein Upgrade erforderlichen Module, der Boot-Modus und die Festplattenpartition erläutert. Einige Module können bereits auf dem Windows-10-Rechner vorhanden, aber deaktiviert sein. Deren vorherige Aktivierung kann den Rechner ebenfalls auf ein Upgrade vorbereiten. Außerdem ist die Kenntnis von den bei einem Upgrade ablaufenden Vorgängen hilfreich, wenn trotz aller Vorbereitung Schwierigkeiten dabei auftreten sollten.

■ Hardwareanforderungen

Microsoft hat Mindestanforderungen für Windows 11 festgelegt, um hohe Sicherheit und Leistung zu gewährleisten, siehe Tabelle 1.

Einige Funktionen, wie etwa die 5G-Unterstützung oder *DirectStorage* stellen zusätzliche Hardwareanforderungen [1]. Manchmal sind die betreffenden Funktionen für Prozessor und *Secure Boot* auch lediglich in den UEFI/BIOS-Einstellungen deaktiviert, obwohl die Hardware sie unterstützt. Eine einfache Aktivierung kann hier bereits Abhilfe schaffen.

■ TPM – der Sicherheitsgrundstein

Das *Trusted Platform Module* (TPM) ist ein spezialisierter kryptografischer Prozessor, der Sicherheitsfunktionen auf Hard-

ware-Ebene bereitstellt. TPM 2.0 ist entscheidend für Funktionen wie die Laufwerksverschlüsselung *BitLocker* und *Windows Hello*. Die meisten PCs, die in den letzten fünf Jahren hergestellt wurden, unterstützen TPM 2.0 – in wenigen Fällen kann es deaktiviert sein [2].

Überprüfung von Status und Version

Während der eingangs genannten *PC-Integrationsprüfung* werden u. a. das Vorhandensein, die Aktivierung und die Ver-

sion des TPM überprüft. Diese Überprüfung kann auch manuell erfolgen.

- Über *Gerätesicherheit* → *Details zum Sicherheitsprozessor* kann die TPM-Version eingesehen werden.
- Durch Eingabe von *tpm.msc* im Ausführen-Dialog (*Windows-Taste + R*) wird die *Trusted Platform Module-Verwaltung* geöffnet, die Auskunft über den TPM-Status und die Spezifikationsversion gibt.
- Mit Administratorrechten ausgeführt, zeigt der Befehl *get-tpm* in *PowerShell* den Status und die Version des TPM-Moduls an.

Eine Meldung wie „Kein kompatibles TPM gefunden“ deutet auf ein deaktiviertes Modul hin, denn in der Regel ist TPM bei neueren Rechnern vorhanden.

Aktivierung von fTPM bzw. PTT

In wenigen Fällen kann TPM in den UEFI/BIOS-Einstellungen des Systems deaktiviert sein. Der Zugriff auf UEFI/BIOS erfolgt typischerweise durch Drücken einer Taste wie *F2*, *F10*, *Entf* oder *F12* unmittelbar nach dem Einschalten des PC. Alternativ ist der Zugriff auf die UEFI-Firmware-Einstellungen unter Windows 10 über *Einstellungen* → *Update & Sicherheit* → *Wiederherstellung* → *Jetzt neu starten* (unter *Erweiterter Start*) möglich. Im UEFI/BIOS sind die relevanten Optionen oft unter *Advanced*, *Security* oder *Trusted Computing* zu finden.

Auf Intel-Mainboards ist nach *Intel Platform Trust Technology (PTT)* oder *Intel PTT* zu suchen und der Eintrag auf *Enabled* zu setzen. Bei Intel-Prozessoren der 12. oder 13. Generation sollte *TPM Device Selection* typischerweise auf *fTPM* eingestellt sein, bei der 11. Generation oder älter im Allgemeinen *PTT*.

Auf AMD-Mainboards ist nach *AMD fTPM switch*, *AMD PSP fTPM* oder *AMD CPU fTPM* zu suchen und sicherzustellen, dass der Eintrag auf *Enabled* steht. Die eventuell vorhandene Option *Security Device Support* sollte ebenfalls aktiviert sein.

Nach der Aktivierung müssen die Änderungen gespeichert (oft mittels *F10*-Taste) und das System neu gestartet werden. In einigen Fällen kann ein zweiter BIOS-Zugriff nach dem ersten Speichern erforderlich sein, damit die Änderungen vollständig wirksam werden.

Erweiterung der Kompatibilität

Für Mainboards, die keine integrierte fTPM/PTT-Lösung aufweisen oder deren System nicht kompatibel zu TPM 2.0 ist, kann zumindest beim Desktop-PC ein pas-

sendes Modul nachgerüstet werden. In der Regel ist es eine kleine Leiterplatte mit einem dedizierten Steckverbinder, die sich auf das meist ältere Mainboard stecken lässt, wie in Bild 5 für ein MSI-Board. Solche TPM-Module sind auf Online-Marktplätzen erhältlich. Die Kompatibilität wird durch die spezifischen Steckverbinder auf dem Mainboard bestimmt. Hersteller wie Asus, MSI, Gigabyte und Supermicro verwenden oft eine standardisierte Schnittstelle *LPC 20*.

Vor dem Aufstecken des TPM-Moduls muss der PC vollständig ausgeschaltet und vom Stromnetz getrennt sein. Der TPM-Anschluss ist überwiegend als *JTPM1*, *TPM1* oder einfach *TPM* auf dem Mainboard gekennzeichnet. Das Modul wird am Steckverbinder ausgerichtet und entsprechend der Markierung (meist ein Dreieck) vorsichtig eingesteckt, bis es fest sitzt. Steckt man es falsch herum ein, bootet der PC nicht und das Modul wird sehr heiß. Nach dem Einschalten des PC ist das BIOS-Setup aufzurufen und das TPM-Modul wie im Abschnitt *Aktivierung von fTPM bzw. PTT* beschrieben zu aktivieren. Ich rate wegen Sicherheitsproblemen dringend, altes AWARD oder AMI BIOS zu aktualisieren. Nach dem Neustart erkennt Windows das TPM-Modul in der Regel selbst.

Bei sehr alten Mainboards (z.B. Intel 60/70/80/90-Serien) kann es mit einem



Bild 3: Auch wenn, wie hier, die Systemanforderungen für Windows 11 nicht unterstützt werden ...



Bild 4: ... sollte man sich alle Ergebnisse anzeigen lassen, um eventuell nach der Erweiterung von Komponenten doch noch ein Upgrade durchführen zu können.

Tabelle 1: Hardware-Mindestanforderungen

Komponente	Mindestanforderung
Prozessor	Taktfrequenz 1 GHz, zwei Rechenkerne, 64-Bit-kompatibel oder System on a chip (SoC)
Arbeitsspeicher	4 GB RAM, 8 GB empfohlen
Speicherplatz	64 GB, Festplatte oder SSD
Grafikkarte	DirectX 12 samt WDDM 2.0 Treiber
System-firmware	UEFI, Unterstützung für Secure Boot
Sicherheit	TPM Version 2.0
Display	High Definition, 720p, 9 Zoll, 8 Bit pro Farbkanal
Internet-verbinding	Erforderlich für Updates und bei Home Edition für Setup
Microsoft-Konto	Erforderlich für Setup bei Home Edition

nachgerüsteten TPM-Modul zu Problemen kommen, da das BIOS das Modul nicht korrekt initialisiert oder die erforderlichen Tabellen für das ACPI (*Advanced Configuration and Power Interface*) fehlen. Letztere sind zentrale Bestandteile moderner Computerarchitekturen, insbesondere für die Energieverwaltung und Hardware-Erkennung. Sie spielen auch eine wichtige Rolle bei der CPU-Konfiguration.

■ Prozessor-Kompatibilität

Die Prozessor-Kompatibilitätsanforderung für Windows 11 ist ein entscheidendes Kriterium, das durch Microsofts Designprinzipien in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistung bestimmt wird. Im Allgemeinen werden Intel-Core-Prozessoren ab der 8. Generation (Codename *Coffee Lake*) offiziell für Windows 11 unterstützt. Es gibt spezifische Ausnahmen, wie eine kleine Anzahl von Intel-Core-i7- und -i5X-Serie-Prozessoren der 7. Generation sowie bestimmte Xeon-Prozessoren, die explizit in die Liste der unterstützten Prozessoren aufgenommen wurden, siehe Tabelle 2.

Für AMD-Systeme werden im Allgemeinen Ryzen-Prozessoren, die auf den Architekturen Zen+ (2000er-Serie) und Zen 2 (3000er-Serie) basieren, sowie alle nachfolgenden Generationen offiziell unterstützt, siehe Tabelle 3.

Neuere Ryzen-Serien, wie die 8000G- und 9000er-Serie, verfügen zudem über integrierte KI-Fähigkeiten.

■ Boot-Modi und Partitionierung

Die Kernarchitektur von Windows 11 ist eng mit modernen Firmware- und Festplatten-Partitionierungsstandards verbunden, hauptsächlich zur Verbesserung der Sicherheit, der Leistung und einer flexibleren Systemverwaltung.

UEFI (*Unified Extensible Firmware Interface*) ist der aktuelle Ersatz für das ältere BIOS (*Basic Input/Output System*). Es bietet schnellere Startzeiten, die Unterstützung für Festplatten größer als 2,2 TB und ein robustes Gerüst für erweiterte Sicherheitsfunktionen. Windows 11 erfordert den Betrieb im UEFI-Modus und ist inkompatibel mit BIOS- oder CSM-Modi (*Compatibility Support Module*).

Einen Eckpfeiler der Sicherheitsfunktionen von UEFI bildet *Secure Boot*. Es verhindert das Laden bössartiger Software während des Systemstarts und muss aktiviert sein.

Die GPT (*GUID Partition Table*) ist das moderne Festplatten-Partitionierungsschema. Es überwindet die Einschränkungen des MBR-Schemas (*Master Boot Record*), da es Laufwerke bis 18,8 Exabyte (EB), also 18,8 Mio. TB, pro Partition und bis zu 128 primäre Partitionen unterstützt. GPT enthält redundante Partitionstabellen und Prüfsummen, die die Datenintegrität verbessern. Für Windows 11 muss das primäre Betriebssystemlaufwerk im GPT-Partitionierungsstil formatiert sein.

Überprüfung von Boot-Modus und Festplatten-Partitionierungsstil

Nach Aufruf der *Systeminformationen* über die *Windows*-Taste + *R* und Eingabe von *msinfo32* wird der BIOS-Modus angezeigt, der auf *UEFI* oder *Legacy* stehen sollte.

In der über *Start* → *Windows-Verwaltungsprogramme* → *Computerverwaltung* erreichbare *Datenträgerverwaltung* wird nach einem Rechtsklick auf das primäre Betriebssystemlaufwerk unter *Eigenschaften* → *Volumes* als *Partitionstil* entweder *GUID-Partitionstabelle (GPT)* oder *Master Boot Record (MBR)* angezeigt.

Konvertierung von MBR zu GPT

Wenn die Windows-10-Installation auf einer MBR-formatierten Festplatte liegt, muss diese vor dem Update in GPT konvertiert werden. Microsoft stellt das in der Eingabeaufforderung zu startende Dienstprogramm *mbr2gpt.exe* bereit, das diese Konvertierung ohne Datenverlust durchführen kann.

Voraussetzung ist, dass die MBR-Festplatte maximal drei Partitionen hat und ein 64-Bit-Windows mindestens der Version 1703 läuft. *BitLocker* oder andere Verschlüsselungen müssen deaktiviert sein und es darf kein Dual-Boot-System vorliegen.

Der Zugriff auf die Windows-Wiederherstellungsumgebung (WinRE) kann über *Einstellungen* → *Update & Sicherheit* →

Tabelle 2:
Unterstützte Intel-Prozessoren

Generation/Serie	Beispielmodelle
Intel 7. Generation (ausgewählte Modelle)	Core i7-7820HQ Core i3-8100, i5-8400, i7-8700K
Intel 9. Generation	Core i5-9400, i7-9700K, i9-9900K
Intel 10. Generation	Core i3-10100, i5-10400, i7-10700K, i9-10900K
Intel 11. Generation	Core i3-11100, i5-11400, i7-11700K, i9-11900K
Intel 12. Generation und neuere Modelle	allgemein unterstützt

Tabelle 3:
Unterstützte AMD-Prozessoren

Generation/Serie	Beispielmodelle
AMD Ryzen 2000 (Zen+)	Ryzen 3 2300X, Ryzen 5 2600, Ryzen 7 2700X
AMD Ryzen 3000 (Zen 2)	Ryzen 5 3600X, Ryzen 7 3700U
AMD Ryzen 4000 (Zen 2 Mobile/Renoir)	Ryzen 5 4600U, Ryzen 7 4800H, Ryzen 9 4900HS
AMD Ryzen 5000 (Zen 3)	Ryzen 5 5600X, Ryzen 7 5800X, Ryzen 9 5900X/5950X
AMD Ryzen 6000 und neuere Modelle	allgemein unterstützt

Wiederherstellung → *Jetzt neu starten* (unter *Erweiterter Start*) erfolgen. Zur Prüfung der Kompatibilität in WinRE *Problembehandlung* → *Erweiterte Optionen* → *Eingabeaufforderung* wählen und *mbr2gpt /validate* eingeben und bei erfolgreicher Validierung *mbr2gpt /convert* folgen lassen. Danach muss der Boot-Modus im BIOS auf UEFI umgestellt und der PC neu gestartet werden. Dabei wie bereits beschrieben das BIOS aufrufen und der Boot-Modus von *Legacy* oder *CSM* auf *UEFI* ändern.

Danach lässt sich das Upgrade auf Windows 11 wie eingangs beschrieben durchführen.

■ Alternative Installationen

Es ist wichtig zu beachten, dass die folgenden Methoden zum Umgehen der offiziellen Windows-11-Anforderungen von Microsoft nicht unterstützt oder empfohlen werden. Die nachfolgend beschriebene Prozedur kann zu Sicherheitsschwachstellen, Systeminstabilität oder dem Verlust zukünftiger Updates führen. Die Anwendung dieser Methoden erfolgt auf eigenes Risiko.

Änderungen im Registrierungs-Editor per Eingabeaufforderung

```
reg add HKLM\SYSTEM\Setup\LabConfig /v BypassTPMCheck /t REG_DWORD /d 1 /f
reg add HKLM\SYSTEM\Setup\LabConfig /v BypassSecureBootCheck /t REG_DWORD /d 1 /f
reg add HKLM\SYSTEM\Setup\LabConfig /v BypassRAMCheck /t REG_DWORD /d 1 /f
reg add HKLM\SYSTEM\Setup\LabConfig /v BypassCPUCheck /t REG_DWORD /d 1 /f
```

Ich habe das Verfahren bei einigen alten Geräten erfolgreich durchgeführt. Auf jeden Fall sollte man zuvor alle Daten sichern oder die Festplatte, z. B. mit Balena Etcher (<https://etcher.balena.io>), klonen.

Registrierungsänderungen

Eine gängige Methode zur Umgehung der Hardwareprüfungen während der Windows-11-Installation ist die Änderung der Windows-Registrierung:

- PC vom Installationsmedium (USB-Stick oder ISO) starten.
 - Sobald das erste Installationsfenster erscheint, *Shift* + *F10* drücken, um die Eingabeaufforderung zu öffnen.
 - Dann *regedit* eingeben und Enter drücken.
 - Im Registrierungs-Editor zu *HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\Setup* navigieren.
 - Nach einem Rechtsklick auf *Setup* zuerst *Neu* und *Schlüssel* wählen und diesen *LabConfig* nennen.
 - Innerhalb des *LabConfig*-Schlüssels die neuen Schlüssel *BypassTPMCheck*, *BypassSecureBootCheck*, *BypassRAMCheck*, *BypassCPUCheck* mit *DWORD-Wert* (32-Bit) erstellen und deren Wert jeweils auf 1 setzen.
 - Nun den Registrierungseditor und die Eingabeaufforderung schließen.
- Die Windows-11-Installation kann danach fortgesetzt werden. Die Änderungen lassen sich auch direkt in der Eingabeaufforderung vornehmen, siehe Kasten.

Rufus und modifizierte ISO-Datei

Tools von Drittanbietern wie *Rufus* (<https://rufus.ie>) bieten eine benutzerfreundlichere Möglichkeit, Installationsmedien zu erstellen, die die Hardwareanforderungen umgehen.

- Die ISO-Datei für die Windows-11-Installation von der Microsoft-Website herunterladen.
- Die neueste Version von Rufus herunterladen und einen USB-Stick (mindestens 8 GB) am PC einstecken.
- Rufus starten und die heruntergeladene ISO-Datei auswählen.
- Die von Rufus angebotenen Optionen zur Umgehung der Prüfungen für TPM 2.0, Secure Boot und RAM auswählen und den bootfähigen USB-Stick erstellen.

- Den PC von diesem USB-Stick booten und den Anweisungen zur Installation von Windows 11 folgen.

Software FlyBy11

Eine weniger bekannte, aber effektive Methode zur Umgehung der Hardwareanforderungen ist die Verwendung eines speziellen Schalters beim Starten des Windows-11-Setups. Die Prüfung der Hardware, das Ändern der Registrierung und anderer Konfigurationen kann das unter <https://github.com/builtbybel/Flyby11/releases> verfügbare Programm *FlyBy11* übernehmen. Auch hier sollte man die offizielle Windows-11-Installation von www.microsoft.com/de-de/software-download/windows11 heruntergeladen haben. Hilfreich ist, sich mit dem *Media Creation Tool* (MCT) von Windows einen bootfähigen USB-Stick erstellen zu lassen.

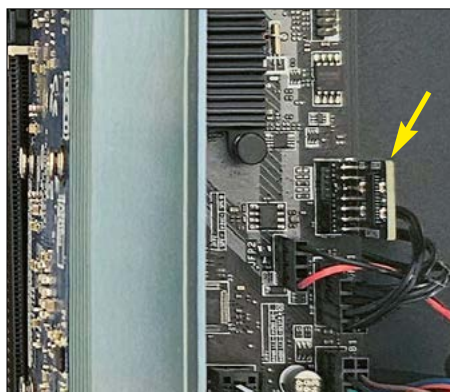


Bild 5: Auf diesem MSI-Board befindet sich das TPM-Modul am Rand des Mainboards.

- Die offizielle ISO-Datei für Windows 11 herunterladen und in einen Ordner auf dem PC kopieren.
- FlyBy11 auf den Desktop kopieren, auspacken und die Datei *FlyBy11.exe* starten, Bild 6.
- FlyBy11 überprüft, ob für das Rechner-system ein Upgrade sinnvoll ist.
- Zum Ordner mit der ISO-Datei von Windows 11 navigieren.

FlyBy11 übergeht die Hardwareanforderungsprüfungen von Windows 11, da er den Installationsprozess in einen Modus versetzt, der typischerweise für Windows-Server-Installationen verwendet wird und weniger strenge Hardwareprüfungen aufweist.

Einschränkung: Während der Installation können Referenzen zu *Installing Windows Server* angezeigt werden. Diese Methode hat sich jedoch auch in neueren Betriebssystem-Builds als funktionsfähig erwiesen.

FlyBy11 fragt, ob lokale Daten und Programme erhalten bleiben und das System

nicht gelöscht werden sollen, um Windows 11 aufzuspielen.

Während der Windows-11-Installation wird insbesondere bei bestehender Internetverbindung oft ein Microsoft-Konto verlangt. Dies lässt sich umgehen, indem man an der Netzwerkverbindungsanzeige *Shift + F10* drückt, in der Eingabeaufforderung *oobe\bypassnro* eingibt und neu startet. Alternativ ist in der Eingabeaufforderung *start ms-cxh:localonly* einzugeben, um direkt ein lokales Konto zu erstellen. Ratsam und oft einfacher ist, das LAN-Kabel abzuziehen, wenn ein lokales Konto erstellt werden soll.

■ Fehlerbehebung

Selbst wenn die grundlegenden Hardwareanforderungen erfüllt oder umgangen wurden, können beim Upgrade einige Probleme auftreten. Eine systematische Fehlerbehebung ist entscheidend für einen erfolgreichen Übergang.

- Es sind mindestens 64 GB freier Speicherplatz für eine Neuinstallation erforderlich. Die Datenträgerbereinigung, das Verschieben von Dateien auf externe Laufwerke und die Deinstallation von Anwendungen schaffen Platz.
- Eine langsame oder instabile Internetverbindung kann Updates unterbrechen und zu Download- oder Installationsfehlern führen. Eine kabelgebundene Verbindung, der Neustart des Routers oder das vorübergehende Deaktivieren eines VPN oder Proxys kann Abhilfe schaffen.
- Wenn Updates nicht vollständig ausgeführt werden oder fehlschlagen, dann den Windows-Update-Dienst neu starten (*net stop wuauserv*, *net stop bits*, gefolgt von *net start wuauserv* und *net start bits*). Auch das Löschen des Update-Caches (Ordner *C:\Windows\SoftwareDistribution* und *C:\Windows\System32\catroot2* umbenennen) kann helfen. Ansonsten die Windows-Update-Problembehandlung verwenden [3].
- Veraltete oder inkompatible Treiber können zu Abstürzen (Blue Screens of Death), verringerter Leistung oder Installationsfehlern führen. Daher vorsorglich alle Treiber über den Geräte-Manager oder die Websites der Hersteller aktualisieren, problematische Treiber deinstallieren und nicht benötigte Peripheriegeräte trennen.
- Sicherheitssoftware von Drittanbietern (Antivirensoftware oder Firewalls) kann den Update-Prozess blockieren oder zu Migrationsfehlern führen. Daher diese während des Upgrade-Vorgangs vorübergehend deaktivieren.



Bild 6: FlyBy 11 nach dem Start der ausführbaren Datei

- Beschädigte Systemdateien können ebenfalls Installationsfehler und Migrationsprobleme verursachen. Dann einen *System File Check* (SFC) durchführen (*sfc /scannow*) und das *Tool Deployment Image Servicing and Management* (DISM) (*dism.exe /Online /Cleanup-image /Restorehealth*) verwenden, um das Windows-Image zu reparieren.
 - BIOS/UEFI-Konfigurationsprobleme (über TPM hinaus): Falsche BIOS-Einstellungen können dazu führen, dass der PC die angeforderte Konfiguration nicht unterstützt. In diesem Fall die BIOS-Firmware aktualisieren, die optimierten Standardeinstellungen laden sowie Übertaktung und XMP-Profil für CPU, RAM und Mainboard vorübergehend deaktivieren.
- Daneben gibt es noch ein paar allgemeine Fehlerbehebungsschritte:
- Einen sauberen Neustart von Windows durchführen, um Softwarekonflikte zu minimieren.
 - Alle nicht benötigten externen Speichergeräte, Laufwerke, Docks und andere Hardware entfernen.
 - Vorher eine Festplattenprüfung durchführen (*chkdsk /f C:*).
 - Versuchen, das Upgrade mithilfe eines Installationsmediums durchzuführen, anstatt über *Windows Update*.
 - Die Windows Setup-Protokolldateien, z. B. *C:\\$Windows.~\BT\Sources\Panther\Setupact.log*, auf spezifische Fehlermeldungen prüfen.
 - Als letzte Option ist das Zurücksetzen des Windows-10-Computers oder eine direkte Neuinstallation von Windows 11 in Betracht zu ziehen.

dl1ybl@darc.de

Literatur

- [1] Microsoft Learn: Windows 11 requirements. <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/whats-new/windows-11-requirements>
- [2] Microsoft Support: Enable TPM 2.0 on your PC. <https://support.microsoft.com/en-us/windows/enable-tpm-2-0-on-your-pc-1fd5a332-360d-4f46-a1e7-ae6b0c90645c>
- [3] Microsoft: Windows 11 specs, features, and computer requirements. www.microsoft.com/en-us/windows/windows-11-specifications

Verkürzter drehbarer Dipol für das 10-m- und 15-m-Band

KLAUS SOLBACH – DK3BA

Halbwellendipole, endgespeiste Drahtantennen und Vertikalstrahler sind für den Portabelbetrieb sehr beliebt. Doch nicht immer steht für ihre Montage ausreichend Platz zur Verfügung. Ein verkürzter drehbarer Dipol kann in diesen Fällen eine Alternative sein, wie nachfolgend beschrieben.

Für den Portabelbetrieb verwende ich eine Vertikalantenne [1], die für ihre Montage zwar nur einen leichten Mast benötigt, allerdings auch ein über dem Erdboden ausgespanntes Gegengewicht. Leider muss ich hierbei wegen der auftretenden Erdverluste Abstriche beim Antennengewinn machen. Zumindest für die höheren KW-Bänder wollte ich deshalb einen drehbaren horizontalen Dipol entwerfen (Bild 1) und diesen mit meinem 10 m hohen Vertikalstrahler am Wohnmobil vergleichen. Damit verband ich zugleich die Erwartung, dass sich der einzuhaltende Sicherheitsabstand deutlich reduziert. Das Ziel dieses Projekts war somit ein leichter und für den Transport zerlegbarer Dipol für

einem Drahtquadrat an jedem Ende eines Dipolastes bestehenden Endkapazität auf das 15-m-Band erweitert. Die Länge hat sich damit auf 3,4 m erhöht, Bild 2. Die dort illustrierte Variante (V3) ergänzt die zweite Verlängerungsspule durch einen parallelgeschalteten Kondensator, sodass ein Sperrkreis (Trap) entsteht und der Dipol nun beide Bänder abdeckt. Die Resonanzfrequenz der Sperrkreise liegt bei etwa 26,6 MHz, sodass auch im 10-m-Band noch ein Strom auf dem äußeren Teil der Dipoläste fließen kann. Die Simulation des Zweibanddipols führte ich mit EZNEC [3] durch. Bild 3 zeigt die Drahtstruktur (Wires) mit der zentralen Speisung (Source) und den Positio-

nanzfrequenz stellte ich bei 143 MHz fest. Die Spulen der Sperrkreise in Wire 9 und Wire 19 mit 1,7 μH haben 34 Wdg. bei einer Länge von etwa 49 mm. Die damit erzielten Stromverteilungen auf dem Dipol zeigt Bild 5.

■ Umsetzung des Konzepts

Abweichend vom Modell habe ich die Dipoläste nicht als durchgehende Drähte ausgeführt, sondern in je zwei Abschnitte unterteilt, die aus Drähten in getrennten GFK-Rohren von je 83 cm Länge bestehen. Diese sind sowohl untereinander als auch zur Einspeisung in der Dipolmitte und zur Endkapazität hin durch Stecker/Buchsen miteinander verbunden.

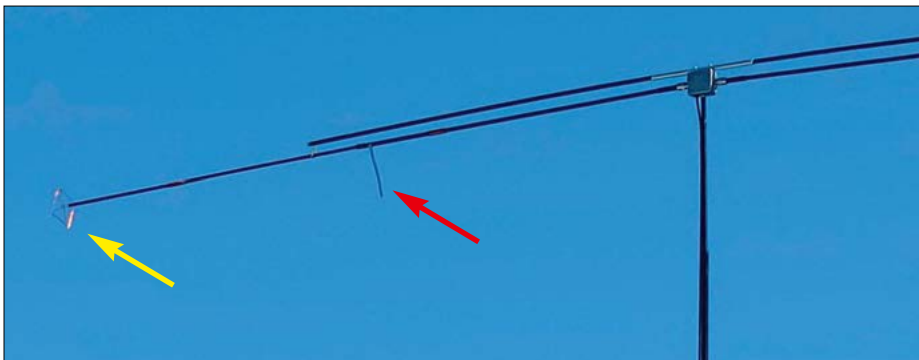
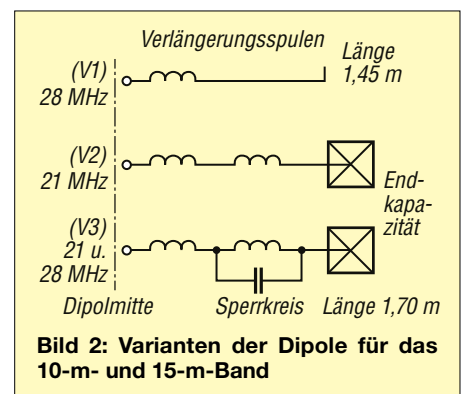


Bild 1: Verkürzter Dipol für 10 m und 15 m mit Stubs (roter Pfeil) zur Erzielung einer tiefen Resonanzfrequenz und Endkapazität (gelber Pfeil)
Fotos: DK3BA

das 10-m- und 15-m-Band, der sich zusammen mit einem leichten GFK-Teleskopmast mit etwa 1 m Packmaß transportieren lässt.

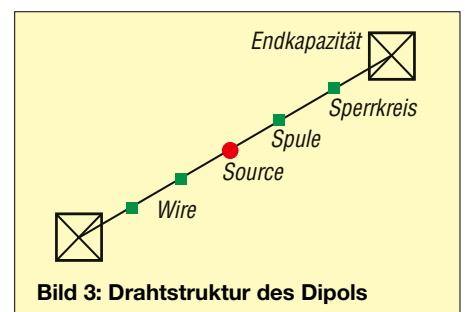
■ Konzept und Dimensionierung der Antenne

Für die Realisierung konnte ich auf meine Erfahrungen bei der Entwicklung eines Vertikaldipols für das 10-m-Band zurückgreifen [2]. Dieser besteht aus dünnen GFK-Rohren mit Kupferdrähten im Inneren. Zur Verkürzung auf eine Gesamtlänge von 2,9 m war auf jedem Dipolast etwa mittig eine Verlängerungsspule auf das GFK-Rohr gewickelt. Mittlerweile habe ich diesen Dipol mithilfe je einer zweiten Verlängerungsspule und einer aus

nen der in die Drähte eingefügten Spulen und Sperrkreise (Loads). Bild 4 zeigt die jeweiligen RLC-Werte und die Konfiguration der Elemente: Die Spulen werden als Verlustwiderstände in Serienschaltung modelliert und die Sperrkreise als Parallelschaltung einer Spule und eines Kondensators (jedoch ohne Widerstand). Dabei habe ich diese mit der *OptiCoil 2.3-App* [4] unter Berücksichtigung einer entsprechenden Korrektur bzgl. der Eigenresonanzfrequenz je nach Abstand der Arbeitsfrequenz zur Eigenresonanzfrequenz etwas unterdimensioniert [5]. Die Verlängerungsspulen mit 2,4 μH in Wire 3 und Wire 13 bestehen aus 32 Wdg. 1-mm-Kupferlackdraht und haben eine Länge von etwa 43 mm. Ihre Eigenreso-

In Bild 6 erkennt man in der oberen schematischen Darstellung die Unterteilung eines Dipolastes und die Mittenpositionen der Spulen sowie die Lage der Endkapazität. Die Spule eines Sperrkreises wird mit der Kapazität eines am Ende offenen RG58-Kabels von 21 cm Länge überbrückt, das mit seinem Außenleiter für diese Länge die Funktion des Dipoldrahtes (Wire) übernimmt.

Im unteren Teil ist dargestellt, wie die einzelnen Verbindungen realisiert werden: Zur Dipolmitte führt ein PL259-Stecker mit seinem Innenleiter den Dipoldraht in die SO239-Buchse einer stabilen metallischen Trägerbox. In dieser befindet sich eine Kabeldrossel, die mit der speisenden Koaxialleitung verbunden ist. Das Gehäuse der Box ist potenzialfrei, hat also keinen Kontakt mit den Dipolästen oder der Koaxialleitung.



Load Edit Other											
Loads											
No.	Specified Pos.	Actual Pos.	R		L		C		R Freq	Config	Ext Conn
	Wire #	% From E1	% From E1	Seg	[ohms]	[uH]	[pF]	[MHz]			
1	9	50	50	2	1,5	1,7	21	25	Trap	Ser	
2	3	50	50	2	2	2,4	Short	25	Ser	Ser	
3	19	50	50	2	1,5	1,7	21	25	Trap	Ser	
4	13	50	50	2	2	2,4	Short	25	Ser	Ser	

Bild 4: RLC-Werte des Dipols in EZNEC

Die Verbindung zwischen den beiden Teilen eines Dipolastes erfolgt über in die Rohre eingefügte Bananenstecker (mit Schraube fixiert) und -buchsen (eingeklebt). Das äußere GFK-Rohr mit 8 mm Außendurchmesser wird dabei in das innere GFK-Rohr mit 10 mm Außendurchmesser auf eine Länge von etwa 35 mm eingeschoben, sodass Stecker und Buchse zusammentreffen und eine ausreichend feste mechanische Verbindung zwischen den Rohren entsteht. Analog dazu befindet sich am Ende des äußeren GFK-Rohres eine Steckverbindung zum Anschluss der Endkapazität.

Der Aufbau der Sperrkreise ist im Detail in Bild 7 illustriert: Die Spule auf dem GFK-Rohr ist mit dem Innenleiter des Koaxialkabels verbunden und am anderen Ende über eine kurze Drahtbrücke mit seinem Schirmgeflecht. Am anderen Ende des Koaxialkabels wird nur der Außenleiter mittels einer kurzen Drahtbrücke an den Dipoldraht angeschlossen, der zur Bananenbuchse führt. Die Drahtbrücken bestehen aus dünnem versilberten Kupferdraht, der um den Innenleiter des Koaxialkabels gewickelt und verlötet ist.

■ Untersuchung der Sperrkreise

Nach meinen Erfahrungen mit den Vorläuferantennen sollte die Dimensionierung der Spulen mithilfe von OptiCoil 2.3 ausreichend genau sein. Dagegen war ich mir nicht sicher, ob die Konstruktion der Sperrkreise ohne Abstriche der theoreti-

schen Dimensionierung als LC-Schwingkreis folgen würde. Um Resonanzfrequenz und Güte zu überprüfen und darüber hinaus die Spannungsfestigkeit für den Betrieb der Antenne mit höherer Sendeleistung zu bestimmen, stellte ich zunächst ein Muster entsprechend Bild 7 her.

Resonanzfrequenz

Zur Bestimmung der Resonanzfrequenz und Güte des Sperrkreises führte ich eine Transmissionsmessung mit einem NanoVNA durch. Der Messaufbau ist in Bild 8 gezeigt: Zu beiden Seiten des Sperrkreises befinden sich kleine Koppelspulen, die an die Ports des NanoVNA angeschlossen sind. Dieser schickt aus Port 1 ein Signal, das von der ersten Koppelspule in den Sperrkreis eingekoppelt und mit kleiner Amplitude an der zweiten Koppelspule ausgekoppelt wird.

Die in Bild 9 gezeigte Frequenzabhängigkeit der Signalübertragung zum Port 2 entspricht der Resonanzkurve des Sperrkreises. In diesem Fall betrug die Länge des Koaxialkabels 23,3 cm, sodass sich die Resonanzfrequenz $f_{\text{Res}} = 24,93 \text{ MHz}$ im 12-m-Band ergab. Bei dieser Länge kann ungefähr mit einer Kapazität von 23,3 pF gerechnet werden (Faustregel: RG58 hat 1 pF Kapazität pro Zentimeter für sehr kleine Längen im Verhältnis zur Wellenlänge), was zusammen mit der angenommenen Induktivität der Spule von 1,7 μH rechnerisch eine Resonanzfrequenz von 25,3 MHz ergibt. Eine solche Abweichung zur Messung, die in diesem Fall etwa 400 kHz beträgt, liegt im Rahmen der üblichen Treffsicherheit der amateurmäßigen Realisierung und entsprechender Einflüsse auf die Arbeitsfrequenzen der Antenne und ist durch Abstimmungsmaßnahmen zu kompensieren.

An der oberen und unteren Grenzfrequenz (–3 dB, Marker Rot und Blau) lässt sich die Bandbreite Δf bestimmen, woraus sich mit $Q = f_{\text{Res}} / \Delta f$ eine Güte von etwa 180 ergibt. Das bedeutet, dass sich der Sperrkreis wie ein LC-Schwingkreis verhält, dem ein Parallelwiderstand in Höhe von $R_p = 180 \times X$ zugeschaltet ist (X_L oder X_C bei f_{Res}). Hier ergibt das parallel zu der Spule von 1,7 μH einen Widerstand von etwa 48 k Ω . Umgerechnet als Serienwiderstand der Spule oder des Kon-

densators ergeben sich 1,5 Ω – also etwas mehr als die 1 Ω , die in OptiCoil 2.3 als Serienwiderstand der Spule allein berechnet werden. Auch diese Abweichung zwischen Simulation und Messung ist in der Höhe zu erwarten und stellt kein Problem dar.

Die Sperrkreise der Antenne werden im 15-m- bzw. 10-m-Band betrieben, also immer unter- oder oberhalb der Resonanzfrequenz. Dabei ist die Impedanz der Sperrkreise induktiv bzw. kapazitiv und bewegt sich im Bereich von einigen

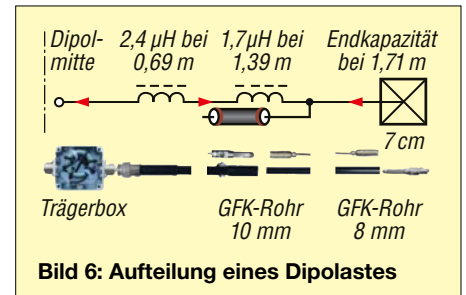


Bild 6: Aufteilung eines Dipolastes

Kiloohm. In der EZNEC-Simulation der Antenne bei 50 W Sendeleistung zeigt die Tabelle der Load Data mit etwa $U_{\text{SK}} = 450 \text{ V}$ die höchste Spannung an den Sperrkreisen im 10-m-Band. Mit einem Aufschlag von 100 % sollten die Sperrkreise im Test also mindestens 900 V aushalten.

Der Test der Spannungsfestigkeit nutzt das Verhalten eines Sperrkreises aus: Der fiktive Parallelwiderstand repräsentiert die Impedanz des Sperrkreises bei seiner Resonanzfrequenz und bestimmt, wie hoch die Spannung U_{SK} im Schwingkreis bei Einkopplung der Leistung P wird. Zur Leistungseinkopplung wird eine Koppelschleife um die Spule gelegt, die bei der Resonanzfrequenz des Sperrkreises eine Eingangsimpedanz von etwa 35 Ω zeigt, Bild 10. Die Koppelschleife wird mit ei-

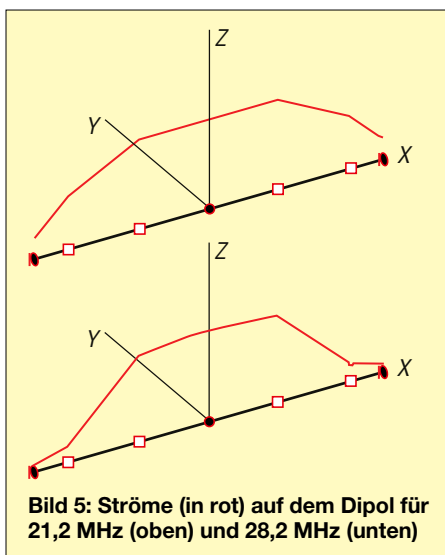


Bild 5: Ströme (in rot) auf dem Dipol für 21,2 MHz (oben) und 28,2 MHz (unten)

Konstruktionstipp Sperrkreise

Wie bekommt man das Koaxialkabelstück (Kondensator) im GFK-Rohr an die richtige Stelle und mit der Spule kontaktiert? Der Trick ist dem Buddelschiffbau abgeschaut: Das vorbereitete Stück Koaxialkabel mit kurzer Drahtbrücke und freigelegtem Innenleiter vorn und hinten sowie mit dem passend abgelängten Drahtstück bis zur Bananenbuchse wird links vor dem GFK-Rohr abgelegt. Durch die Bohrungen vor und hinter der Spule werden zwei dünne Drähte in das Rohr bis zum Ende durchgeschoben und dort mit Drahtbrücke und Innenleiter verlötet. An diesen beiden Drähten wird das angehängte Koaxialkabelstück samt anhängendem Draht mit Bananenbuchse in das Rohr gezogen, bis die beiden vorderen Enden aus den Bohrungen vor und hinter der Spule heraustreten. Dort können sie mit der Spule verlötet werden.

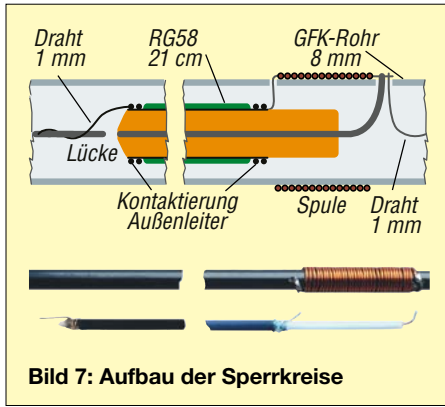


Bild 7: Aufbau der Sperrkreise

nem Sender verbunden, der Leistung über die Koppelschleife in den Sperrkreis abgibt. Die Höhe der Leistung bestimmt sich über die mit einem Oszilloskop gemessene HF-Spannung U an der Koppelschleife und über die Eingangsimpedanz der Koppelschleife zu $P = U^2 / 35 \Omega$.

Die Resonanzfrequenz des untersuchten Sperrkreises wählte ich so, dass ich meinen KW-Transceiver als Leistungssender im 12-m-Band mit Ausgangsanpassung an 35Ω benutzen konnte. Im Test wurde der Sender kurzzeitig getastet und die Ausgangsleistung stufenweise bis auf 50 W erhöht, wobei tatsächlich nur maximal $P = 26 \text{ W}$ an den Sperrkreis abgegeben wurden. Weil diese Leistung von dem fiktiven Parallelwiderstand R_p aufgenommen wurde, ergab sich die Spannung am Sperrkreis maximal zu $U_{SK} = 1117 \text{ V}$.

Da bis zu dieser Leistung keine sprunghaften Impedanzänderungen feststellbar

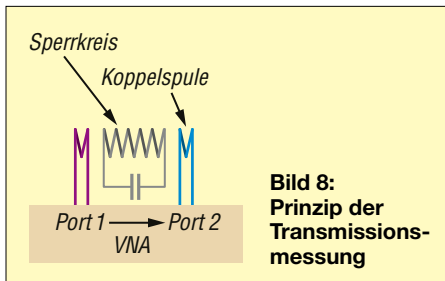


Bild 8: Prinzip der Transmissionsmessung

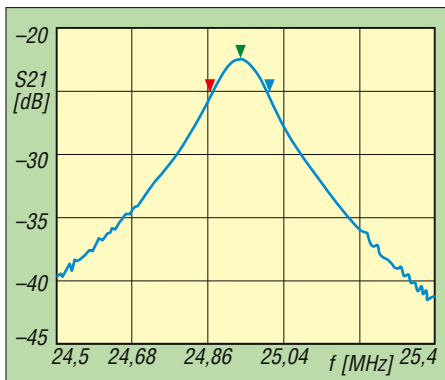


Bild 9: Gemessene Resonanzkurve der Sperrkreise; Marker grün: 24,933 MHz, rot: 24,867 MHz, blau: 25,005 MHz

waren, scheint ausreichend gesichert, dass im Betrieb der Antenne mit bis zu 50 W keine Defekte durch Überspannung in den Sperrkreisen zu erwarten sind.

■ Aufbau und Test der Antenne

Zur mechanischen Abstützung der Dipoläste ergänzte ich die Trägerbox auf der Oberseite um ein kurzes Aluminiumrohr zur Aufnahme von zwei GFK-Stäben von je 1 m Länge. An deren Enden befinden sich Haken zum Einlegen der Dipoläste, sodass ein Teil der Last aufgenommen und die Biegemomente an den Verschraubungen der Dipoläste reduziert werden.

In der Trägerbox werden die Dipoläste über einen 1:1-Strombalun (Mantelwellendrossel) an die koaxiale Speiseleitung angeschlossen, die am GFK-Teleskop-Trägermast entlang nach unten geführt wird.

Die kalibrierten S11-Messungen der Antennen-Impedanz am Dipol führte ich in einer Höhe von knapp 6 m über Grund durch. Der Trägermast war dabei auf dem Fahrradträger des Wohnmobils montiert. In der ersten Messung (Bild 11) zeigen sich zwei Schleifen im Smith-Diagramm, die typisch für die Serienresonanz von mittengespeisten Dipolen sind. Beim Durchgang durch die horizontale (reelle) Achse lassen sich die Resonanzfrequenzen der Antenne bei 21,4 MHz (größerer Kreis) und 28,5 MHz (kleinerer Kreis) ablesen – zu weit entfernt von den unteren Bandenden, die vorrangig genutzt werden sollten.

Außerdem war die Anpassung bei beiden Resonanzfrequenzen mit 30Ω bei 21,4 MHz bzw. 39Ω bei 28,5 MHz verbesserungswürdig. Wie im Bild angedeutet, gibt es eine einfache Schaltung zur Verbesserung der Anpassung: Beispielsweise lässt sich mit einem parallelgeschalteten Kondensator $C_p = 120 \text{ pF}$ die Impedanz bei der Frequenz f_0 (etwa 150 kHz oberhalb der ursprünglichen Resonanzfrequenz 21,4 MHz) über den rot gezeichneten Transformationsweg zu 50Ω transformieren. Da die Fehlanpassung im 10-m-Band geringer ist, würden auch ungefähr 60 pF ausreichen. Der letztendlich gewählte Wert kann also nur ein Kompromiss sein. Um auch die unteren Bandenden zu erreichen, müsste aber noch eine Anpassung der Antenne erfolgen.

Diese erzielte ich durch das Anbringen von 12 cm langen Stubs an den verschraubten Bananensteckern (ungefähr 0,86 m von den Enden der Dipoläste). Den sich dadurch ergebenden Verlauf des SVW zeigt Bild 12. Im 15-m-Band liegt die Impedanz bei Resonanz nahe 31Ω und das

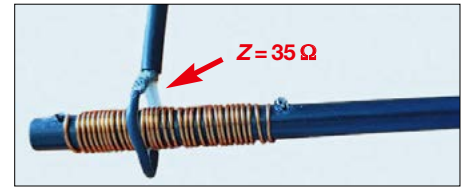


Bild 10: Koppelschleife um den Sperrkreis

SWV bei $s = 1,65$ sowie im 10-m-Band bei 41Ω und das SWV bei $s = 1,25$. Mit einem parallelgeschalteten Kondensator von 68 pF ergab sich eine Verbesserung auf $s = 1,3$ bei 21,3 MHz und $s = 1,2$ bei 28,3 MHz.

Eine andere Möglichkeit, die Resonanzfrequenz des Dipols etwas nach unten zu verschieben und dabei die Impedanzanpassung (zumindest theoretisch) zu optimieren, fand ich durch Hinzufügen einer Parallelschleife. Hierdurch muss die Resonanzfrequenz des Dipols nicht so weit nach unten verlegt werden wie bei der Anpassung mit einem Kondensator. Deshalb kürzte ich die Stubs auf 8 cm und löttete eine Spule mit etwa $0,6 \mu\text{H}$ (12 Wdg. über 14 mm auf einem Stück GFK-Rohr mit 8 mm Durchmesser) als Ersatz für den Kondensator ein.

Das in Bild 15 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht dargestellte Smith-Diagramm zeigt eine deutliche Verbesserung der Anpassung: Am roten Marker bei 21,15 MHz ein SWV von $s = 1,13$ und ein SWV von $s = 1,05$ beim blauen Marker und 28,15 MHz. Die Bandbreiten für $s = 2$ liegen bei etwa 300 kHz im 15-m-Band und 375 kHz im 10-m-Band.

Der Dipol kann auch weitere Bänder abdecken: Eine Möglichkeit zur Anpassung an das 17-m- und das 10-m-Band ergibt sich durch Anstecken von 50 cm langen Stubs an die Endkapazitäten. Bei alleiniger Nutzung der ersten Stäbe ohne die Stubs ist der Einsatz des Dipols auch auf dem 6-m-Band möglich.

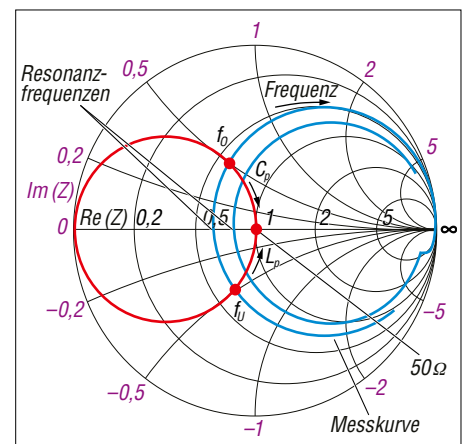


Bild 11: Gemessener Verlauf der Anschlussimpedanz der Antenne von 20 MHz bis 30 MHz

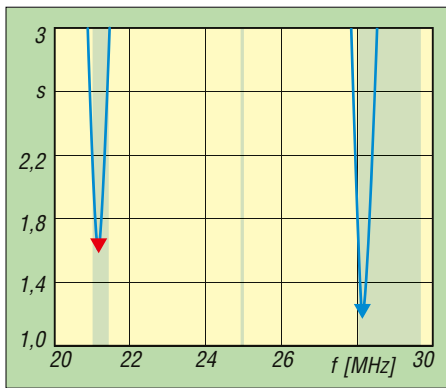


Bild 12: SWV bei der Anpassung des Dipols mit $C_p = 68 \text{ pF}$...

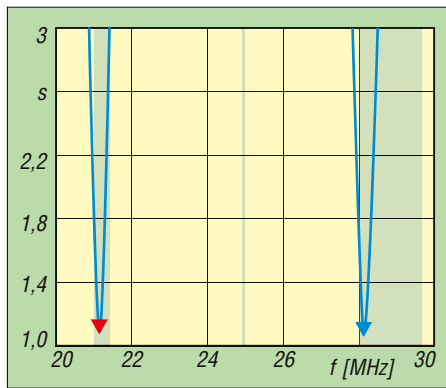


Bild 14: SWV bei der Anpassung des Dipols mit $L_p = 0,6 \mu\text{H}$...

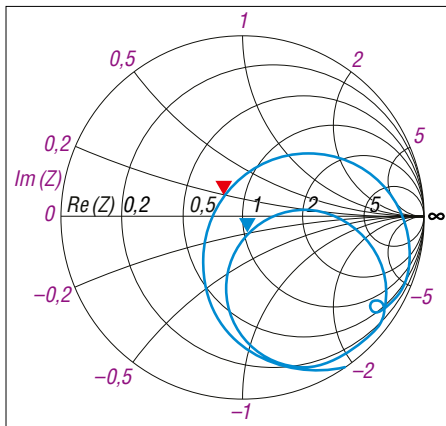


Bild 13: ... und Anpassungsverlauf im Smith-Diagramm bei gleichen Bedingungen

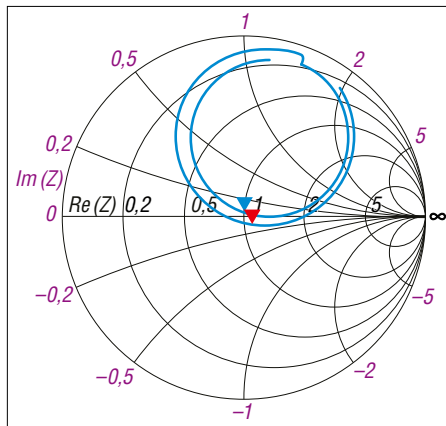


Bild 15: ... und Anpassungsverlauf im Smith-Diagramm bei gleichen Bedingungen

Abschließend führte ich einige Belastungstests im 10-m- und 15-m-Band durch. Hierbei konnte ich selbst bei einer Sendeleistung von 60 W außer einer leichten Erwärmung der Spulen keinerlei Beschädigungen oder Impedanzveränderungen der Antenne feststellen. Ich gehe daher davon aus, dass auch eine Sendeleistung von 100 W verkraftet wird. Diese stand mir bei meinen Versuchen allerdings nicht zur Verfügung.

■ Vergleich mit der Vertikalantenne

Um den Dipol mit der eingangs erwähnten Vertikalantenne vergleichen zu können, betrieb ich diese abwechselnd in 10-min-Intervallen an einem WSPR-Sender auf 28124,6 kHz. So konnte ich davon ausgehen, dass sich die Ausbreitungsbedingungen in der Ionosphäre in der Zwischenzeit nur so wenig ändern würden, dass die eingehenden WSPR-Reports für die beiden Antennen noch sinnvoll miteinander vergleichbar waren.

Diese Vergleiche ergaben nur geringe Unterschiede in der Reichweite und den gemeldeten S/N-Werten aus dem entfernten Europa. Leider reichten die Bedingungen auf dem 10-m-Band an diesem Tag nicht für DX-Empfängerberichte. Die Vertikal-

antenne ist bei dieser Frequenz ungefähr eine volle Wellenlänge lang und hat eine auf etwa 40° angehobene Strahlungskeule, der Dipol in nur 6 m Höhe weist eine ähnliche Keule mit Anhebung auf etwa 25° auf, zusammen mit einem größeren Strahlungsanteil. Ein deutlicher Vorteil für den Dipol würde sich vermutlich nur bei einer größeren Aufbauhöhe ergeben. Der Dipol schneidet auch im 15-m-Band mit einer auf 35° angehobenen Strahlungskeule bei DX-Verbindungen nicht besser ab als der Vertikalstrahler, der mit einer Länge von knapp $\frac{3}{4} \lambda$ eine sehr

breite Strahlungskeule aufweist, die von wenigen Grad Elevation bis hoch zu etwa 50° reicht. Auch hier gilt, dass der Dipol bei 6 m über Grund noch nicht die optimale Höhe hatte. Allerdings ist der Dipol im 15-m-Band einige Dezibel besser als die Vertikalantenne im Entfernungsreich bis 3000 km.

■ Schlussbemerkungen

Wie eingangs erwähnt, bestand mein Wunsch in der Entwicklung einer Antenne für den Portabelbetrieb, die im zerlegten Zustand leicht transportierbar ist. Mit einer Gesamtmasse von 640 g zuzüglich 5 m Koaxialkabel mit 200 g sowie einer Packlänge von etwa 1 m hatte ich das Ziel erreicht. Bild 16 zeigt die Einzelteile der Antenne.

Mit den Steckverbindern eignet sie sich die Antenne allerdings eher nur für den Betrieb bei trockener Witterung. Nachdem ich die Spulen sowie die Bohrungen in den GFK-Stäben jedoch mit Epoxidharz, z.B. *UHU Plus Schnellfest*, bestrichen bzw. abgedichtet hatte, ergab sich ein besserer Schutz gegen Feuchtigkeit. Für eine dauerhafte Montage des Dipols wären allerdings auch die Bananensteckverbindungen sowie die PL259-Stecker und SO239-Buchsen abzudichten, oder ich müsste, so wie bei meiner 10-m-Antenne, auf die Steckverbindungen verzichten.

dk3ba@darc.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Solbach, K., DK3BA: Multiband-Vertikalstrahler für Wohnmobil und Portabelbetrieb. FUNKAMATEUR 74 (2025) H. 2, S. 134–137
- [2] Solbach, K., DK3BA: 10-m-Kurzdipol für die Antennenanlage auf dem Balkon. FUNKAMATEUR 72 (2023) H. 12, S. 964–966
- [3] Lewallen, R. W., W7EL: EZNEC Antenna Software. <https://eznec.com>
- [4] v. Rooij, E., PA2EVR: OptiCoil 2.4 Web Version. <https://pi4cc.nl/tech-info/calculators/opticoil>
- [5] Solbach, K., DK3BA: HF-Spulen messen und verstehen mithilfe eines VNAs (1). CQDL 95 (2024) H. 10, S. 34–37

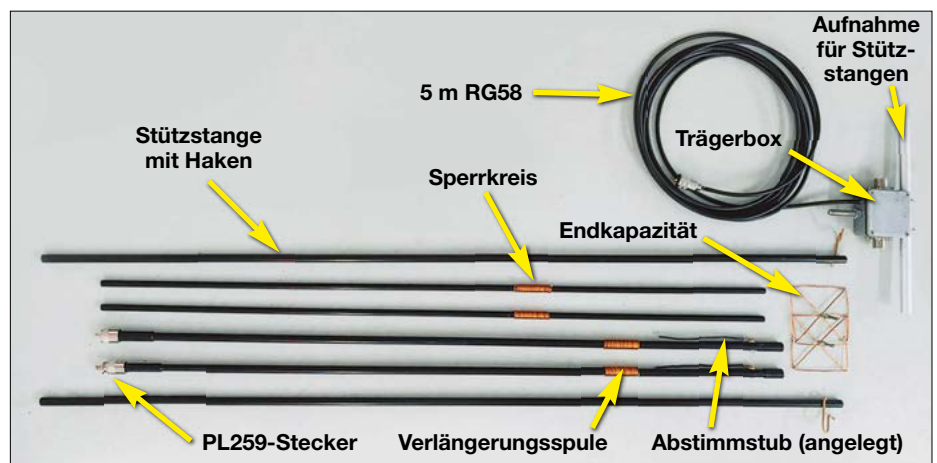


Bild 16: Einzelteile der beschriebenen Antenne

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ AATiS auf der UKW-Tagung in Weinheim

Ein fester Programmpunkt im AATiS-Kalender ist die Teilnahme an der UKW-Tagung in Weinheim. Neben dem Kernteam mit Robert, DL2MAI, Karl-Peter, DK7FY, und Helmut, DL2MAJ, unterstützte uns auch Henning, DO1HKU, der seit März 2025 den Bausatzversand betreut. Unser neuer Vorsitzender, Harald, DL2SAX, nahm nach vielen Jahren wieder an der Tagung teil und bereicherte das Vortragsprogramm mit einer viel beachteten Präsentation zum Thema *Contest über 400 THz*.

Die von Henning mitgebrachten dafür notwendigen Photonic-Kommunikatoren AS805 fanden noch vor dem Vortrag neue Besitzer. Wie auch im vergangenen Jahr platzierte die Tagungsleitung unseren Stand im östlichen Parallelgang des Tagungsgebäudes. Dieser bietet ein angenehmeres Ambiente für Gespräche – es ist dort wesentlich heller und ruhiger als in der Hauptachse. Während der Vorträge kamen nur wenige Interessenten, da blieb uns genügend Zeit zur Diskussion neuer Ideen zu zukünftigen Bausätzen und Workshops.



AATiS-Team in Weinheim

Foto: DL2MAJ

Vielen Dank an Stefan, DH5FFL, der aus Baunatal vom DARC-Verlag Praxishefte mitbrachte. Unser eigener Vorrat war aufgebraucht. Dank und großes Lob an die Ausrichter der UKW-Tagung, die diesmal problemlos und gut organisiert ablief. Gern kommen wir 2026 wieder. **Tnx Info Helmut Berka, DL2MAJ**

■ Lichtfunkversuche am Pilzhübel

Am 15.7. trafen sich Harald, DL2HSC (OV S64), Andreas, DL5CN, und Joachim, DM6JKC (OV S54) zu einem Lichtfunkversuch am Pilzhübel (GMA DA/SX-104) bei Hohndorf/Sachsen. Bei besten Wetterbedingungen erfolgte das Auspacken des Equipments.



Zum Einsatz kamen zwei ELiSE-Photonic-Kommunikatoren vom AATiS. Nach der Montage der Einheiten auf Fotostative fand in einer Entfernung von etwa 10 m das Anvisieren und Testen der Einheiten statt (Nahfeldtest). Gearbeitet wurde auf einer Wellenlänge von rund 630 nm. Der Test verlief ohne Probleme. Jetzt galt es, dies mit einer größeren Entfernung zu wiederholen. Joachim setzte sich ins Auto und fuhr auf eine Anhöhe in einem Ab-



Aufbau am Pilzhübel

Foto: DM6JKC

stand von etwa 1,5 km Luftlinie zum Pilzhübel. Der Aufbau ging wieder problemlos vonstatten und die Gegenstation wurde anvisiert. Erstaunlicherweise ließ sich der rote Lichtpunkt der Gegenstation über die einfache Visiereinrichtung schnell finden. Das erste Licht-QSO zum Pilzhübel wurde durchgeführt.

Wie es bei noch größeren Entfernungen aussieht, gilt es für uns noch zu herauszufinden. Da kommt man wahrscheinlich ohne eine optische Visiereinrichtung nicht mehr aus. Der Test der doch relativ einfachen Lichtfunkeinrichtungen erfüllte unsere Erwartungen in vollem Umfang.

Dieses Projekt bietet sich für Arbeitsgemeinschaften und Conteste, zum Beispiel den DUR-Gigahertz-Aktivitätscontest (DUR = Dresdner UKW-Runde) an. Geplant sind Lichtfunkversuche mit Jugendlichen bei den regelmäßigen Workshops von S54 in einem Jugendclub in Chemnitz.

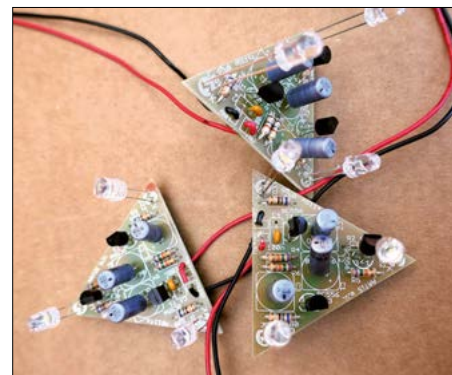
Tnx Info Joachim Kampe, DM6JKC

■ Vom Blinkdreieck zum Maxi-Kaleidoskop

Das Blinkdreieck AS114 ist ein kleiner preiswerter Bausatz. Die dreieckige Platine enthält drei Leuchtdioden. Jeweils zwei leuchten umlaufend, was einen besonderen Effekt ergibt. Man muss schon genau hinschauen, um diesen zu verstehen. Noch im Schuldienst habe

ich diese Schaltung jährlich im Technikunterricht in der siebenten Jahrgangsstufe aufbauen lassen. Jetzt erfreuen sich die Enkel an dem Lichtspiel. Mit etwas Pappe und einer Spiegelfolie lässt sich damit ein Kaleidoskop realisieren. Besonders attraktiv wird der Aufbau, wenn man LEDs in drei verschiedenen Farben einsetzt.

Die Schaltung ist auch für Demonstrationszwecke geeignet. Bei dieser Lösung kommen drei Bausätze AS114 zum Einsatz. Der Aufbau sollte stabil sein, weil es auf Ausstellungen zuweilen etwas ruppig zugeht. Die beiden Stirnseiten und die drei Seitenteile können aus Sperrholz, zur Gewichtsreduktion auch aus Styrodur-Hartschaumplatten, gefertigt werden.



Drei AS114-Bausätze

Diese lassen sich mit einem Cuttermesser schneiden. Die Spiegelfolie wird durch drei Spiegelfliesen aus dem Baumarkt ersetzt. Die Seitenwände werden mit Klebeband fixiert, die Stirnflächen mit einem Klebstoff, der die Hartschaumplatten nicht anlässt. Durch metallisiertes Geschenkpapier erhält der Aufbau seine Aufwertung.

Insgesamt sind Kosten-, Material- und Zeitaufwand gering. Die LEDs sollten ungekürzt eingebaut werden, damit sie leicht verdreht schräg auf die Spiegelfläche zeigen, um so die Lichtreflexion zu optimieren.

Ersetzt man den Taster auf der Platine durch einen 100-nF-Kondensator, dann startet der Umlauf von selbst. Als Spannungsversorgung reicht eine 9-V-Batterie.

Tnx Info Wolfgang Lipps, DL4OAD



Maxi-Kaleidoskop

Fotos: DL4OAD

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ Midland 8001 Pro

Während das Angebot im Bereich der AM/FM-Mobilgeräte für das 11-m-Band umfangreich ist, bieten nur wenige für Jedermannfunk zugelassene Transceiver zusätzlich SSB. Immerhin können Hobbyfunker mit Interesse an Fernverbindungen derzeit unter den AM/FM/SSB-Modellen President *George 2*, President *McKinley* und Superstar *3900* wählen; Albrechts *AE 5890 EU* ist bei einigen Händlern noch erhältlich. Voraussichtlich ab



Albrecht-Alan bringt voraussichtlich Mitte Dezember den neuen AM/FM/SSB-Mobiltransceiver Midland 8001 SSB Pro auf den Markt.

Mitte Dezember ergänzt das Midland *8001 Pro* die Auswahl der CB-Mobilgeräte mit SSB. Der neue Transceiver ist nicht zu verwechseln mit älteren „Export“-Geräten mit ähnlicher Modellbezeichnung, wie *8100S* und *8001 XT*.

Das mit den Abmessungen von 175 mm × 135 mm × 55 mm (Tiefe × Breite × Höhe; Masse 1,2 kg) kompakte Gerät funkt mit bis zu 4 W in AM und FM sowie mit 12 W in SSB. In der Grundeinstellung stehen jeweils 40 schaltbare Kanäle zur Verfügung. Darüber hinaus lässt sich das Gerät auf nationale „Ländernormen“ einstellen, etwa die in Deutschland zugelassenen 80 FM-Kanäle oder die britischen FM-Kanäle knapp unter 28 MHz. Die Frontplatte dominiert ein großes Display zur gleichzeitigen Anzeige von Frequenz und Kanal, Sendart, relativer Empfangsfeldstärke, Stehwellenverhältnis sowie weiterer Einstellparameter.

Der Kanalwahlschalter liegt gut zugänglich am rechten unteren Rand der Frontplatte. Unterhalb des Displays sind unter anderem Knöpfe für Ein/Aus/NF-Lautstärke, zur Einstellung der manuellen Rauschsperrung (*Squelch*) sowie für die Umschaltung AM/FM/USB/LSB angeordnet. Bei SSB-Betrieb dient der Knopf *Clarif* (*Clarifier*) zur stufenlosen Feineinstellung des Empfängers auf optimale Verständlichkeit. Am linken unteren Rand liegt die



Das Anschlussfeld auf der Geräterückseite bietet neben der üblichen SO239-Antennenbuchse, der Buchse für das mitgelieferte Stromversorgungskabel sowie der 3,5-mm-Klinkenbuchse für einen externen Lautsprecher auch einen Anschluss für Programmierungen und/oder Firmware-Updates. Über die Buchse CW lässt sich eine Morsetaste anschließen.

sechspolige Buchse zum Anschluss des mitgelieferten Handmikrofons. Dies erleichtert den Einbau in ein Fahrzeug; beim Superstar *3900* ist die seitlich am Gerät verbaute Mikrofonbuchse ein häufig geäußelter Kritikpunkt. Aufgrund des großen Displays hat beim Midland *8001 Pro* der eingebaute Lautsprecher unter der oberen Abdeckung seinen Platz, so dass dieser nach oben strahlt. Von den aktuellen SSB-fähigen CB-Mobilgeräten bietet allein das Modell *McKinley* von President einen Frontlautsprecher.

Auf der Geräterückseite des *8001 Pro* befinden sich die üblichen Buchsen zum Anschluss eines externen Lautsprechers (8 Ω, min. 4 W; 3,5-mm-Klinke), des mitgelieferten Stromversorgungskabels sowie des Antennenkabels (SO239-Buchse). Hinzu kommen eine RJ45-Buchse für Programmierungen und/oder Firmware-Updates sowie eine 3,5-mm-Klinkenbuchse zum Anschluss einer Morsetaste.

Neben der auf der Frontseite manuell einstellbaren Rauschsperrung bietet das Gerät einen automatischen *Squelch* (*ASQ*), der die optimale Ansprechschwelle selbst einstellt. Aktiviert wird *ASQ* über eine zusätzliche Taste auf der Oberseite des Handmikrofons. Dort liegen weitere zwei Tasten, um schnell zum nächsten Funkkanal zu wechseln; dies ergänzt den Kanalwahlschalter auf der Gerätefront. Die Ausstattung des *8001 Pro* mit weiteren Funktionen ist umfangreich; dazu einige Stichworte:



Üblicher Lieferumfang: Funkgerät, Handmikrofon, abnehmbares Stromversorgungskabel mit integrierter Sicherung, Ersatzsicherung, Halterungen für Transceiver und Mikrofon inklusive Schrauben; der Größenvergleich mit dem Handmikrofon zeigt die kompakten Abmessungen des Transceivers. Werkfotos

SWV-Messung mit einstellbarer Schutzschaltung bei hohem SWV; in Stufen bis 1 W reduzierbare Sendeleistung; Zweikanalüberwachung; Kanalsuchlauf mit Ausbleispeicher; Direktzugriff auf Kanäle 9 und 19; mehrstufige Stör- und Rauschfilter (DSP); Roger-Piep; Sendezeitbegrenzung; Display dimm- und abschaltbar; Echo-Funktion; Tastensperre; Tasten-/Quittungstöne; VOX mit neunstufig einstellbarer Ansprechempfindlichkeit und Haltezeit; Spannungsüberwachung mit Schutzschaltung; 15-stufig, separat für jede Sendart einstellbare Mikrofonempfindlichkeit; CTCSS/DCS für Empfang und Sendung.

Weitere Funktionen sind laut Bedienungsanleitung (siehe Downloadbereich www.alan-electronics.de) „nur für Märkte außerhalb der EU aktiv“, darunter Frequenzversatz für den Betrieb über Repeater. Letzteres wäre neben der Anschlussmöglichkeit einer Morsetaste für Funkamateure interessant, sofern sich Midlands *8001 Pro* auch auf dem 10-m-Amateurfunkband betreiben lässt. Dies war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt, zudem würde dann die Zulassung für Jedermannfunk erlöschen.

Die Bedienungsanleitung geht nicht näher auf die Datenschnittstelle auf der Rückseite des Transceivers ein. Die Programmierung von Speicherplätzen per externem Computer dürfte nicht zu den gebotenen Möglichkeiten gehören, da diese offenbar gar nicht zum Funktionsumfang gehören. Das ist angesichts der sonst umfassenden Ausstattung bemerkenswert.

Der Midland-Transceiver *8001 Pro* ist laut einer Ankündigung von Alan-Albrecht ab Mitte Dezember für voraussichtlich 300 € im Funkfachhandel erhältlich.

CB-Kalender

- | | |
|------------------|---|
| freitags | CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz)
SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
Chiemgaaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
CB-Rhönrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) |
| samstags | NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz)
OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr auf Kanal 7 FM (27,035 MHz)
Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de |
| sonntags | CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz)
Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz)
Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz)
AM-Nostalgierunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz)
SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at
AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz) |
| so. – do. | Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz) |

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0230-0300	Radio Prag – 7780, 9455 (USA)
0400-2300	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0500-0525	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0525-0530	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0530-0725	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0757	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0658-1700	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0700-0715	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
0700-0725	Radio Rumänien International – 9440 (alt 11620)
0700-0800	RNI Goldtausch – 6070 (Sa; D-r)
0700-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0700-2200	Radio Gloria – 6140 (Testsendungen via Radio Onda; LUX)
0725-0730	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0730-1000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0900; D-o)
0758-1558	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975, 6160 (engl., dt.; D-w)
0800-1800	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0820-0830	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0900-1000	RNI Goldtausch – 6070 (So; D-r)
0900-1000	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0900-1030	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0900-1100	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0900-2100	Museumsradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2200)
0930-1030	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
1000-1100	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
1000-1100	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig Sa/So; D-h)
1100-1127	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1100-1200	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1200	Radio Joystick – 11805 (1. So/Monat; GB)
1100-1200	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1100-1200	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1100-1200	SM Radio Dessau – 9670 (23. 11.; GB)
1100-1600	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1115-1130	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
1130-1200	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1200-1300	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (D-n; 2. So/Monat)
1200-1300	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1200-1400	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 1030-1330)
1225-1325	Stimme von Türkiye – 15 270
1300-1327	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1300-1400	Radio PowerRUMpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1300-1400	SM Radio Dessau – 6095 (23. 11.; D-n)
1300-1430	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1300-1500	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1330-1400	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1400-1800	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1830; D-o via HCJB)
1430-1457	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1500-1515	Radio Vatikan – 6140 (via Radio Gloria; LUX)
1500-1555	Radio Rumänien International – 11 660 (alt 13 640)
1558-0100	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – 5905 , 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 6170, 9425
1600-1700	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1757	Radio China International – 5970, 7380 (Musikprogramm)
1700-1720	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
1700-1730	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1800	Radio PowerRUMpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1700-1800	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1700-1800	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1700-2000	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1700-2300	Radio Sylvia – 3955 (-1900), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1800-1827	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1800-1830	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1800-1855	Stimme Koreas – 6170, 9425
1800-1900	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1800-1957	Radio China International – 6160, 7305, 9615 (Musikprogramm)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1825-1925	Stimme von Türkiye – 5945

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1830-1855	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1855-1900	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Radio Rumänien International – 6180 (zzt. inaktiv)
1900-1955	Stimme Koreas – 6170, 9425
1900-2000	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
1900-2000	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1900-2000	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1905-1935	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Platzdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1935-2100	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1900-; D-o)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – 5905, 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
2100-2200	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	SM Radio Dessau – 1476 (So; Bad Ischl)
2200-0559	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
2200-2300	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2200-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 2100-; D-o via HCJB)
2200-2300	SM Radio Dessau – 3955 (23. 11.; D-r)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl., franz.; D-ws)
1900-1955	Radio Rumänien International – 7235

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

Viele Stationen strahlen ihre Programme über Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie folgt gekennzeichnet:

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein, -k Kall/Eifel, -n Nauen, -o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg, -r Rohrbach, -w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)
USA – USA (Okeechobee, FL)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fettdruck** wiedergegeben.
Hans Weber

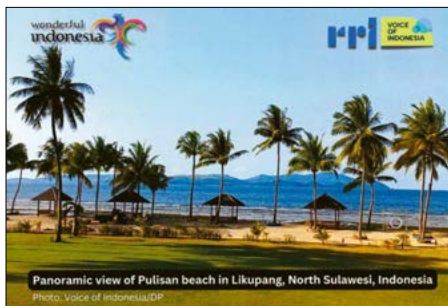
BC-DX- Informationen

■ Auf Kurzwelle aus Deutschland

SM Radio Dessau feiert am 23.11. seinen neunten Stationsgeburtstag mit Sondersendungen auf Kurzwelle: 1100 UTC bis 1200 UTC mit 125 kW auf 9670 kHz über die Sendestelle Woofferton, Großbritannien; 1300 UTC bis 1400 UTC mit 100 kW auf 6095 kHz über die Sendestelle Nauen bei Berlin; 2100 UTC bis 2200 UTC mit 1 kW auf 1476 kHz über den Sender von *Museumradio AM 1476* in Bad Ischl, Österreich; 2200 UTC bis 2300 UTC mit 10 kW auf 3955 kHz über den Sender Rohrbach von *Channel292*, Deutschland. Grüße und Musikwünsche von Hörern nimmt **SM Radio Dessau** gerne bis spätestens 31.10. per E-Mail an maxberger@smradio-dessau.de entgegen. Empfangsberichte sind wie immer willkommen, entweder über ein Kontaktformular unter www.smradio-dessau.de/kontakt/ für eine elektronische QSL per E-Mail oder für eine gedruckte QSL-Karte per Briefpost mit Rückporto 95-Cent-Briefmarke an: SM Radio Dessau, c/o Max Berger, Saalestraße 44, 06846 Dessau.



Radio Kiribati sendet für die entlegenen Inseln im Pazifik auf der Mittelwelle 1440 kHz; derzeit muss man allerdings den Sendemast reparieren. Online ist das Programm der Station weltweit zu hören: <https://kiribati.gov.ki/information/broadcasting>



Die *Stimme Indonesiens*, der internationale Auslandsdienst von **Radio Republik Indonesia**, sendet von 1800 UTC bis 1900 UTC auf Deutsch (<https://voinews.id/german/>) auf den Kurzwellen 3325 kHz und 4755 kHz. Empfangsberichte werden per QSL-Karten mit touristischen Motiven bestätigt. QSL: Lindner

Während man sich bei **SM Radio Dessau** bereits auf das zehnjährige Stationsjubiläum 2026 freut, stellt *Shortwaveservice* aus Kall-Krekel nach 18 Jahren den AM-Sendebetrieb auf 3985 kHz und 6005 kHz zum 31.12. ein. Die Ausstrahlung des Programms von *Radio Mi Amigo International* auf 6085 kHz (derzeit 0700 UTC bis 1700 UTC) könnte auch darüber hinaus fortgeführt werden. Als Grund für die Abschaltung nannte der Stationsprecher Christian Milling gestiegene Kosten un-

ter anderem für die anstehende Erneuerung der Sendelizenz sowie für EMV-Beiträge. Christian Milling ist einer der Geschäftsführer der *Milling Broadcast Services GmbH* (<https://millingbroadcast.services/>), zu deren Geschäftsfeldern der Aufbau und Betrieb von



QSL-Zertifikat (PDF) des brasilianischen Inlandsenders Rádio Inconfidência. Bei guten Ausbreitungsbedingungen ist die Station morgens und abends auf 15190 kHz im 19-m-Band in Europa aufzunehmen. QSLs und Screenshot: Michael Lindner, DL1AX

Rundfunkanlagen für UKW und Digitalradio DAB+ gehört.

Von anderen Betreibern von Kurzwellen-Rundfunkanlagen in Deutschland sind keine Pläne bezüglich einer Einstellung der Sendungen bekannt. Glenn Hauser berichtete in seinem Informationsbulletin *World of Radio*, dass *SW Gold Radio* (www.shortwaveradio.de) auf seinen Kurzwellen 3975 kHz und 6160 kHz auch 2026 aktiv ist. Die aktuellen Sendepläne sind auf der genannten Website abrufbar. Empfangsberichte per Briefpost mit Rückporto 3 € werden per gedruckter QSL-Karte bestätigt. Kontakt: Shortwave Radio, P.O. Box 1214, 61282 Bad Homburg. *Europe24* auf 6150 kHz und *HCJB Weenermoor* auf 3995 kHz, 5920 kHz sowie 7365 kHz senden ebenfalls 2026 weiter. *Channel292* (www.channel292.de) hat kürzlich in einen neuen Antennenmast investiert und ist auf 3955 kHz, 6070 kHz und 9670 kHz wie gehabt aktiv.

Texas Radio Shortwave (TRSW) hat die kommenden Sendetermine veröffentlicht, an denen das texanische Musikprogramm über Kurzwellensender in Deutschland ausgestrahlt wird: 31.10. „2025 Texas Halloween Music“ von 2000 UTC bis 2100 UTC auf 3975 kHz und 6160 kHz sowie von 2300 UTC bis 2400 UTC auf 9670 kHz; 2.11. 1300 UTC bis 1400 UTC auf 9670 kHz, 1500 UTC bis 1600 UTC auf 6160 kHz, 1900 UTC bis 2000 UTC auf 3975 kHz, 2300 UTC bis 2400 UTC auf 9670 kHz; 28.11. 2000 UTC bis 2100 UTC auf 3975 kHz, 2300 UTC bis 2400 UTC auf 9670 kHz. Für aussagekräftige Empfangsberichte an texasradioshortwave@protonmail.com kommt von TRSW eine elektronische QSL. Das Funkerbergradio *welle370* (<https://welle370.funkerberg.de>) sendet an jedem ersten Sonntag im Monat ab 0900 UTC für eine



All India Radio (Akashvani) erinnert mit dieser QSL an 90 Jahre Sendebetrieb in Indien.

Stunde mit 100 kW auf 6095 kHz über den Sender Nauen bei Berlin; aktuell also am 2.11. Für den 22.12. ist eine weitere Sondersendung mit 100 kW über Nauen geplant, in diesem Jahr anlässlich „105 Jahre Radio aus Königs Wusterhausen“. Die Sendezeit war bei Redaktionsschluss noch nicht bekannt. Die deutschsprachige Sendung der *Stimme Indonesiens* wird von 1800 UTC bis 1900 UTC auf den Kurzwellen 3325 kHz und 4755 kHz ausgestrahlt. Außerdem ist unregelmäßig 9690 kHz im Einsatz. Dies berichtete Bening Semesta Rohimalloh in der *WRTH-Facebook-Gruppe*. Empfangsberichte werden per QSL-Karten mit touristischen Motiven bestätigt. Das Dritte Inlandsprogramm von *Radio Republik Indonesia* (RRI) wird nun auf 7205 kHz ausgestrahlt. Laut Ron Howard via *World of Radio* ist der Sender bis 2300 UTC aktiv. Mit der 80. Ausgabe stellt der Herausgeber des *World Radio TV Handbook* (WRTH 2026) die gedruckte Version ein. Die Informationen



QSL des spanischen Auslandsdienstes REE Madrid

sind aber weiterhin in digitalen Formaten erhältlich: eine regelmäßig aktualisierte Web-App sowie zwei Mal jährlich die Winter- bzw. Sommersendepläne als E-Buch. Dieser Schritt ist laut Herausgeber nötig, um die Zukunft des Handbuchs trotz allgemein gestiegener Kosten zu sichern. Vorbestellungen (wrth.info) für das gedruckte WRTH 2026 sind noch bis 31.10. möglich.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.



Ausbreitung November 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH
nám. 9. května 142
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Wenn sich die Annahme bestätigt, dass das Maximum des 25. Sonnenfleckenzyklus im Oktober 2024 war und der beobachtete kontinuierliche Abschwung sich auch in den Mittelwerten widerspiegelt, dann können das vergangene und dieses Jahr als „Spitzenjahre“ beschrieben werden. Ursprünglich galt die Annahme eines relativ niedrigen Zyklus. Allerdings begann die Sonnenaktivität plötzlich wieder mit ziemlich hohen Spitzenwerten zu steigen. Deshalb erwarteten wir anhaltende, sehr gute Kurzwellenausbreitungsbedingungen einschließlich langer und weiter Öffnungen nicht nur der oberen Kurzwellenbänder, sondern auch der unteren VHF-Bänder. Der Hauptgrund dafür, dass dies nicht geschah, waren sehr häufige geomagnetische

Störungen als Ergebnis hoher, unerwarteter Sonnenaktivität.

Folgende Sonnenfleckenzahlen R sind für November 2025 vorhergesagt: NOAA/SWC 128,1; SIDC (WDC-SILSO) 111 mit der klassischen Methode und 121 mit der kombinierten Methode. BOM SWS (Australien) prognostiziert 108,1. $R = 100$ bildet die Grundlage für unsere Graphen.

Der Anstieg der diesjährigen Sonnenaktivität kam etwas eher, als wir es gebrauchen konnten, nämlich am Ende des Sommers. Das ist durch Serien täglicher Messungen des solaren Fluxes (auch als F10,7 bezeichnet) mit Werten über 200 s.f.u. zwischen dem 26. August und 1. September belegt. Zwischen dem 10. und 13. September rutschte der solare Flux auf unter 120 s.f.u. Danach folgte um den 15. September herum eine geomagnetische Störung, die bis zum Monatsende für schlechte Ausbreitungsbedingungen sorgte.

Es lässt sich nicht ausschließen, dass dieser November für lange Zeit bis zu Beginn des nächsten Sonnenfleckenmaximums der letzte Monat ist, bei dem die effektive Sonnenfleckenzahl bei etwa 100 liegt. Obwohl die Ausbreitungsbedingungen weiterhin wegen

erwarteter zunehmender Störungen variieren, werden gute Tage häufiger sein als im Mai und Juni dieses Jahres. Deshalb ist es wichtig, Veränderungen häufiger zu beobachten, um vorbereitet zu sein, auch kurze Bandöffnungen nutzen zu können.

Glücklicherweise gibt es in zunehmendem Maße geeignete und nützliche Informationen über Ereignisse zwischen Sonne und Erde und über Veränderungen in der irdischen Ionosphäre.

Von den Observatorien und deren Messungen im September haben wir folgende Ergebnisse: SIDC $R_1 = 129,8$; DRAO SF = 154,5 und Wingst $A = 14,4$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für März dieses Jahres beträgt $R_{12} = 136,0$.

Legende zu den Diagrammen

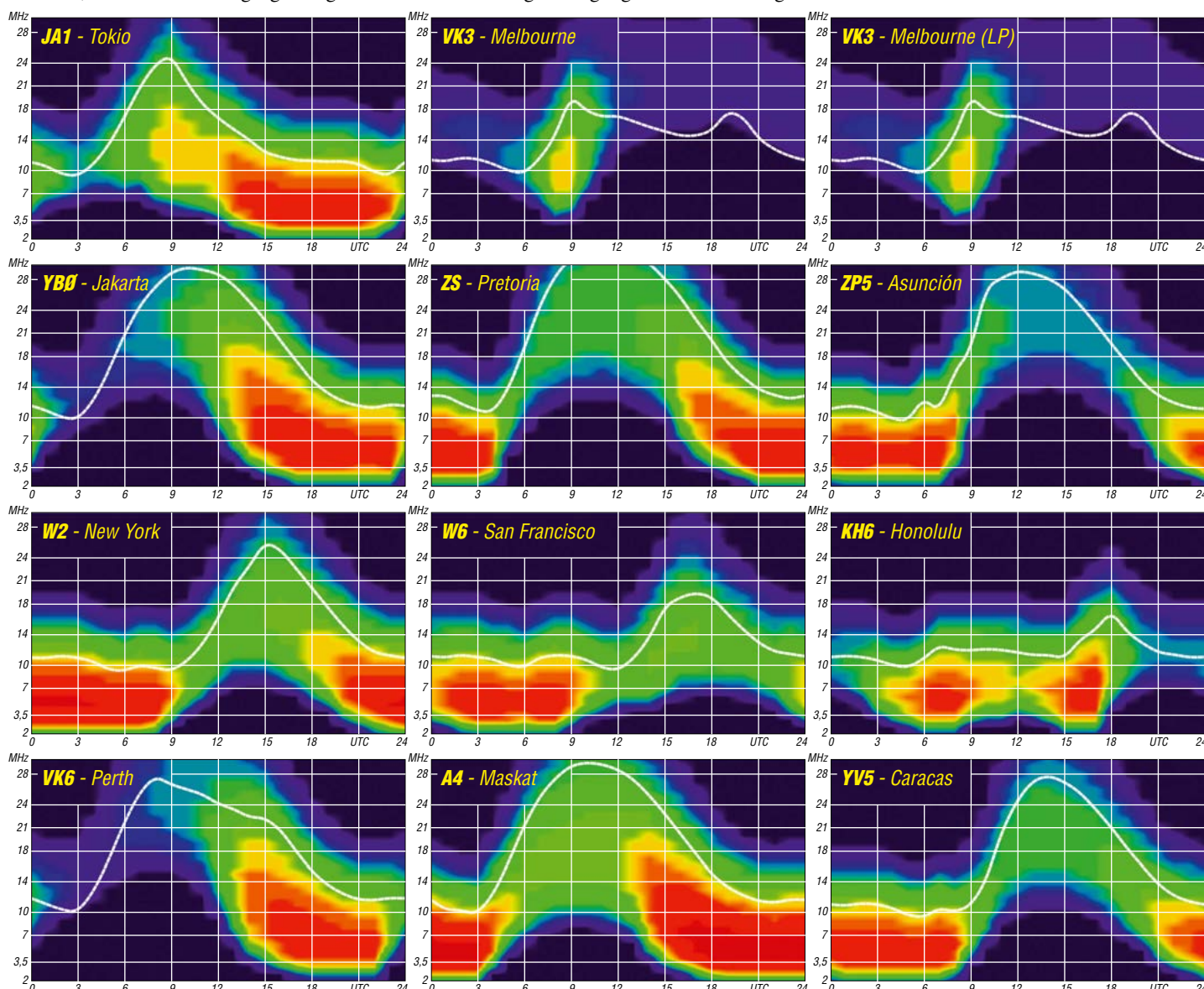
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@darf.de



■ SOTA

SV1: Thomas, DJ2TG, war Ende September bis Anfang Oktober während 18 Tagen von der griechischen Insel Euböa (IOTA EU-064) sowie aus der Region Athen als SV1/DJ2TG/p aktiv. Dabei konnte er 14 SOTA-Berge aktivieren, darunter drei Erstaktivierungen. Die letzten beiden Aktivierungen (Kira, SV/AT-006 und Platy Vouno, SV/AT-014) führte er gemeinsam mit George, SV1RVI, und Kyriakos, SV1RVJ, durch.

■ Transatlantische S2S-Herbst-Aktivität

Gerald, G4OIG, teilt aktuell im *SOTA Reflector* mit: „Bereits zu Beginn des Jahres angekündigt, findet am 1. und 2. 11. das transatlantische Berg-zu-Berg-Event statt. Die Hauptaktivitätszeit liegt zwischen 1200 UTC und 1700 UTC, wobei freilich auch vor- und nachher gearbeitet werden kann. Da der Sonnen-



DJ2TG auf SV/EV-002 (Portaris)

Foto: DJ2TG

aktivitätshöhepunkt überschritten ist, wird es interessant sein zu sehen, wie sich die Ausbreitungsbedingungen auf den höheren Bändern gestalten. Beim Frühjahrs-Event im April waren die Bedingungen gegenüber dem vorjährigen Herbst eher enttäuschend.“

■ GMA

Mario, DL4MFM, hat unter www.cqgma.info mitgeteilt, dass im Summit-Editor jetzt auch POTA-Referenzen erfasst werden. Die Erkennung erfolgt dann automatisch bei Spots, bei der Log-Eingabe sowie beim Log-Upload (Stichwort *Triathlon*). Im Gegenzug wurden folgende Programme gestrichen: GMA Castles – es werden nur noch die offiziellen WCA-Referenzen gewertet. GNA – für Naturschutz-

gebiete und Parks wird ausschließlich WWFF (und jetzt zusätzlich POTA) berücksichtigt. Damit ist die Bearbeitung der Summits klarer und die automatische Erkennung bei Logs sowie Spots noch konsistenter. – Die GMA-Berglisten werden immer länger. Ein Überblick über die Neuzugänge und Updates ist unter www.cqgma.org/gmanew.php abrufbar.

■ SBW

Im *Bergkurier* Nr. 422 hat Bernd, DL2DXA, den ersten Teil des Wanderberichts von Marc, DO2UDX, veröffentlicht. Marc war in seinem Sommerurlaub auf dem Rennsteig unterwegs. Dieser liegt zwar in Thüringen und nicht in Sachsen, der Bericht ist aber dennoch absolut lesenswert. Den Sächsischen Bergkurier findet man z.B. bei dl2to.de unter *Sächsischer Berg Wettbewerb* → *Sächsischer Bergkurier*.

Wie bereits früher schon einmal erwähnt, findet an jedem dritten Sonntag im Monat die Dresdener UKW-Runde statt (GHz-Aktivitätscontest). Im November ist das der 16. 11. Da viele inländische Teilnehmer sächsische Berge als Standort nutzen, ist das eine Möglichkeit für Talpunktsammler, hier Punkte auf den höheren Bändern für den SBW zu erreichen. Das relativ einfache Regelwerk steht auf den Seiten des DARC-Ortsverbands S07 (dl0tud.tu-dresden.de). Die Contestteilnehmer freuen sich über jeden Anrufer!

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ SDR-Empfangssoftware fast ohne Installation

Über die im Internet erreichbaren WebSDR-Empfänger kann jeder, auch ohne eigene Antennenanlage und Empfangstechnik, den Funkbetrieb auf den Amateurfunkbändern beobachten. Möchte man die Aktivitäten auf dem benachbarten Repeater oder dem OV-Kanal verfolgen und ist dafür kein Web-Empfänger in der Nähe vorhanden, lässt sich dieses Problem nur mit eigener Empfangstechnik lösen. Wird eine Internetsuchmaschine mit den Begriffen *SDR*, *Amateurfunk* und *UKW* befragt, dann präsentiert diese sofort eine breite Palette an Empfängern. Je nach Ausstattung werden dafür Preise im zwei- oder dreistelligen Eurobereich aufgerufen.

Der teilweise Eigenbau könnte dazu eine kostengünstigere Alternative darstellen. Mitunter sind die dafür erforderlichen Komponenten schon lange in der Bastelkiste vorhanden. Ein tieferer Blick in die „Schatzkiste“ zaubert vielleicht auch einen ausgemusterten USB-Dongle mit dem Realtek-RTL2832U-Chip hervor, dessen ursprüngliche Aufgabe im Empfang von DVB-T- oder DAB-Signalen und deren Weiterleitung über den USB-Port an einen Rechner bestand.

Ist in einem solchen USB-Stick kein exotischer Tuner verbaut, dann lässt er sich für den neuen Einsatzzweck im Amateurfunk verwenden. Benötigt wird dann noch eine geeignete Software, die den USB-Stick steuern, die Empfangssignale decodieren und als Audiosignal wiedergeben kann.

Für erste Experimente auf diesem Gebiet ist unter anderem die Software *RadioSport SDR* ein möglicher Lösungsansatz. Unter [1] ist sowohl eine detaillierte Beschreibung der ein-

lässt sich mit dem kleinen Zusatzprogramm *Zadig* einrichten. Unter [2] sind sowohl Hinweise zur Treiberinstallation, als auch allgemeine Tipps zu geeigneter Hard- und Software zu finden.

Das Programm *RadioSport SDR* ist nur mit den für den Empfang unbedingt erforderlichen Einstell- und Darstellungsfunktionen ausgestattet. Als Modi lassen sich AM, USB, LSB, NFM und WFM auswählen. Zusätzlich ist ein RDS-Decoder integriert.

Bedienoberfläche der Software *RadioSport SDR V1.9*
Screenshot: DL7UAW



zelnen Programmfunktionen zu finden, als auch der kostenlose Download möglich. Das kleine Programm wirbt damit, auch ohne feste Installation auf einem Windows-Rechner zu funktionieren. Die Software ist nur herunterzuladen und in ein beliebiges Verzeichnis zu entpacken. Das Programm selbst wird über die Ausführung der Datei *RsRadio.exe* gestartet. Einen vorher am USB-Port angeschlossenen RTL-SDR-Stick erkennt das Programm automatisch.

Falls das nicht der Fall ist, fehlt eventuell noch der dafür notwendige Treiber. Dieser

Wer allerdings Funktionalitäten, wie eine komfortablere Speicherplatzverwaltung, verschiedene Scan-Funktionen oder Aufzeichnungsmöglichkeiten der Audio- und IQ-Signale vermisst, wird nach komplexeren Softwarelösungen suchen müssen. Sie sind in Programmen wie beispielsweise *Gqrx*, *SDR#* oder *SDR-Console* zu finden.

Literatur

- [1] <https://github.com/rkarikari/RSRadio>
- [2] <https://oe7.oevsv.at/referate/digitale-kommunikation/sdr>
- [3] <https://zadig.akeo.ie>
- [4] <https://github.com/gqrx-sdr/gqrx>

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

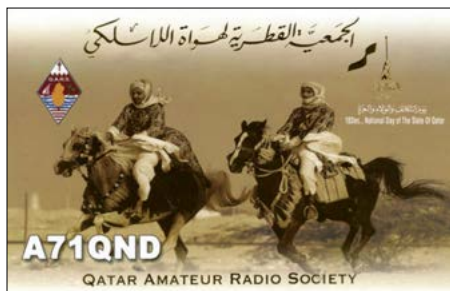
URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 27.4. bis 30.5.2023

■ Condx

An die überaus hervorragenden Bedingungen Ende August reichte der Septemberanfang nicht heran. Der solare Fluxindex fiel bis auf 125. Abgesehen vom 5.9. war das geomagnetische Feld zunächst ruhig. Die besten DX-Bedingungen fanden wir tagsüber auf 20 m bis 15 m und nachts auf 40 m oder 30 m. Öffnungen oberhalb von 15 m waren nicht die Regel. Das Funkwetter setzte sich bis zur Monatsmitte in etwa so fort und wurde zunehmend mit Störungen angereichert. Diese fanden am 15.9. mit K-Werten um 7 einen vorläufigen Höhepunkt.



Mit Beginn des Herbstes konnten wir uns über zunehmend bessere und wenig gestörte Ausbreitungsbedingungen, insbesondere auf den höheren Bändern, freuen. Obendrein korrespondierte das mit einem interessanten Angebot an diversen DXpeditionen. Die Sonnenaktivität nahm mit Beginn des Oktobers noch ein wenig zu und der solare Flux bewegte sich wieder deutlich Richtung 200. Die ersten Oktobertage wurden dann auch von Aurora und starkem Sonnenwind begleitet. Nun standen auch die obersten Kurzwellenbänder wieder zuverlässiger zur Verfügung.

■ DXpeditionen – Rückblick

Die äußeren Bedingungen dürften angesichts des Standorts von E44OM (Bethlehem) sicher nicht ganz unkompliziert gewesen sein. In den Logbüchern finden sich 53 450 QSOs. Dabei entfallen 7200 auf CW, 2511 auf SSB und der Rest ist FT8 bzw. FT4 zuzurechnen. Das Team von FP5KE kann auf 131 595 Verbindungen mit 26 475 unterschiedlichen Rufzeichen bei ausgewogener Verteilung zwischen klassischen und digitalen Sendearten verweisen. PJ7K erreichte 93 067 Kontakte mit 21 974 Stationen.

Was hat ein vermeintlicher Hackerangriff auf einen Dienstleister am Flughafen BER mit leisen Signalen von V6D auf den höheren Bändern zu tun? Ein Teil des Gepäcks wurde ver-



spätet transportiert und betroffen war u.a. ausgerechnet der LZ-Beam. So musste man die ersten Tage ausschließlich mit Drahtantennen arbeiten. Auch die Funkbedingungen hätten zuweilen besser sein können. Letztlich freute man sich auf beiden Seiten des Pile-ups über mehr als 90 000 Verbindungen mit über 20 000 verschiedenen Rufzeichen.

Eine zeitweise Aussetzung der Lizenzierung in Äquatorialguinea hatte zur Folge, dass die DXpeditionen 3C0W (Annobon) und insbesondere 3C2MD ihre Pläne begraben mussten. Unter 3C3W konnte Anfang September wohl gerade noch so an fünf Tagen Betrieb gemacht werden und dabei kamen 21 580 QSOs ins Log.

AT2AH gelang es, AS-178new von Hope Island vom 27.9. bis 2.10. in die Luft zu bringen. Die Unternehmung wurde zeitweise durch Gewitter und starken Regen unterbrochen. Die Zeit reichte jedoch, um über 8000 Verbindungen festzuhalten.

Schließlich produzierte VK9NT noch einige gut in Europa aufnehmbare Signale von Norfok.

■ Kurz-Infos

C21TS ist im Dezember 2025 und Januar 2026 nicht aktiv. – JX7DFA tauchte im September immer wieder als Pirat auf. Diese Station funkte tatsächlich zuletzt 2002. Auch AP2FLY wurde missbräuchlich in die Luft gebracht. Letzte echte QSOs datieren vom Juni 2025. – OM0GA ist jetzt permanent VU3OPT und gelegentlich auch unter 9N7GA oder 9N/OM0GA aktiv. – In Fortsetzung der T30TTT-Operation soll es in nächster Zeit eine ähnlich gelagerte Aktivität von Niue unter E6AD geben.



■ Vorschau

Afrika: DK2WH wird vom 21.11. bis 24.3. unter V51WH aus der Nähe von Omaruru auf allen HF-Bändern inklusive 60 m aktiv sein. In Contesten arbeitet er, wie zum Beispiel im CQWW DX RTTY, unter V55Y. QSL via Heimatrufzeichen. – 3B9/MOCFW ist vom 23.11.

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
FP5KE	1827 0200	3W9T	18068 1600
		AT2AH	18070 1800
80 m		15 m	
VK3CWB	3512 2000	PJ7K	21025 1530
		5X2I	21027 1430
40 m		12 m	
HC5LM	7007 0500	V6D	24904 1030
		E44OM	24892 0900
30 m		10 m	
VK9NT	10104 1530	FP5KE	28010 1730
V26K	10109 2100	A52G	28011 1130
20 m			
KH0W	14004 1900		
HH2K	14011 0330		

bis 3.12. von IOTA AF-017 aktiv und bestätigt via LoTW. – Das verhinderte 3C2MD-Team konnte kurzfristig umplanen und wird nun vom 30.10. bis 10.11. unter 9L8MD funken. Die 14-köpfige Crew will alle Bänder inklusive 60 m bedienen und dabei in CW, SSB, RTTY und FT8 präsent sein. QSL via IK2VUC.

HB9CCS ist im November gelegentlich unter 7P8EA hauptsächlich auf 21,050 MHz in CW und 21,223 MHz in SSB zu hören. Auch 17 m, 12 m und 10 m liegen im Bereich des Möglichen. QSL via LoTW.

IK2GZU wird vom 16.10. bis 20.11. gelegentlich unter 5H3MB in SSB, CW und digital von 80 m bis 10 m funken. QSL via Club Log, LoTW, eQSL oder über das Heimatrufzeichen.

– F6ICX möchte wieder unter 5R8IC von Sainte-Marie Island mit IOTA AF-090 arbeiten. Er ist in CW, FT8 sowie SSB von 40 m bis 10 m aktiv. Anfang Dezember und vielleicht auch Anfang Januar soll auch QO-100-Betrieb dazukommen. QSL via LoTW, OQRS auf Club Log oder über sein Heimatrufzeichen.



Amerika: PJ2/DH8BQA ist vom 26.10. bis 6.11. von Curaçao, IOTA SA-099, aktiv und nimmt am CQWW in SSB teil. QSL via LoTW, Club Log und Heimatrufzeichen. – DL7HW soll vom 1. bis 22.11. von den Falklandinseln, IOTA SA-002, unter VP8THW von 20 m bis 10 m in SSB und FT8 mit QRP aktiv sein. QSL via LoTW.

EA7BF, EA7FPG, EA7JW und EA7ATX arbeiten vom 20. bis 30.11. unter 5JOEA von IOTA NA-003. San Andrés wird dabei in CW, SSB und digital von 160 m bis 10 m in die Luft gebracht. QSL via LoTW.

M0SDV funkt von Grenada, IOTA NA-024, und richtet außerhalb des Telegrafieteils des CQWW-Contests im Zeitraum 23.11. bis 2.12. sein Augenmerk auf SSB und die WARC-Bänder. QSL für J38W via LoTW. – KU8E, N8VW, N4RR und DL6KVA sind vom 18.11. bis 3.12. aus Anlass des CQWW in CW unter

PJ4/Heimatrufzeichen von Bonaire, IOTA **NA-006**, aktiv. DL6KVA will als **PJ4KV** arbeiten und bestätigt über sein Heimatrufzeichen. Im Contest wird **PJ4A** genutzt und die Bestätigung erfolgt via LoTW.

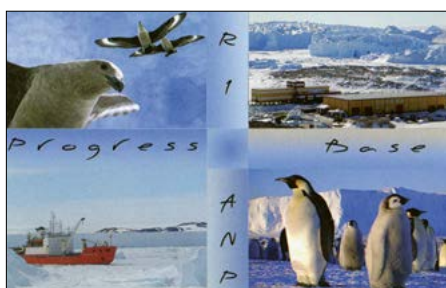
Vom 23.11. bis 1.12. sind PA4O und PA8AD auf St. Eustatius, **NA-145**. Gearbeitet wird auf allen KW-Bändern hauptsächlich in CW sowie etwas FT8 und FT4. Im CQWW tritt man unter **PJ5C** an. QSL via OQRS auf Club Log, LoTW oder über PA4O.

PY8WW geht vom 12. bis 17.11. nach Playa Blanca mit IOTA **SA-084** und funkt unter **5J4W**. QSL via Heimatrufzeichen.

Ab dem 26.11. wird **3G0YR** von den Osterinseln, IOTA **SA-001**, aktiv. Das Team beabsichtigt, mit vier bis fünf Stationen auf allen Bändern und in allen Sendarten in die Luft zu gehen, und will unter **CE0Y** am CQWW in CW teilnehmen. – Ein argentinisches Team ist vom 31.10. bis 11.11. unter **CP7DX** aktiv. QSL via LU1FM.

XQ7IR beabsichtigt die Aktivierung von Santa María Island mit IOTA **SA-070** unter **3G5SM**. Vom 11. bis 15.11. soll von 160 bis 6 m FT8, CW und SSB angeboten werden. QSL via OQRS von M0URX.

Ozeanien: Vom 1. bis 6.11. hat sich JH1MLO unter **T88HR** von Koror mit IOTA **OC-009** angekündigt. Betrieb ist von 80 m bis 6 m in SSB vorgesehen. QSL via Heimatrufzeichen. **ZL7/LZ1GC** funkt vom 3. bis 20.11. von Chatham mit IOTA **OC-038** auf allen Bändern in CW, SSB sowie FT8 und FT4. QSL via OQRS auf Club Log bzw. direkt via Heimatrufzeichen. Danach geht es für LZ1GC unter **YJ0GC** vom 22.11. bis 5.12. zu gleichen Arbeitsbedingungen nach Vanuatu. – **T88AR** ist für den CQWW in CW von Koror, Palau, mit



IOTA **OC-009** aktiv und funkt außerhalb des Wettbewerbs vom 22.11. bis 1.12. von 160 m bis 6 m. QSL via LoTW oder K7AR direkt. Rudi, **DK7PE**, geht ab 25.10. auf Pazifikreise. Er beabsichtigt dabei **KH2**, **T8**, **V6** und **V7** zu besuchen und in CW aktiv zu werden. Seine Ausrüstung umfasst Drahtantennen für 160 m bis 10 m und 100 W Sendeleistung.

Antarktis: Alex, UG1A, ist ab Ende Oktober bis zum 5.12. auf Progress Base und danach geht es ab etwa 20.12. zur Wostok-Station. Vielleicht kommt es sogar zur Erstaktivierung der Ridge B Base. Sein Rufzeichen ist **RI1ANI**. F4FKT wird von November bis Februar unter **FT4YM** von Dumont d'Urville Station, Concordia Station und Little Dome C arbeiten, soweit es seine Zeit erlaubt.

QSL-Splitter

Im LoTW sind bestätigt: 3G1P (SA-100), GU4XEA, MM/DJ7TO, RI1OK (EU-153), TK/HB9EMP, T30TTT, V26K, VU2SRT, ZB2KX und ZD7BG.

Büroeingänge wurden für JW/DK1VK und TK5MH gemeldet.

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA

Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz

E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ Via QO-100 Rechnung übermittelt

Ein aktuelles Experiment zeigte, dass eine Bitcoin-Lightning-Rechnung über den Wideband-Transponder von QO-100 transferiert werden konnte. Mit dem Multimedia-High-Speed-Modem der AMSAT-DL wurde dazu eine Bilddatei mit einem QR-Code gesendet, dann decodiert und über das Internet bezahlt. Ob dies lizenzrechtlich in Ordnung war, ist fraglich, aber das Experiment zeigt, dass auch Daten, z. B. bei Katastropheneinsätzen, schnell und sicher übermittelt werden können.

■ UND Roads 1 & 2 neu im Orbit

UND Roads 1 und 2 der University of North Dakota dienen zum Training und zur Ausbildung an der Universität. Zusätzlich soll die Mission autonome Navigation und Docking-Techniken der zwei 3U-CubeSats demonstrieren. Von der IARU wurden die Frequenz 145,900 MHz GFSK für den Inter-Satellite-Link und der Downlink 435,400 MHz für beide CubeSats koordiniert. Mehr Informationen sind unter https://iaru.amsat-uk.org/finished_detail.php?serialnum=976 verfügbar.

UND Roads 1 und 2 starteten am 23.6. mit der SpaceX-Transporter-14-Mission in den Orbit. Die NORAD-Nummern für die Keplerdaten sind 64 535 für *UND Roads 1* und 64 549 für *UND Roads 2*. Die Keplerdaten sind bisher nur via *Space-Track.org* verfügbar.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL

Bei der Jubiläumsveranstaltung *75 Jahre DARC e.V.* am 30.8. in Baunatal war auch die AGCW mit einem Stand vertreten. Reinhard, DG4FDQ, Micha, DF4WX, und Ingo, DJ2XY, bildeten die Standbesetzung (siehe Foto von links nach rechts). Reinhard hatte eine Vielzahl von selbst gebauten Morsetasten und ungewöhnlichen Telegrafiergeräten dabei, die bei den Besuchern gleich welchen Alters großes Interesse weckten und einfach unwiderstehlich waren, sodass den ganzen Tag ein Piepen im Takt von Morsezeichen zu hören war.

Ein besonderes Highlight war eine Coladose, die sich bei genauerer Betrachtung als Morsetastensummer mit Taste entpuppte. Weitere interessante Elektronikprojekte von Reinhard, wie das Spiel *Finde die CQ-Zone*, bei dem ein LED-Leuchtkreis per Zufall eine CQ-Zone auswählte, die dann auf einer Karte gefunden werden sollte, spornten die Besucher an.



Team am AGCW-Stand

Foto: DL5HAI

Wie erstmalig auf der Ham Radio 2025, kam unser Morseübungsstand mit Morserino, Notebook und Monitor wieder zum Einsatz. Auf einem Monitor konnten die mit einer Hand- oder Squeeze-Taste gegebenen Morsezeichen mitgelesen werden.

Wie bei Reinhard's Telegrafiergeräten auch, ist es immer wieder toll zu beobachten, was für eine Anziehungskraft Morsetasten haben: Von jung bis alt und von Beginner bis Köhner wurde mit großer Freude telegraphiert. Für CW-Anfänger stand eine Vorlage zur Verfügung, mit der z.B. der Vorname in entsprechende Morsezeichen übersetzt werden konnte. Zu unserer Freude durften wir sogar zwei

Neueintritte verzeichnen. Über den Tag schauten auch einige AGCW-Mitglieder vorbei und es wurde ausgiebig geplauscht.

An dieser Stelle vielen Dank an alle neuen Mitglieder für die Stärkung unserer Gemeinschaft. Ingo Lübberstedt, DJ2XY

■ Neues aus dem HSC

Leider haben unsere Funkfreunde OZ2A, Kim, HSC #1933, und DJ7JE, Klaus-Dieter, HSC #917, die Taste für immer aus der Hand gelegt. Als neues Mitglied können wir G4RCG, John HSC #2025 begrüßen.

Link des Monats: Der OV F74 Südlicher Westerwald hat interessante Videos zu diversen beeindruckenden Technikprojekten ins Netz gestellt: www.youtube.com/@foxtrot74

KW-CW-Conteste (Auswahl) im November:
SK Memorial Contest 80 m/40 m CW: 1.11., 0006 UTC ... 0859 UTC

HSC Herbst Contest: 2.11., 1400 UTC ... 1659 UTC

UKEI DX Contest CW: 1./2.11., 1200 UTC ... 1159 UTC

CQ WW DX CW Contest: 29./30.11., 0000 UTC ... 2359 UTC

Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)
Neumarkstr. 8, 45770 Marl
E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ Neue Dsync-Website für D-STAR-Nutzer

Die Dsync-Website, erreichbar unter <https://dsync.dstarusers.org>, wurde in Bereiche für unterschiedliche Gateway-Softwareversionen aufgedgliedert, Bild 1. Jetzt ist die am Gateway verwendete Version eindeutig erkennbar. Seit September 2025 ist eine neue DPlus-Version für Icom-Repeater mit Gateway 3.2 verfügbar, also jene, die unter AlmaLinux laufen. Es trat ein Fehler auf, durch den keine Verbindung zwischen einem 2.2q- und einem 2.2r-Repeater mehr möglich war. Timm Schneider, OE5STM, hat die Version bereits auf OE5XDN, OE5XTP und OE7XLI installiert.

Tnx Info Timm Schneider, OE5STM

■ Defekte Hytera-Repeater RD-985

Leider sind in den vergangenen Monaten an meinen Repeaterstandorten einige Geräte ausgefallen. In drei Fällen handelte es sich um defekte Endstufen der Hytera-Repeater RD-985 für 70 cm und 2 m, Bild 2. Das war erstaunlich, denn ich hatte einen 70-cm-Repeater am Standort Bochum, DB0BS, schon einmal repariert, indem ich neue SMD-Widerstände und einen neuen LDMOS-FET (*Laterally-Diffused Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor*) einlötete. Ein für solche Anwendungen geeigneter Transistor ist z. B. der NXP MRF6V2300N, der bei 50 V

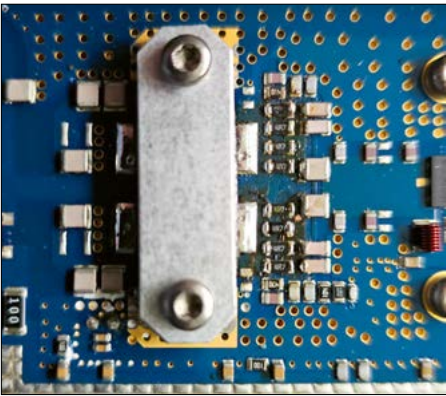


Bild 2: Defekter Endstufentransistor mit Befestigungsglasche ...

bis zu 300 W liefert. Diese Transistoren sind hocheffizient, aber auch empfindlich gegenüber Fehlanpassungen und Überlastung. Ein Kurzschluss am Ausgang kann zur sofortigen Zerstörung führen. Zu meiner Verwunderung war außerdem am selben Standort ein Sicherungshalter des RD-985 verschmort, Bild 3, was insofern kritisch ist, als sich der Rauchmelder des Raumes oberhalb des 19"-Schranks befindet. Leider wird – auch bei regelmäßigen DGUV-V3-Prüfungen aller Elektrogeräte mit 230-V-Stecker an meinen Repeaterstandorten – genau dieser Fehler nicht erfasst. Der Repeater funktionierte nach dem Auswechseln des Sicherungshalters und einer umfassenden Funktionskontrolle noch problemlos. Mich irritieren die Ausfälle sehr, denn Hytera präsentiert den RD-985 als Herzstück konventioneller digitaler Funknetzwerke, das nach dem offenen ETSI-DMR-Standard entwickelt wurde. Das Gerät ist für den Dauereinsatz konzipiert und bietet eine einstellbare Sendeleistung von 5 W bis 50 W. Bei einer Betriebs-

spannung von 13,6 V nimmt der Repeater maximal 11 A Strom auf, während er im Standby-Betrieb weniger als 0,8 A benötigt. Die Frequenzstabilität ist mit $\pm 0,5$ ppm angegeben und die Kühlleistung wird durch eine hocheffiziente Wärmeableitung des Leistungsverstärkers sowie ein integriertes Lüftersystem gewährleistet. Hytera betont zudem die Zuverlässigkeit des Geräts, die auf militärischen



Bild 3: ... und verschmorte Sicherungshalter am Hytera-Repeater RD-985

Designstandards beruht und eine mittlere störungsfreie Betriebszeit (MTBF) von bis zu 100 000 h ermöglicht. Trotz dieser guten technischen Daten und der Designphilosophie werfen die geschilderten Ausfälle Fragen bezüglich der realen Langzeitstabilität des Repeaters auf. Erfahrungs-

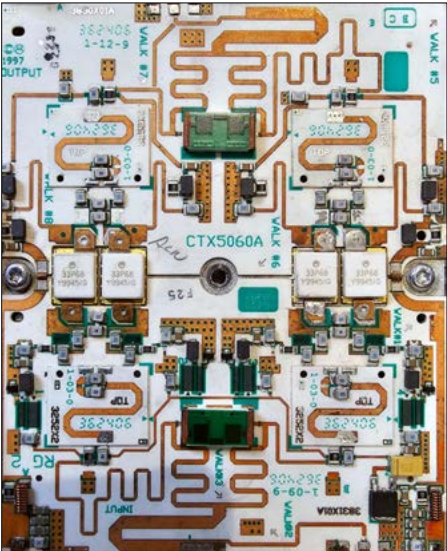


Bild 4: Platine einer 20 Jahre alten, mit vier Leistungstransistoren aufgebauten 150-W-Endstufe von Motorola

berichte in Online-Foren bestätigen, dass die von mir geschilderten Probleme keine Seltenheit sind. Es gibt auch Berichte über einen *Power-up-Error*, bei dem das Gerät in einer Startschleife hängt und eine Fehlermeldung im Display anzeigt. Die Tatsache, dass Geräte vorzeitig ausfallen, die für eine extrem hohe Zuverlässigkeit und die bereits erwähnte MTBF ausgelegt sind, lässt sich als Folge von kumulativem Stress erklären. Während der Hersteller unterstreicht, dass die Geräte den Anforderungen für extreme Situationen genügen, kann eine permanente Belastung an der Obergrenze der angegebenen Werte über die Zeit zu einer schrittweisen Degradation von Komponenten füh-

147 G3 Version 3.2 Gateways - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K4RYT	K4RAZE	K4RYOE	K5APB
K6CVU	K6ANDK	K6CRBU	K5MNY
K3ULN	K6FWZC	K6J7FF	K7TH
K6WOW	K4ASVC	K6SMAD	K6KXV
K7PWA	K4APYC	K6NDLG	K6KXV
K7HVT	K4HYNR	K6HXYN	K6KXV
K7WTB	K4HZLL	K6SLC	K6KXV
K6QVB	K6KSTN	K6H5WB	K6KXV
K6BSZ	K6K4BX	K6NLF	K6KXV
K6PFO	K6K4FC	K6K4CG	K6KXV
64 G3 Version 3.1 Gateways - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6C7DF	K6K4V3	K6K4DF	K6KXV
K6C7DFM	K6K4BRQ	K6K4DF	K6KXV
K6C7HEP	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6C7PPV	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6C7RUB	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4BD3	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4PLO	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
122 G3 Version 3.0 Gateways - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6K4WZA	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4WZC	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
24 G2 Gateways - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
25 Gateways Not Synchronizing with US Root - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
7 Registered Gateways Not Reporting to DSync - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
3 Gateways Pending Authorization - Mon, 22 Sep 25 03:11:52 -0700			
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV
K6K4LND	K6K4BRP	K6K4DF	K6KXV

Bild 1: Ausschnitt mit den Rufzeichen der im US-Trust befindlichen Repeater und ihrer Gateway-Versionen
Fotos und Screenshot: DL1YBL

ren. Der Leistungsverstärker als das am stärksten thermisch und elektrisch beanspruchte Bauteil ist hierfür besonders anfällig.

Faktoren wie ein hohes Stehwellenverhältnis an der Antenne, eine unzureichende Kühlung bei hohen Umgebungstemperaturen oder eine instabile Stromversorgung können, auch wenn sie kurzfristig nicht zu einem sofortigen Defekt führen, die Lebensdauer der Endstufe erheblich verkürzen. Die Schutzmechanismen des Geräts, z.B. die automatische Reduzierung der Sendeleistung bei Überhitzung oder hohem SWV, können diese Belastung zwar mindern, aber nicht vollständig eliminieren. In meinem Fall sind aber alle Repeater über einen Vierfachkoppler mit Zirkulator angeschlossen und das SWV liegt in jedem Fall innerhalb der zulässigen Grenzen.

Demgegenüber ist in Bild 4 als positives Beispiel eine Platine aus einer über 20 Jahre alten 150-W-Endstufe von Motorola zu sehen, die immer noch einwandfrei arbeitet.

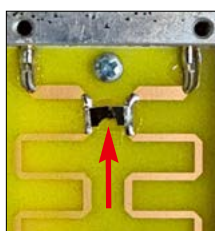


Bild 5:
Verbrannter
Originalwiderstand
des 3-dB-Kopplers ...



Bild 6:
... und Zustand nach
dem Austausch gegen
ein 30-W-Exemplar

■ Fehlerhafte 3-dB-Koppler bei DB0NG und DB0BS

Bei den Relaisfunkstationen DB0NG und DB0BS schwankten die Sendeleistungen und manchmal fielen sie sogar komplett aus. Vor Ort stellte ich durch Messungen fest, dass die 3-dB-Koppler nicht richtig funktionierten. Es handelte sich dabei um solche, wie man sie bei Aliexpress und Ebay findet. Diese sollen für

Leistungen bis 30 W geeignet sein, Bild 5. Sie sind optisch ansprechend in einen gefrästen Aluminiumblock mit N-Buchsen eingebaut. Auch die Entkopplung von ca. 30 dB auf 70 cm schien auf den ersten Blick ausreichend. Nach dem Ausbau und dem Öffnen des Gehäusedeckels offenbarte sich das Problem. Es kam ein 100-Ω-SMD-Widerstand für maximal 1 W zum Vorschein, der komplett verbrannt war und in der Platine ein Loch hinterlassen hatte. Als ersten Impuls wollte ich diese Koppler entsorgen, beschaffte mir jedoch über Ebay passende 100-Ω-Dünnschichtwiderstände, die sich mechanisch gerade noch einbauen ließen, Bild 6. Nun funktionieren die Koppler einwandfrei. Die Wärme – die Hälfte der jeweiligen Leistung –, die beim 3-dB-Summieren entsteht, wird durch einen Kühlkörper, den ich unter das Gehäuse montiert habe, gut abgeleitet. Bei einem zweitägigen Test mit beiden Sendern und je 20 W an einer Dummy-Load traten keine Probleme auf. **Jochen Berns, DL1YBL**

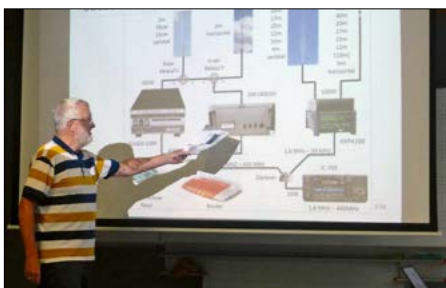
QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ 17. Schwarzwaldtreffen

Am 4. 10. 2025 fand das 17. Schwarzwaldtreffen statt, diesmal wieder in der Lucian-Reich-Schule in Hüfingen. Wir Funkamateure konnten einen mit Beamer und Tafel ausgerüsteten Lehrraum im Technikbereich nutzen. Zum Treffen waren diesmal nur knapp mehr als 20 Teilnehmer gekommen, hauptsächlich aus dem Süden Deutschlands und der nahen Schweiz. Obwohl zwei Referenten kurzfristig absagen mussten, gab es diverse interessante Vorträge.

Den Auftakt machte Peter Solf, DK1HE, mit einem von ihm entworfenen, rauscharmen 2-m-Vorverstärker. Schwerpunkte seines Vor-



DK2JK stellt die mikrocontrollergestützte Fernsteuerung der kompletten OV-Funkstation für KW, 2 m und 70 cm vor.
Fotos: DK3RED

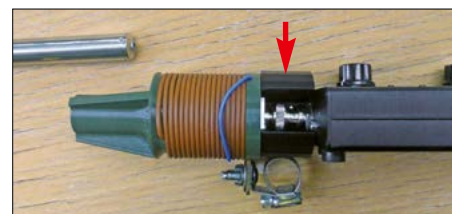
trags waren die Schaltungsbesonderheiten und die Kriterien der Bauteilauswahl. Großen Wert misst er einer möglichst rauscharmen Spannungsstabilisierung des ferngespeisten Verstärkers bei, um nicht den mit 0,6 dB Rauschmaß angegebenen Wert des verwendeten PGA-103 zunichte zu machen. Für den Bypass des Verstärkers und den dann erforderlichen Kurzschluss der Verstärkeranschlüsse nutzt er zwei Relais mit vergoldeten Kontakten. Das Steuerteil, das auch die Fernspeisung über das Koaxialkabel übernimmt, besitzt eine schnelle HF-VOX, lässt aber auch die Umschaltung per PTT-Taste zu.

Danach wollte Clemens Schweigler, DH5TC, etwas zum Notfunk über Relaisfunkstellen vermitteln. Doch es stellte sich schnell heraus, dass er eher auf der Suche nach Erfahrungen war, sodass sich sein Vortrag zu einer Diskussionsrunde entwickelte, in der viele interessante Ansätze – auch in der Zusammenarbeit mit staatlichen Organisationen – aufgezeigt wurden.

Einen im 3D-Drucker entstandenen Kragen zeigte Frank Rode, DL2GRF. Dieser dient bei ihm zwischen dem mit einem Mikrofon ausgestatteten QMX+ und einer 2,5 m langen Stabantenne samt Anpassung als Schutz für die Buchse des Transceivers, die für solch lange Antennen nicht ausgelegt ist. Der an einer Seite offene Zylinder lässt sich ohne Spiel auf

die Steckverbindung aufsetzen und dämpft die Wirkung von Biege- und Hebelkräften.

Danach widmete sich Peter Ackermann, DL3NAA, der Telegrafie „an der Grasnarbe“ und den Gründen, warum schwache Signale unterschiedlich gut aufgenommen werden. Es stellte sich heraus, dass neben den persönlichen Erfahrungen und der Kondition auch Erwartungen über den Erfolg einer CW-Verbindung entscheidend sein können. Wenn man aus Ankündigungen oder einem Cluster weiß, dass eine Station da ist, begnügt man sich auch mit einem gerade noch hörbaren Signal. Auch die Höhe des Mithörtons kann ausschlaggebend sein, denn bei einem tiefen Ton lassen sich Abweichungen besser erkennen als bei einem höheren.

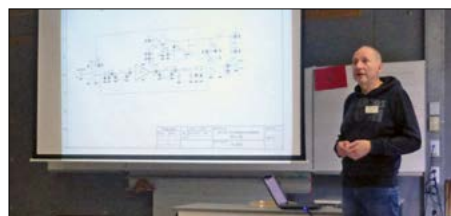


Der Schutzkragen (Pfeil) reduziert die Wirkung von Biege- und Hebelkräften auf den Steckverbinder.

Heribert Schulte, DK2JK, zeigte danach, wie er eine aus 2-m-, 70-cm- und KW-Komponenten bestehende Station komfortabel steuert, indem er die Frequenz eines IC-705 ausliest, Endstufe und Antennen umschaltet und das PTT-Signal nur zur jeweils genutzten Endstufe weiterleitet. Zur Programmierung nutzt er NodeRED, wobei die Steuerung und das Web-Interface durch Einbindung der Mosquitto-Datenbank vereinfacht wurden.

Den Abschluss machte Klaus Kuhnt, DF3GU, der als Organisator des Treffens das Schülerprojekt *Meshtastic* vorstellte. Neben den dafür nutzbaren Geräten ging er auch kurz auf Alternativansätze wie *Meshcore* und *Meshcom* ein. Nächstes Treffen: 3. 10. 2026 am gleichen Ort.

Ingo Meyer, DK3RED



DK1KE während seines Vortrags ...



... und DF3GU beim Meshtastic-Referat

70. Weinheimer UKW-Tagung

Die 70. Jubiläumstagung sollte zu einer besonderen Veranstaltung werden, die nicht nur den Blick auf ihre lange Geschichte und die des Amateurfunks zurückwirft, sondern auch aktuelle und zukünftige Entwicklungen widerspiegelt. Die Tagung versteht sich schon lange als Forum für alle Aspekte des Amateurfunks und verwandte Themen. Dabei ist die Bezeichnung *UKW* im Titel als eine Hommage an den Pioniergeist der Gründer wie Dieter Vollhardt, DL3NQ, zu verstehen, für die im Jahr 1956 die Nutzbarmachung der UKW-

Neben hauptsächlich im Amateurfunk verwurzelten Themen standen auch Brandneues und Aktuelles wie *Vibe Coding* von Navin Dass und *LoRa für den Katastrophenschutz* von Rainer Wieland auf dem Programm. Erich Franke referierte über KI in der Elektronikentwicklung – ein Thema, das in den kommenden Jahren sicher an Bedeutung gewinnen wird. Martin Steyer, DK7ZB, beleuchtete die Cubical-Quad, während Jochen Jirmann, DB1NV, eine Dreifach-Aktivantenne für E- und B-Felder besprach.



Bänder die zentrale technische Herausforderung ihrer Zeit darstellte.

In diesem Sinne hatte das Tagungsteam unter der Gesamtleitung von Peter Wehrle, DL3PW, daher ein besonders breit gefächertes Programm in der Weinheimer Dietrich-Bonhoeffer-Schule zusammengestellt, das neben klassischen, historischen und brandaktuellen Amateurfunkthemen auch einen ganzen Vortragsstrang zur Erdbeobachtung, Sensorik sowie modernen Programmier- und Entwicklungsmethoden enthielt. Die Besucher – hier war im Vergleich zum Vorjahr ein Zuwachs von 20 % zu vermelden – hatten also die Qual der Wahl zwischen gleich vier Parallelveranstaltungen. In der Amateurfunkgemeinde bereits bekannte und beliebte, hochkarätige Referenten trugen gemeinsam mit vielen neuen Gesichtern insgesamt über 30 Fachvorträge bei.

Fachvorträge

An dieser Stelle über alle Beiträge im Detail zu berichten, würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen – hier sei auf den Tagungsband verwiesen [1], in dem sich detaillierte Zusammenfassungen der Vorträge finden. Um die große Bandbreite der diesjährigen Referate zu illustrieren, werden die Themen an dieser Stelle nur stichwortartig erwähnt.

Ein Vortrag von Bernd Sierk von EUMETSAT erläuterte aktuelle Erdbeobachtungssatelliten, während Ulrike Gayh die Überwachung von Gewässern und Hans Back den Einsatz von Funktechnik in der Landwirtschaft thematisierten. Der Funkbetrieb Erde-Mond-Erde und Erde-Venus-Erde wurde von Emil Bergmann, DL8JJ, und Paul Boven, PE1NUT, erörtert. Zum nur auf den ersten Blick überraschenden Thema der textilen Antennen gab es einen Beitrag von Susanne Hipp, DG1MEU.

Großer Andrang an den Ständen der Distrikte A und K sowie dem YL-Stand des DARC e.V.



Selbst beim Mittagessen wurde angeregt diskutiert.

Der langjährige UKW-Tagungsveteran und Garant für ebenso originelle wie hervorragend verständlich aufbereitete Themen, Pieter-Tjerk de Boer, PA3FWM, beschäftigte sich in diesem Jahr damit, den Frequenzsyntheseschip Si5351 in all seinen Möglichkeiten auszureizen. Wolfgang Beer, DK2FQ, untersuchte das Abstrahlverhalten von Antennen, während Lutz Gündel, DC3YT, daran erinnerte, dass sich die Erfindung der Yagi-

also mit Licht im optischen Spektrum, den Harald Gerlach, DL2SAX, vorstellte.

Andreas Krüger, DJ3EI, beschrieb seine Annäherung an JS8, also jene digitale Betriebsart, welche als Erweiterung von FT8 erlaubt, mit Textnachrichten zu kommunizieren. Guido Liedtke, DJ1NG, diskutierte den Einsatz von Jedermannfunk für den Notfunk, während Henning Weddig, DK5LV, über sein erstes Funkgerät auf dem 2-m-Band sprach. Matthias Bopp, DD1US, zeigte eine Endstufe für das 6-cm-Band und Oliver Schmidt eine Logger-App für den Single-Chip-Empfänger NXT TEF 6686. Ganz bodenständig ging es bei Thomas Raphael, DF4KJ, zur Sache – er zeigte Praxisbeispiele für die Antennenerdung nach der neuen VDE-Norm.

Wie bereits erwähnt, wurde eine Reihe von Vorträgen geboten, die sich nicht mit Amateurfunkthemen beschäftigten, sondern mit

verwandten MINT-Themen und Funktechnologie-Anwendungen. Sebastian Bechtold berichtete beispielsweise davon, wie Umweltsensordaten im „digitalen Zwilling“ der Metropolregion abgebildet sind, während Jan Handwerker über das Wetterradar sprach. Michael Dörr zeigte den Einstieg in *CircuitPython* und Stefanie Winter, DL8NSB, besprach die Grundlagen des Leiterplattenlayouts.

Aussteller

Unter den kommerziellen Ausstellern war auch in diesem Jahr wieder das Unternehmen Icom dabei und hatte als Deutschlandpremiere den IC-7300MK2, die gerade erst erschienene Neuauflage des Transceiver-Klassikers, im Gepäck. Icom belegte einen Standabschnitt gemeinsam mit der Hilberling GmbH.



Gespannte Atmosphäre beim Verbindungsaufbau zu DPOGVN über QO-100

Uda-Antenne zum (fast) 100. Mal jährt. Peter Welke, DK1AA, griff den historischen Aspekt der Tagung auf und stellte die Frage, ob man heute noch wie vor 70 Jahren um die Welt funken kann.

Auch rund um die Welt geht es bekanntermaßen mit WSPR, wie Wolfgang Heinrich, DG8FEW, berichtete. Davon können sogar die Schiff- und Luftfahrt profitieren, zeigte Robert Westphal, DJ4FF. Auf kürzeren Strecken bewegt sich der Betrieb auf 400 THz,



Vortrag zum Funkkontakt mit DPOGVN



Innenansicht des Antennenumschalters von DO9WA für den Dopplerpeiler

Diese beiden Aussteller traten auch jenseits ihrer Stände als Sponsoren und tatkräftige Helfer für eine der diesjährigen Sonderveranstaltungen auf: einen Funkkontakt mit der Südpolstation Neumayer-III, DP0GVN, live im Hörsaal per QO-100. Eine knappe Dreiviertelstunde lang konnten Moderatoren, anwesende Schüler und das Saalpublikum Fragen zu Leben, Überwinterung, Technik und Forschung am Pol stellen, die Operator Alex Schengber, DL2ALY, ausführlich beantwortete. Hier waren die Antennenkonfigurationen dieser abgelegenen Amateurfunkstation genauso Thema wie das Zusammenleben mit Pinguinen, der Umgang mit der Polarnacht, die Atmosphärenforschung und der Alltag auf diesem Außenposten am Rand der Antarktis. Gepaart war diese Veranstaltung mit einem Vortrag von Charly Eichhorn, DK3ZL, der mit seinen Ausführungen zur Geschichte und der Zukunft von AMSAT zu dem QO-100-QSO überleitete.

Neben Händlern waren in diesem Jahr wieder Gruppen wie beispielsweise der AATIS e.V. mit verschiedensten Ideen und Bausätzen für Schul- und Bastelprojekte präsent. Die Arbeitsgemeinschaft Telegrafie e.V. (AGCW) lud Neulinge ein, sich an Morsepaddle und -taste zu versuchen. Vertreter der Distrikte A und K des DARC e.V. sowie ein Infostand der Deutschen Pfadfinderschaft Sankt Georg (DPSG), die FH Münster und der Arbeitskreis UKW-TV informierten über ihre Aktivitäten, wie auch das *Urban Climate Project* und die Metropolregion Rhein-Neckar.

Wie in der Vergangenheit wurde ein voll ausgestatteter Messplatz für Besucher angeboten, und auch die Bundesnetzagentur war mit einem Messwagen dabei. Die AG Mikrocomputer führte im Rahmen der Tagung ihre Sitzung durch, und parallel gab es Workshops zum Dopplerpeiler und zu *Neopixel*.

Ebenfalls im Rahmen des Tagungssamstags sollte als Sonderattraktion ein Ballonstart mit SSTV-Nutzlast stattfinden. Dieser musste allerdings aufgrund technischer Probleme auf den Sonntag verschoben werden, an dem dann der Flug mit Livebildern aus der Stratosphäre unter dem Sonderrufzeichen DF70UKW erfolgreich durchgeführt werden konnte.

■ Selbstbauwettbewerb 2025

Auch in diesem Jahr wurde wieder ein Selbstbauwettbewerb ausgerufen, zu dem immerhin

sieben sehr verschiedene und hochinteressante Einsendungen bei der Jury eintrafen. In Anbetracht der Anzahl und Verschiedenheit der Beiträge wurde davon abgesehen, Platzierungen in Kategorien festzulegen, sondern es wurden die Beiträge, die alle von hoher Qualität waren, in ihren jeweiligen Stärken gewürdigt.

Die Jury hob zwei Projekte besonders hervor. Eine portable Satellitentracking-Plattform von Raphael Schwierz, DJ7RFS, bestach durch die Kombination von Programmierung, Elektronik- und 3D-Design. Thomas Eckart, DL4EAU, stattete einen Kenwood-Transceiver TS-950 mit störungsarmen Schaltnetzteilen aus und lieferte damit eine besonders saubere, akribisch dokumentierte und von ausführlichen Messungen gestützte Arbeit ab.

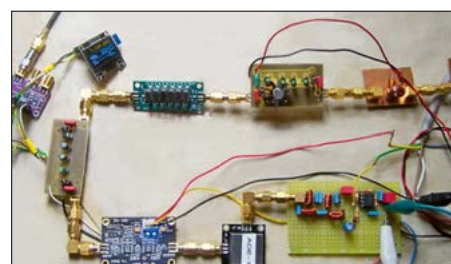
Auch die weiteren Beiträge waren hochinteressant. Emil Bergmann, DL8JJ, stellte einen mit Winfried Vogler, DL1YAR, entwickelten Morse-Keyer für Remote-Betrieb auf Basis des Waveshare-Moduls vor. Martin Steyer, DK7ZB, zeigte eine portable Vertikalantenne mit Teleskopstrahler, die durch einen besonders hohen Nachbaufaktor besticht und dank eines ausgeklügelten Systems aus Verlängerungsspulen und Radials trotz ihrer relativ geringen Maße von maximal 5 m gute Anpassung und Wirkungsgrade bis in das 40-m-Band verspricht.

Andreas Wolf, DO9WA, lieferte mit einem optimierten Vierfach-Antennenumschalter einen Beitrag für den niederschweligen Einstieg in das Dopplerpeilen – eine Technik, die eine extrem schnell umlaufende Antenne durch zyklisches Umschalten zwischen fixen Einzelantennen simuliert. Diese Version des *Super Simple Sound Doppler* wurde im Rahmen der Peilgruppe Kalmit erstellt.

Andreas Krüger, DJ3EI, nahm die Ansage des Selbstbauwettbewerb-Teams ernst, dass auch Softwareprojekte willkommen seien, und zeigte eine Lösung für modernes Morsenlernen mithilfe einer App, die Wortlisten analysiert und Buchstabenreihenfolgen für das Lernen gemäß der Koch-Methode vorschlägt.

Henning Weddig, DK5LV, stellte einen aus Einzelmodulen per SMA-Verbindern kombinierten modularen Experimentierempfänger vor. Mithilfe der vorliegenden Komponenten können Empfängerschemata mit typischen Modulen wie Mischern, Filtern und Verstärkern direkt als real funktionierende Einheit umgesetzt und betrieben werden – eine reizvolle Möglichkeit zum Experimentieren oder für die Ausbildung.

Die Teilnehmer des Selbstbauwettbewerbs konnten im Rahmen der Abschlussveranstal-



Experimentalempfänger von DK5LV mit per SMA-Steckverbindern zusammengeschalteten Einzelmodulen

tung ihre Projekte noch einmal selbst vor Publikum zeigen und bekamen Preise von der Jury überreicht.

■ Gemütliches Beisammensein und Ausklang bei DL0WH

Wie bei jeder UKW-Tagung wurde der Tagungssamstag am Freitag und Sonntag mit Ham-Fest, Grillen, Frühstück mit alten oder neuen Freunden und Familien am Klubhaus *Wasserhaus* eingerahmt.

In diesem Jahr fand zum Abschluss am Sonntag noch ein besonderes Ereignis statt. Der aus technischen Gründen verschobene Start des Stratosphärenballons mit SSTV-Nutzlast wurde in geselliger Runde mit Klubmitgliedern, Gästen und Familienmitgliedern auf der Wiese beim Klubhaus durchgeführt. Der Ballon, der die etwa 1 kg schwere, von Schülern der Hans-Freudentberg-Schule Weinheim konstruierte Nutzlast bei einer Flugzeit von knapp 3 h bis ins Nördlinger Ries trug, erreichte eine Höhe von etwa 30 km und lieferte spektakuläre SSTV-Bilder aus der Stratosphäre und Videoaufnahmen von der platzenden Ballonhülle.

Wieder einmal war die Tagung – die von der Planung bis zur Durchführung ehrenamtlich vom FACW e.V. und dem Ortsverband A20 des DARC e.V. gestemmt wird – nur erfolgreich, weil etliche Vereinsmitglieder, Familienmitglieder, Freunde und Gäste zahllose Aufgaben erledigt und Dienste geleistet haben, die eine Veranstaltung dieser Größenordnung mit sich bringt. Dafür gilt allen Beteiligten ein großes Dankeschön vom Vorstands- und Planungsteam – und wir hoffen auf ein Wiedersehen auf einer spannenden 71. UKW-Tagung.

**Alex Knochel, DK3HD,
2. Vorsitzender FACW e.V.**

Bezugsquelle

[1] FACW e.V. (Hrsg.): 70. Weinheimer UKW-Tagung 2025, Skriptum der Vorträge. Bezug: FA-Leserservice U-2025

Von der Ballonkamera während des Starts aufgenommenes Luftbild mit Klubmitgliedern und Tagungsgästen

Fotos: DL4ZAO (5); DK5LV (1), DO9WA (1)



UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: df2zc@funkamateure.de
Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

TEP – die Saison geht weiter

Auch im September wurden wieder 2-m-QSOs über die Transäquatorial-Ausbreitung vermeldet. Meistens sind dann die selben Stationen beteiligt: Im Süden Afrikas ist es oft V51WW (JH8IOC), der per TEP auf 144 MHz nach Süditalien funkt. Häufiger QSO-Partner ist I8KPV (JN70KO) in 6591 km, so auch am 30.9. um 1818 UTC wieder einmal. Auch Bernie, V5/ZS4TX, war in JH70 weiterhin per TEP aktiv. Alleine im September arbeitete er zum Teil mehrfach I8KPV (JN70), IZ7AUH (JN80) und IZ8EDJ (JN70). Die Reflexionsbedingungen sind gnadenlos: Wer nicht in etwa der gleichen Distanz zum Äquator auf annähernd derselben magnetischen Länge liegt, hat keine Chance auf ein QSO. Die Saison läuft noch bis in den Dezember hinein; vielleicht gibt es ja doch noch eine Überraschung.

Ergebnisse MS-Sprint-Contest 2025

Zwei Monate früher als gewohnt liegen bereits die Resultate des vom UKW-DX-Portal MMonVHF auf 144 MHz durchgeführten Meteorscatter Sprint Contest vor. Vom 11.8., 2200 UTC bis zum 13.8., 2159 UTC, und damit während des Perseiden-Maximums, galt es, im 2-m-Band per Meteorscatter möglichst viele QSOs zu komplettieren. Die dabei überbrückte Entfernung in Kilometern entspricht der Punktzahl der jeweiligen Verbindung. Durch Aufsummierung der einzelnen QSO-Punkte erhält man das Gesamtergebnis. EB3EPR (JO01ND) erreichte in der QRP-Sektion (maximal 1,5 kW ERP) mit 19 Funkverbindungen den ersten Platz. Im Schnitt wurden pro Verbindung 1355 km überbrückt. In der QRO-Sektion (Strahlungsleistung > 1,5 kW ERP) freute sich wie im Vorjahr YU7MS (KN05FG) über den ersten Platz. 148 041 Punkte stehen zu Buche, 2024 waren es nur 129 939 Punkte. ODX war EI2FG (IO61AX) über 2201 km.

Ergebnisse MS-Sprint-Contest					
QRP (ERP < 1500 W)					
Pl.	Rufz.	Loc	ODX	QSOs	Pkt.
1	EB3EPR	JN01DG	1747	19	25737
2	9A5ISS	JN95KG	2094	15	21522
3	DJ7YP	JO41FD	1813	17	18072
4	DF9GH	JN38WA	1748	14	16366
5	SM5DWF	JO88HE	1567	12	15357
6	EA1HRR	IN83JJ	1694	8	11764
7	EA3MS	JN11HO	1527	7	8541
8	YL2IV	KO06OL	1508	4	5068
9	F4EEJ	IN95VQ	1383	3	3910

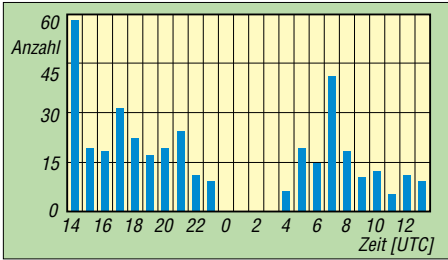
9 Logs

Ergebnisse MS-Sprint-Contest					
QRO (ERP > 1500 W)					
Pl.	Rufz.	Loc	ODX	QSOs	Pkt.
1	YU7ON	KN05FG	2201	114	148041
2	EA2BFM	IN83SH	2267	72	96667
3	HA6KVC	JN97WV	2180	59	77143
4	RX3DPK	KO96DI	2182	32	52301
5	OE1ILW/p	JN77XX	1886	37	51341
6	PA2CHR	JO32DB	2024	36	48540
7	LA0BY	JO59IX/FW	1821	26	35704
8	SQ5GVY	KO02MQ	1833	28	32667
9	OG3Z	KP11MK	1894	22	31214
10	LZ1GHT	KN12WI	1554	24	26691
11	OE4WHG	JN87DC	1822	19	23612
12	EA2DR	IN83MB	1541	17	21078
13	DF9PX	JO30JF	1806	17	20532
14	9A5M	JN95GO	1833	13	16914
15	DG7AC	JO52AJ	1476	13	14375
16	E72U	JN94JU	1987	9	13091
17	HB9FAP	JN47PH	1412	1	1412

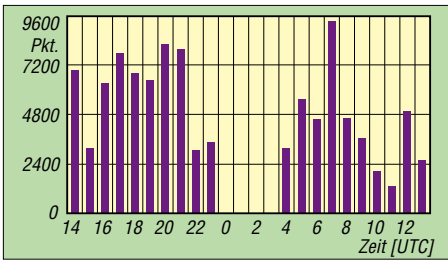
17 Logs

2-m-Contest bei DL4M

Mit insgesamt acht Teammitgliedern (DJ6DI, DJ6DH, DL4BBS, DK2NI, DL6YDG, DB1YV, DL6NF, DC2CB) trat die Crew von DL4M zum diesjährigen 2-m-Contest am ersten Septemberwochenende an. Nachdem der Empfänger am Anfang etwas „muckte“, weil der Netzschalter seinen Dienst versagte, lief die Technik dann den Rest des Contestes über problemlos. Der Contestbeginn zeichnete sich durch eine hohe QSO-Rate aus, während in den späten Abendstunden und am Sonntagvormittag dank ON4KST zahlreiche DX-Kontakte hohe Punktzahlen und einen hohen Kilometerschnitt ins Log zauberten. Die größte Distanz wies ein QSO mit GM4ZUK/p (IO86RW) über 845 km auf. Eingereicht wurden 374 Verbindungen mit Stationen aus 14 Ländern und 67 Mittelfeldern, was einen Gesamtstand von 102 182 Punkten brachte.



Zeitliche Verteilung der QSOs auf 2 m Grafik: FA



Zeitliche Verteilung der Punkte auf 2 m Grafik: FA

September-Contest

Der Vergleich mit dem September-Contest 2024 zeigt in der Mehrmannsektion auf den ersten sechs Plätzen exakt dieselben Stationen in genau der gleichen Reihenfolge, nur durchweg mit niedrigeren Punkten. Die etwas besseren Bedingungen in diesem Jahr brachten

Ergebnisse September-Contest					
144 MHz Einmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL5NEN	B26	JN59OP	948	361061
2.	DK1KC/p	C06	JN58QH	425	156950
3.	DJ9MC	P20	JN48WV	425	146318
4.	DR5T	A01	JN47KW	384	143911
5.	DK3QZ/p	N62	JO30IK	376	123985
6.	DL7AFB	D01	JO62JA	390	123984
7.	DH9NFM	B21	JO50RF	375	111746
8.	DK5PD	F27	JN39VV	268	109137
9.	DL8LR	U30	JN39PN	382	104906
10.	DD7PA	K32	JN49LM	394	102305

471 Logs

432 MHz Einmann 100 W					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR9A	A24	JN48EQ	1232	559328
2.	DA0FF		JO40XL	1227	467869
3.	DR7C	B02	JO50WB	1015	379198
4.	DK0NA	B23	JO50TI	830	286350
5.	DR2X	F43	JO40QL	799	262087
6.	DM5D	Y43	JO61OC	617	214705
7.	DF0MU	Z95	JO32PC	468	149059
8.	DL0GM	G07	JO31UB	437	144107
9.	DK0BC	Z46	JN48RN	388	137730
10.	DL0AC	G01	JO30EJ	375	125356

65 Logs

allen Top-Stationen 10 % bis 15 % mehr Kontakte ins Log und daraus resultierend höhere Endpunktzahlen. Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Einmannsektion, nur dass dort einige „neue Gesichter“ in den diesjährigen Top-Ten auftauchen. Aber auch in dieser Sektion liegen die Zahlen für QSOs und Endpunktzahlen um etwa 15 % höher als 2024.

Ausblick November

Der letzte überregionale UKW-Contest des Jahres, der Marconi-Memorial-Contest, also der IARU-Region-1-VHF-CW-Wettbewerb, findet diesmal am Wochenende 1./2.11. und wie jedesmal von 1400 UTC bis 1400 UTC statt. Durch die Bandbreitenvorteile von Telegrafie sollten sich auf 2 m auch ohne Überreichweiten ein paar schöne DX-Verbindungen über 600 km ergeben. Das Maximum des Leoniden-Schauers wird für die Nacht vom 17. auf den 18.11. erwartet. Mit vielleicht 20 bis 25 Radio-Reflexionen/h wird es gegen 1800 UTC nicht sonderlich spektakulär sein, doch für Meteorscatter in MSK144 und FSK144 reicht das auf den Bändern von 6 m bis 2 m gut aus. Der zweite Teil des internationalen EME-Contests der ARRL wird am Wochenende 8./9.11. durchgeführt. DF2ZC wird in der Zeit vom 19. bis 27.11. bei der ITU in Genf an einer Tagung der Arbeitsgruppe WP5A teilnehmen. In seiner freien Zeit will er immer wieder auch von der Klubstation 4U1ITU per Tropo und MS auf 2 m funken. 4U1ITU zählt als eigenes DXCC. Kapitän Yuri, UT1FG, lag mit der Brant bei Redaktionsschluss im kanadischen Quebec. Wenn alles gut geht, wird er dort auch sein Funkequipment übernehmen und dann wieder aktiv sein. Das nächste Ziel des Schiffs steht leider noch nicht fest. Bitte achten Sie auf Hinweise auf: www.funkamateure.de/aktuelles.html

FA-Topliste 2/2025

In der zweiten Ausgabe 2025 der FA-Topliste sind die Mikrowellenbänder wieder in der aktuellen Form komplett enthalten, die unteren Bänder (50 MHz und 70 MHz) dafür aus Platzgründen etwas gekürzt. Des Weiteren sind nun diejenigen Rufzeichen gestrichen, deren Meldungen seit mehr als zehn Jahren von den Teilnehmern nicht mehr aktualisiert wurden. Über-

einstimmend berichten die Teilnehmer, dass speziell auf 4 m die Luft dünner wird, da wenig neue Länder oder Felder aktiviert werden können und eine Art „Sättigung“ erreicht wurde.

6 m/4 m: Auf 70 MHz liefert DF7RG jetzt über 100 Felder ab – DK2GOX liegt auf 4 m bei fast 350 Feldern – DL1SO und DC7TS sind beide auf 6 m jetzt bei über 600 Feldern – Obwohl es noch nicht ganz für die 1000 Felder auf 6 m gereicht hat, berichtet DF9CY über ein neues ODX durch ein QSO mit VK4 – DC7TS

erreicht mit 108 Ländern das DXCC – DK8NE steht jetzt bei 1600 Feldern auf 6 m – Innerhalb eines Jahres legt Alex, DL1KDA, 100 Felder auf 6 m nach.

2 m/70 cm: DF9CY meldet auf 2 m jetzt über 360 und auf 70 cm glatte 150 Felder – Bei DC7TS plus 10 Felder auf 70 cm – Mit über 500 Feldern steigt DJ1TU auf 6 m neu ein – Trotz lokaler Störungen schafft DL8DAU die 700 Felder auf 2 m – Erwin, DK5EW, tritt nach 30 Jahren Aktivität dem 1000er-Klub auf 2 m bei.

FA-Topliste 1/25: Rufzeichen, Standort, gearbeitete Mittelfelder, DXCC-Gebiete; * ohne Digimodes

50 MHz

DK8NE	JO50	1600	246
DJ3TF	JN59	1286	246
DL7AV	JN58	1227	235
DL6AMI	JO51	1211	226
DL3AT	JO50	1087	185
DL5ME	JO52	1057	172
DL5WG	JO52	1024	198
DF9CY	JO54	984	185
DK1FW	JN48	973	197
OE4WHG	JN87	947	162
DG1CMZ	JO60	943	182
DK3WG	JO72	938	175
DL4WK	JO63	938	168
DL7CM	JO62	903	197
DF7RG	JN68	874	179
DL5MCG	JN58	843	154
DG5YIL	JO32	828	179
DL7ARM	JO62	825	179
DL2DXA	JO61	811	177
DL1KDA	JO30	803	138
DL2HWA	JO51	789	210
DL4KUG	JO64	784	148
DL6BF	JO32	780	164
DJ4TC	JO63	758	156
DK7ZB*	JO51	726	172
DG1VL	JO61	694	131
DG0KW	JO64	677	130
DJ8ES	JO43	669	123
DL1SUZ	JO53	668	124
DC9YC	JO31	660	138
DK5EW	JN48	649	133
DL7HG	JO62	648	132
DH8BQA	JO73	638	137
DL7UCW	JO63	635	164
DL7ANR*	JO62	629	125
DL3DXX	JO60	628	124
DL4SZB	JO63	618	120
DL1SO	JO53	613	108
DL7BU	JO51	606	143
DC7TS	JO62	606	105
DK2BJ	JO30	603	106
DF7AP	JO51	601	121
DL4MP	JN48	590	113
OE3FVU	JN78	584	106
DH8VG	JO33	582	112
OE1SOW	JN88	579	146
DL8LBN*	JO43	578	134
DF6WE	JO31	570	98
DL9NDC*	JN59	567	131
DL6CNG	JO51	550	126
DK2JP	JO73	542	144
DF5DL	JN58	538	92
DJ4WT*	JN49	511	101
DJ1TU	JN48	507	102
DH6DAO	JO41	504	90
DL7YS*	JO62	498	101
DL1BRD*	JO72	473	85
DL5GAC	JN47	472	82
DK3HV	JO31	465	90
DL2DVL	JO61	455	85
DL1EK	JO31	433	79
DH4IQ	JO31	430	72
DL8EI	JO31	415	81
DF3XZ	JO53	402	47
DD5MA	JO30	384	69
DM2BHG	JO51	331	76
DK5ZX	JO64	319	62
PA0MIR	JO32	300	63
DL2BPG	JO51	291	58
DG0JMB	JO60	270	63
DG8HJ	JO43	257	59
DG3YEV	JN68	242	49
DL7ATE	JN68	239	56
DL4WO	JO61	231	81
DK5SF	JN48	227	118

70 MHz

DL6BF	JO32	379	62
DK2GOX	JN49	347	64

DL5WG	JO53	313	59
DK5EW	JN48	310	63
DM2BHG	JO51	278	57
DL4KUG	JO64	273	52
DL5MCG	JN58	272	58
DL1KDA	JO30	265	58
DJ4TC	JO63	257	52
DL4WO	JO61	231	55
DG1VL	JO61	227	50
DG0KW	JO64	226	48
DL1SUZ	JO53	207	43
DK6AO	JO51	200	48
DK5SO	JN58	193	44
DK2BJ	JO30	179	44
DL4WK	JO63	172	39
DJ8ES	JO43	167	42
DL2HWA	JO51	157	43
DH8BQA	JO73	137	31
DJ1TU	JN48	134	34
DK5YA	JN49	132	37
DH8VG	JO33	127	34
DJ4WT	JN49	124	33
DF6WE	JO31	122	37
DJ5BV	JO30	109	31
DF7RG	JN68	107	30
DC7TS	JO62	96	27
DF3XZ	JO53	83	14
DG3YEV	JN68	62	18
DF7AP	JO51	55	21
DL7YS*	JO62	53	21
DK3HV	JO31	42	20
DD5MA	JO30	36	15
DG0JMB	JO60	34	11

144 MHz

DF2ZC	JO30	1453	226
DK3WG	JO72	1407	226
DK5YA	JN49	1017	202
DK5EW	JN48	1004	187
DL1KDA	JO30	956	136
DJ9MG	JO52	948	133
DK5SO	JN58	924	176
DL6BF	JO32	913	136
DD0VF	JO61	902	145
OE3NFC	JN88	869	146
OE3FVU	JN78	823	144
DM2BHG	JO51	797	151
DL1VPL	JO61	784	125
DG1VL	JO61	717	132
DC9YC	JO31	717	107
DL8DAU	JO40	701	94
DL4KUG	JO64	692	110
DG0KW	JO64	671	84
DJ4TC	JO63	612	138
DL1SUZ	JO53	602	77
DL5WG	JO52	592	62
DL5MCG	JN58	591	83
DL5ME*	JO52	524	62
DL7UDA	JO62	501	74
DL4WK	JO63	497	52
DL2HWA	JO51	492	123
DF7AP	JO51	472	93
DG0JMB	JO60	468	71
DF1SO	JN48	437	58
DL1SO	JO53	393	53
DF7RG	JN68	392	65
DJ8ES	JO43	385	49
DL7YS*	JO62	374	53
DL4WO	JO61	371	152
DL2DXA	JO61	366	59
DF9CY	JO54	361	54
OE1SOW	JN88	359	63
DJ1LP*	JO64	343	46
DF5DL	JN58	336	52
DK2BJ*	JO30	330	56
DD0VF	JO61	322	56
DH8VG	JO33	294	43
OE4WHG	JN87	290	50
DG3YEV	JN68	271	54
DC7TS	JO62	267	48
OE5VRL	JN78	265	46

432 MHz

DK3WG	JO72	672	147
DL1VPL	JO61	302	57
DL8DAU	JO40	289	64
DL3YEE	JO42	247	49
DJ4TC	JO63	240	55
DL8QS	JO43	214	37
DL1KDA	JO30	210	43
DL7YC	JO62	191	41
DL1SUZ	JO53	186	41
DG0KW	JO64	185	32
DJ5BV	JO30	174	40
DL7UDA	JO62	167	43
OE5VRL	JN78	157	34
DF9CY	JO54	150	30
DJ9MG	JO52	142	22
DG0RG	JO62	134	29
DL6BF	JO32	132	19
DL1BKK	JO43	128	28
DJ8ES	JO43	128	23
DL2HWA	JO51	125	49
DF0YY*	JO62	124	27
DG0VOG	JO60	121	24
DL4WK	JO63	118	25
DL0UL/p	JN48	116	22
DL3YEE	JO50	113	38
DG1VL	JO61	113	25
DH8VG	JO33	112	24
DF7RG	JN68	109	24
DF3XZ	JO53	109	17
DL7ANR*	JO62	108	24
DL2DR	JO31	107	21
DL7YS*	JO62	104	22
DC4XH*	JO43	104	20
DM7A	JO60	103	20
DH8BQA	JO73	99	22
DF5DL	JN58	98	20
DG0JMB	JO60	96	27
DK2BJ*	JO30	93	19
DJ1LP*	JO64	93	19
DC7TS	JO62	88	17
DF6WE	JO31	87	21
DL4MP*	JN48	85	23
DL1EJA	JO31	85	20
OE3EFS	JN78	84	22
DL5DWF	JO60	81	21
DL2DXA*	JO61	80	21
DK7C*	JO62	77	19
DG1BH	JO33	75	17
DL0SP/p*	JO62	74	15
DD0VF	JO61	66	18
OE3FVU	JN78	64	16
DL1EK	JO31	64	15
DJ4WT	JN49	61	14
OE4WHG	JN87	59	13
DG3YEV	JN68	57	13

1296 MHz

DK3WG	JO72	410	100
DL7UDA	JO62	313	96
DL1SUZ	JO53	291	73
DL7YC	JO62	254	62
OE5VRL	JN78	156	33
DK5YA	JN49	143	48
DJ5AR	JO40	136	38
DJ5BV*	JO30	125	25
DL3YEE*	JO42	125	25
DK7QX*	JO42	120	23
DL1KDA	JO30	88	17
DM7A*	JO60	80	18
DF0YY*	JO62	80	18
DJ8ES*	JO43	76	12
DL7VTX*	JO62	70	14
DL2DR	JO31	69	13
DC4XH*	JO43	67	14
DL3YEE*	JO50	66	17
DJ4TC	JO63	60	12
DG0VOG	JO60	58	6
DJ1LP*	JO64	56	13
DJ4WT	JN49	54	13
DJ1KP	JO40	50	14
DK2BJ*	JO30	48	10
DG0KW	JO64	47	11
DF6WE*	JO31	46	11
DL7YS*	JO62	45	9
DF7RG	JN68	43	13
DG1VL	JO61	38	8
DM2BHG	JO51	36	11
DG0ONW	JO50	35	8
DF3XZ	JO53	35	8
DK2YCT	JO41	32	9
DG8HJ	JO43	31	2
DF5DL	JN58	30	8
DG3YEV	JN68	25	9
DF0BT	JO62	25	7
DL5DWF	JO60	23	7
DL0STO	JO40	23	7
DF9CY	JO54	22	8
DG0JMB	JO60	22	3
OE1SOW*	JN88	21	9
OE3EFS	JN78	21	7
DL0SP/p*	JO62	20	5
DL6BF	JO32	17	5
DF7AP	JO51	17	4
OE4WHG	JN87	15	7
OE3FVU	JN78	14	12
DK7TY*	JO62	14	4
DJ1TU	JN48	13	3
DL1EJA	JO31	12	5
DL6GCK	JN47	12	3

2320 MHz

DL7YC	JO62	109	36
DL1SUZ	JO53	103	31
OE5VRL	JN78	100	24
DJ5AR	JO40	72	21
DM7A	JO60	52	14
DF0YY	JO62	51	12
DL3YEE	JO42	47	13
DL1BKK	JO43	45	10
DL3YEE	JO50	44	15

3400 MHz

DL7YC	JO62	61	25
DL1SUZ	JO53	53	12
OE5VRL	JN78	40	10
DL3YEE	JO50	31	9
DF0YY	JO62	31	8
DM7A	JO60	30	6
DJ8ES	JO43	28	5
DL3YEE	JO42	27	7
DL1BKK	JO43	15	3
DL2DR	JO31	14	3
DG1VL	JO61	10	4
DG0RG	JO62	9	4
DL0UL/p	JN48	9	1
DL6GCK	JN47	4	2
DL7VTX	JO62	3	1
DF6WE	JO31	2	1

5760 MHz

OE5VRL	JN78	88	22
DL7YC	JO62	85	31
DL1SUZ	JO53	58	21
DL3YEE	JO42	42	12
DM7A	JO60	38	8
DF0YY	JO62	28	9
DJ8ES	JO43	25	6
DL1BKK	JO43	19	9
DL3YEE	JO50	17	5
DL7VTX	JO62	14	5
DL0UL/p	JN48	14	4
DL2DR	JO31	11	3
DG1VL	JO61	10	4
DL6GCK	JN47	10	3
DJ1TU	JN48	3	1
DF6WE	JO31	1	1



■ Technischnachwuchs durch Förderung

Frank Christiansen, DL2FC, und Florian Johannes Knoll, DL1KNF, die als Quereinsteiger an der Beruflichen Schule Husum in Nordfriesland unterrichten, sind überzeugt: Es braucht mehr Begeisterung für Technik unter Jugendlichen. Um diesem Ziel näherzukommen, gründeten sie eine Amateurfunk-AG in der Hoffnung, Schüler für dieses interessante und lehrreiche Hobby zu gewinnen. „Wir wollten etwas anbieten, das greifbar ist, eine Möglichkeit zur ständigen Weiterentwicklung bietet und mit Technik zu tun hat“, erklären die beiden. „Amateurfunk erschien uns als perfekte Gelegenheit.“ Auch wenn Kommunikationstechnik ein Bestandteil ihres Studiums der Elektrotechnik war, mussten sich die beiden Lehrkräfte zunächst einen Überblick verschaffen, da sie bisher keinen direkten Kontakt mit dem Amateurfunk hatten. So beschlossen sie, für das Schulprojekt zunächst selbst die Prüfung für die Klasse A abzulegen. Die AG-Schüler sollten auf die Einsteigerklasse N vorbereitet werden, da diese keine umfangreichen elektrotechnischen Vorkenntnisse erfordert.

Bei einem Gespräch mit der Schulleitung stießen die Lehrer auf Unterstützung. Die Suche nach interessierten Schülern begann in Bildungsgängen, bei denen Interesse zu vermuten war: bei den Fachinformatikern, im beruflichen Gymnasium mit Schwerpunkt Elektrotechnik sowie in der Berufsfachschule mit dem Zweig Informationstechnik. Die Resonanz war erfreulich: Schnell fanden sich 18 Schüler, die bereit waren, nach dem regulären Unterricht freiwillig mehr über Naturwissenschaft und Technik zu lernen.

Die wöchentlichen Treffen fanden in der Regel abends online statt. Dort wurden gemeinsam die Schulungsvideos von 50ohm.de gesehen. Ein herzlicher Dank geht an Michael, DL2YMR, für die didaktisch hervorragende Aufbereitung der Theorie für die Klasse N. Anschließend klickte sich die Gruppe durch die offiziellen Prüfungsfragen auf einer von den Lehrern bereitgestellten Onlineplattform und diskutierte auftretende Unklarheiten.

Vom Bildschirm zur Praxis

Je näher der Prüfungstermin rückte, desto stärker wurde der Wunsch nach praktischer Erfahrung. Der erste praktische Themenabend widmete sich Handfunkgeräten, die sich alle Beteiligten angeschafft hatten. Gemeinsam konfigurierten sie bei einem Online-Meeting die Firmware und speicherten wichtige Frequenzen aus dem norddeutschen Raum. Ein Höhepunkt des Abends war ein Funkkontakt der beiden Lehrer, die nach inzwischen bestandener Prüfung nun eigene Rufzeichen hatten, über einen Repeater. Die AG-Mitglieder, die sich noch in der Prüfungsvorbereitung befanden, konnten je nach Standort den Funkverkehr von zu Hause aus verfolgen. Die beiden Lehrer hatten zwar nun eigene Rufzei-

chen, doch noch fehlte es an Betriebserfahrung. Die Lösung war ein Kontakt zum Ortsverband M04 des DARC e. V. in Husum, dessen Mitglieder die AG gerne unterstützten. OVV Wolfgang Blau, DK7UY, organisierte mit seiner Gruppe eine praxisnahe Übung. Eine Woche später legten zehn AG-Mitglieder erfolgreich die Prüfung zur Klasse N bei der Bundesnetzagentur ab. Nun warteten die neuen Funkamateure gespannt auf ihre persönlichen Rufzeichen. Ein besonderer Dank geht an Hendrik Saß, der mit einer privaten Spende die Prüfungsgebühren der Schüler übernahm, sowie an alle Beteiligten.



AG-Mitglieder mit ihren Lehrern nach der bestandenen Amateurfunkprüfung Foto: DL2FC

Weitere Pläne

Geplant sind Aktivitäten der Amateurfunk-AG, darunter Funkkontakte mit entfernten Stationen sowie eine Fuchsjagd. Wenn in rund zwei Jahren durch den regulären Ausbildungszyklus eine neue Schülergeneration an die Schule kommt, soll auch diese für den Einstieg in den Amateurfunk begeistert werden. Erfreulich ist, dass einige Schüler nun die nächsthöhere Amateurfunkklasse E anstreben. Darüber hinaus wollen DL2FC und DL1KNF den Kreis erweitern und künftig Schüler auch aus nicht technischen Bildungsgängen ansprechen. Es gilt, dass Technikbegeisterung keine Fachgrenzen kennt – sie muss nur geweckt werden.

Frank Christiansen, DL2FC;
Florian Johannes Knoll, DL1KNF

Afu-Welt

■ Offener Brief an Hersteller

Im August veröffentlichte die AMSAT-SM einen offenen Brief an mehrere Hersteller von Amateurfunkgeräten, in welchem sie die Entwicklung eines neuen Handfunkgeräts mit echter Vollduplex-Fähigkeit anregten. Die Initiative unter der Leitung von Lars Thunberg, SM0TGU, unterstreicht die starke Nachfrage innerhalb der Satellitengemeinschaft nach einem modernen Funkgerät, das gleichzeitiges Senden und Empfangen auf verschiedenen Bändern unterstützt, ohne dass es beim Empfang zu einem Empfindlichkeitsverlust kommt.

Die Funkamateure der AMSAT-SM sind überzeugt, dass es einen weltweiten Markt für ein solches Gerät gibt. Derzeit bietet kein verfügbares Modell volle Duplex-Fähigkeit, was insbesondere beim Amateurfunkdienst über Sa-

telliten benötigt wird. Das nicht mehr hergestellte Kenwood TH-D72 hatte noch diese Funktion. Eine weitere Ausstattung zur Unterstützung des Satellitenbetriebs wäre ebenfalls willkommen. So bietet etwa das Anytone AT-D878UVII zwar Satelliten-Tracking, doch ohne Vollduplex-Fähigkeit.

Den Brief erhielten ein Dutzend Hersteller: Alinco, Anytone, Baofeng, Icom, Kenwood, QYT, Radtel, Retevis, TYT, Verotelecom, Wouxun und Yaesu. Drei davon haben bisher auf den Aufruf reagiert. Ein Erfolg in der Sache wäre zu wünschen – wir drücken die Daumen.

Andreas Bilsing, DM4TG

■ SAQ Grimeton am 24. Oktober 2025

Am 24. Oktober 2025 sendet der schwedische Längstwellensender mit dem Rufzeichen SAQ anlässlich des *Tags der Vereinten Nationen* auf 17,2 kHz eine Botschaft in Morsetelegrafie an die Welt, um für Frieden, Einheit und globale Partnerschaften zu werben.

Ablauf der Aktivität:

- 15.20 Uhr (1320 UTC) Beginn der Live-Videoübertragung aus Grimeton auf Youtube (www.youtube.com/watch?v=GJ8cY0s7sww)
- 15.30 Uhr (1330 UTC) Inbetriebnahme des Wechselstromgenerators auf 17,2 kHz mit Testschleifen

- 16.00 Uhr (1400 UTC) Aussendung einer Nachricht auf 17,2 kHz in Morsetelegrafie

Empfangsberichte sind über ein Kontaktformular (Link bei <https://alexander.n.se>) willkommen und werden per elektronischer QSL bestätigt.

Die Amateurfunkstation auf dem Gelände des Längstwellensenders ist am 24. 10. unter dem Rufzeichen SK6SAQ tagsüber auf folgenden Frequenzen zu hören: 3517,2 kHz CW, 7017,2 kHz CW, 14017,2 kHz CW, 3755 kHz SSB und 7140 kHz SSB. Jeweils zwei der Frequenzen werden die meiste Zeit aktiv sein. QSL-Karten und Empfangsberichte an SK6SAQ (nicht SAQ!) werden gerne über E-Mail an info@alexander.n.se oder über das schwedische QSL-Büro entgegengenommen. Direktsendungen (bitte mit Rückporto) erreichen SK6SAQ über diese Postanschrift: Alexander – GVV, SK6SAQ, Radiostationen Grimeton 72, SE-432 98 Grimeton, Schweden.

SAQ Grimeton

■ RSGB-Mobile-App

Für Mitglieder des britischen Amateurfunkverbands stehen nun über die neue RSGB-Mobile-App die Mitgliederzeitschriften *RadCom*, *RadCom Basics* und *RadCom Plus* zusätzlich zum gedruckten Heft in digitaler Form bereit. Ergänzend lassen sich alle RadCom-Ausgaben ab Jahrgang 2000 durchsuchen, herunterladen und offline lesen. Dank einer benutzerfreundlichen Navigation besteht außerdem Zugriff auf zusätzliche digitale Inhalte, darunter Videos und Websites. Beiträge lassen sich mit Lesezeichen versehen, um diese später schnell zu finden. Die RSGB-Mobile-App für Smartphone und Tablet ist für Android und iOS in den jeweiligen Shops verfügbar.

RSGB



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ ÖVSV-Antennendesign-Wettbewerb

Die Einreichfrist für den Antennendesign-Wettbewerb 2025 wurde auf den 30. 11. 2025 verlängert. Weitere Infos und die detaillierten Ausschreibungsbedingungen findet man unter: <https://oevsv.at/oevsv/aktuelles/OeVSV-Antennendesign-Wettbewerb-2025-Einreichfrist-verlaengert>

■ Jubiläumsklubabend – 50 Jahre ADL 503

Die Ortsgruppe Frankenmarkt ADL 503 feiert heuer ihr 50-jähriges Bestandsjubiläum. Dazu lädt der Ortsverband alle Interessierten zum öffentlichen Jubiläumsklubabend im Saal der Landesmusikhochschule Frankenmarkt sehr herzlich ein. Man trifft sich am 22. 11. von 17 Uhr bis 21 Uhr im Saal der Landesmusikhochschule Frankenmarkt (Hauptstraße 81, 4890 Frankenmarkt). Neben einem Rückblick auf die vergangenen 50 Jahre soll es einige interessante

Informationen zum Thema Amateurfunk geben. Damit sich auch Nichtfunker etwas unter diesem Hobby vorstellen können, werden verschiedene praktische Vorführungen zu sehen und zu hören sein. Auch für das leibliche Wohl wird bestens gesorgt. Tobias, OE5TOB, und die Ortsgruppe freuen sich auf zahlreiche Besucher.

■ LUGA-Treffen in Wien

Am 26. 11. gibt es im Lehrsaal des LV1 (Eisvogelgasse 4/3, 1. Stock, 1060 Wien) ab 19 Uhr ein Treffen der *Linux user Group* mit OE1RSA zum Thema *Python Packages nutzen*. Mit etwa 650 000 Paketen ist die *Python-Paket-Registry* (PyPI) eine der größten Sammlungen von Open-Source-Software – und ein Schlüsselfaktor für Pythons Erfolg als meistgenutzte Programmiersprache. Doch Vorsicht: Nicht alle Pakete sind gleichwertig! In diesem Vortrag wird gezeigt, worauf es bei der Auswahl und Nutzung von Python-Paketen ankommt – von Sicherheit über Wartung bis hin zu Abhängigkeiten. Viele dieser Prinzipien gelten auch für andere Paketsysteme wie *apt*, *RubyGems* oder *npm*.

■ Vortrag: SOTA-Reise zu OE73ELK

Am 27. 11. findet ab 19 Uhr ebenfalls im Vortragssaal des LV1 (Eisvogelgasse 4/3, 1. Stock, 1060 Wien) ein Vortrag über die SOTA-Reise



QO-100-Aktivierung auf dem Grundstück von OH73ELK
Foto: OE1IAH

zu OH73ELK statt (s.a. FA 10/2025, S. 832 f.). Arnold, OE1IAH, organisierte im Frühjahr 2025 abermals eine Reise für Funkinteressierte. Besonderes Augenmerk war den „im Weg stehenden“ SOTA-Zielen gewidmet. So wurden alle SOTA-Berge in den drei baltischen Ländern besucht und erfolgreich aktiviert. Wendeziel der Reise war die Funkblockhütte OH73ELK, die Alex und seine Frau Raisa betreiben.

Die Reisegruppe mit Arnold, OE1IAH, Reinhard, OE1RHC, Martin, OE1MVA, Alexander, OE1LZS, und Andreas, OE3BAJ, wird von den Erlebnissen während der Reise berichten. Eine Auswahl von Fotos, die die Reise charakterisieren, begleitet den Plauderabend.



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Sektionspräsidenten-Konferenz (SPK) der USKA

Der erste nationale Herbstanlass ist traditionsgemäß die Konferenz der Sektionspräsidenten. Im Museum Technikwelt ENTER trafen sich 26 der 36 Sektionen (entsprechen den Ortsverbänden in Deutschland). Die SPK hat keine Beschlusskompetenzen, dient aber als beliebte Informations- und Diskussionsversammlung.



Sektionspräsidenten der USKA Foto: HB9AHL

Man berichtet von den Highlights, aber auch von Schwierigkeiten in den Regionen und richtet Wünsche an den Zentralvorstand der USKA. Dieser berichtet seinerseits über die Ergebnisse der Treffen mit dem BAKOM (entspricht der BNetzA in Deutschland) und anderen Bundesbehörden, sowie von den gelösten und kommenden Störungsfällen.

Ein besonderes Thema war die Ausbildungstätigkeit, bei der der Zentralvorstand als Bindeglied zwischen BAKOM und den Kursleitern in den Regionen wirkt. Dank des DARC e.V. kann sich die USKA dabei am Projekt *500hm.de* orientieren. Zum Schluss erhielten noch die zu ehrenden Funkamateure und die Schweizer Meister 2024 in KW und UKW ihre wohlverdienten „Lorbeeren“.

■ Swiss EmComm Convention der USKA

Der zweite nationale Herbstanlass bringt seit diversen Jahren alle Notfunker aus der Schweiz zusammen, dieses Jahr am 4. 10. in Vétroz VS. Es ging hier um die Vorstellung und Diskussion der Organisation der verschiedenen Funknetze für die Telekommunikation von Funkamateuren im Krisenfall. In der Regel werden folgende Themen in Vorträgen und Demonstrationen behandelt: AREDN, Winlink, HAMNET, PMR, Frequenzen, Akkumulatortypen und -laufzeiten, Statistiken zum *Swiss Emergency Contest* und Behördenkontakte.

■ Ausbildertreffen der USKA

Dies ist der dritte nationale Herbstanlass in Aarau am 11. 10., bei dem sich alle an der Ausbildung von neuen Funkamateuren Interessierten ein Stelldichein gaben. Zentraler Punkt ist stets die Prüfungsvorbereitung beim BAKOM. Seitdem das BAKOM Beispielfragen nicht mehr öffentlich zugänglich macht, sondern nur noch von Prüfungsfeldern spricht, ist die Vorbereitung (für Schüler und Lehrer) unsicher geworden. Die USKA bemüht sich daher, mit dem BAKOM zu einem konkreten Stoffkatalog zu kommen. Dabei spielt das bereits genannte Projekt *500hm.de* (daraus könnte *500hm.ch* entstehen)

eine wichtige Rolle. Der praktische Teil wird durch ein sogenanntes Patensystem abgedeckt.

■ Sysop-Treffen der USKA

Dieser vierte Herbstanlass ist ein echter Primeur, da ein solches schweizweites Treffen der rund 80 Repeaterbetreiber unseres Wissens noch nie stattgefunden hat; es wird am 15. 11. auch in Aarau veranstaltet. Seit dem neuen Fernmeldegesetz FMG im Jahr 2021 hat sich der Status der Zulassung für die HB-Repeater geändert. Die vom BAKOM erhaltenen Schreiben betreffend Frequenzen sind keine Konzessionen mehr, sondern nur noch eine Bestätigung, dass das BAKOM die genutzten Frequenzen zur Kenntnis genommen hat. Ob die gemeldeten Frequenzen frei sind, und ob dadurch andere gestört werden, ist für das BAKOM nicht relevant.

Neben klassischer FM als Modulationsart nimmt die Vielfalt an verschiedenen neuen digitalen Modulationsverfahren ständig zu. Kein Wunder, dass unter solchen Verhältnissen praktisch keine freien Frequenzen mehr zur Verfügung stehen. Auch haben wir heute noch klassische FM-Repeater, die immer noch nach dem 25-kHz-Raster und ohne Subton arbeiten. Bedenklich ist auch, wenn am gleichen Standort, auf dem gleichen Gipfel, zwei oder drei Sektionen ihren eigenen Sektionsrepeater installieren und betreiben.

Tnx Info Bernard Wehrli, HB9ALH; Urs Lott, HB9BKT; Markus Meier, HB9GXM



November 2025

1. 11.

Holzhammer-Contest [80 m/2 m/70 cm] (All) 0700/1200

IPA Radio Club Contest [KW] (CW) 0600/1800

Silent Key Memorial Contest [80/40 m] (CW) 0600/0900

YBDXPI FT8 Contest [160 ... 10 m] 0000/2400

1.-2. 11.

IARU-Region 1 Marconi Contest VHF [144 MHz] (CW) 1400/1400

UKEICC DX Contest [KW] (CW) 1200/1200

2. 11.

IPA Radio Club Contest [KW] (SSB) 0600/1800

Herbst-Sammlerbörse Rhein-Main, 9 Uhr bis 14 Uhr, Fritz-Treutel-Haus, Bergstraße 20, 65451 Kelsterbach

HSC-Herbst-Contest [KW] (CW) 1400/1700

3.-9. 11.

VFDB-Aktivitätstage [80/40 m] (All) 0000/2400

4. 11.

GMA Contest [144 MHz] (All) 1800/2200

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1800/2200

Westfalen Nord Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

8. 11.

Aktivitätswochenende Schleswig-Holstein [2 m/70 cm] (CW/SSB) 1600/1900

Funkflohmarkt mit Ham-Treffen beim OV T08 Neuburg-Schrobenhausen, Vereinsheim SV Weichering, Kochheimerstr. 42, 86706 Weichering, Informationen unter: www.t08.org

43. Norddeutsche Radiobörse mit Sammlertreffen, Bördehalle, direkt am Norddeutschen Radiomuseum, Schützenstraße 20, 21769 Lamstedt

8.-9. 11.

10-10 International Fall Contest [10 m] (Digi) 0000/2400

ARRL-EME-Contest [$\leq 1,3$ GHz] (CW/SSB/Digi) 0000/2400

Japan International DX Contest [160 ... 10 m] (SSB) 0700/1300

OK/OM DX Contest [160 ... 10 m] (CW) 1200/1200

WAE DX Contest [KW] (RTTY) 0000/2400

9. 11.

Aktivitätswochenende Schleswig-Holstein [80/40 m] (CW/SSB) 0600/0800, 1300/1500

FIRAC-Contest [KW] (SSB) 0700/1700

11. 11.

DARC-FT4-Contest [80/40 m] 1900/2030

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1800/2200

Westfalen Süd Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

13. 11.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1800/2200

15. 11.

All Austrian 160-m-Contest [160 m] (CW) 1600/2400

Herbstcontest Distrikt Köln-Aachen [UKW] (CW/SSB) 1530/2030

Radiobörse Prag, 8 Uhr bis 12 Uhr, Saratovská 20, Haus der Kultur Barikádníku, Prag, Tschechien

RSGB 1,8 MHz Contest [160 m] (CW) 2000/2300

15.-16. 11.

REF 160 m Contest [160 m] (CW) 1700/0100

16. 11.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

DUR-Aktivitätscont. [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

GMA Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

Herbstcontest Köln-Aachen [80/10 m] (CW/SSB) 0830/1630

HOT-Party [80/40 m] (CW) 1300/1700

OE VHF/UHF/Mikrowellen Aktivitätscontest [144 MHz ... 241 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz ... 10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

17. 11.

RSGB FT4 Contest [KW] 2000/2200

18. 11.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1800/2200

20. 11.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1800/2200

22.-23. 11.

LZ DX Contest [KW] (CW/SSB) 1200/1200

Amateurfunk- und Elektronikmesse Radioamateur 2, Fiera Pordenone, Viale Treviso 1, 33170 Pordenone, Italien. Weitere Informationen auf: www.radioamateur2.it

25. 11.

NRAU Activity Contest u. a. [$\geq 2,3$ GHz] (All) 1800/2200

25.-27. 11.

PMRExpo, Koelnmesse, Deutz-Mülheimer Str., 50679 Köln; www.pmrexpo.de

29.-30. 11.

CQ WW DX Contest [KW] (CW) 0000/2400

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Bareither + Raisch, Leonberg	896
Batronix Elektronik, Preetz	885
BWI GmbH, Meckenheim	898
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	896
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	895
Haro electronic, Burgau	896
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	895
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	899
Hotel Hellers Krug, Holzminden	895
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4.US
IK-Telecom, Finnland	896
ILT Schule, Schweiz	921
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	894
Kusch, Dortmund	897
QSL-Collection, Wien	895
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	896
Sander electronic, Berlin	896
SDR-Kits, Großbritannien	896
Spiderbeam, Spremberg	905
Vintronic, Flensburg	897
WiMo GmbH, Herxheim	895/897/899/905
electronicrepair.de, Schwaförden	896
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2.US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 12/25

ist am Freitag, dem 7. November 2025.

Vorschau auf Heft 12/25

Sint Maarten, PJ7K:

Niederlande in der Karibik

Mitglieder des Tschechischen DXpeditions-Teams reisten im September in die Karibik und waren von der Insel Sint Maarten aktiv. Unter dem Rufzeichen PJ7K ermöglichten sie DXern ein neues Gebiet für das DXCC-Diplom sowie NA-105 für IOTA-Sammler. Neben Kontakten in SSB und CW standen Aktivitäten in FT8 und RTTY sowie über Satellit auf der Agenda.



Vielseitiger Messgenerator

NF- und HF-Generatoren gehören zur Grundausstattung eines Messlabors. Das hier beschriebene Gerät deckt den Frequenzbereich von 1 Hz bis 30 MHz ab und erlaubt eine präzise PegelEinstellung zwischen 0 dBm und -100 dBm. Darüber hinaus kann es ein Rauschsignal für NF-Messungen erzeugen.

... und außerdem:

- Bastelprojekt Morse-Adventskalender
- Experimente mit einem preisgünstigen KW-Endstufenbausatz
- Höhere DX-Erfolgsrate durch optimierten FT8-Betrieb
- Teleskop-Vertikalantenne für 10 m bis 40 m
- WLAN-gestützter Generator für DCF77-Zeitzeichen

Redaktionsschluss
FA 12/25: 6. 11. 2025
Vorankündigungen ohne Gewähr

erscheint am 26. 11. 2025



Symmetrischer Antennenkoppler

Der Beitrag stellt einen selbst gebauten, symmetrischen Antennenkoppler vor, der bis 750 W belastbar ist und aus Anpass- und räumlich getrennter Steuereinheit besteht. Diese sind über ein Koaxialkabel und eine zweidrige Steuerleitung miteinander verbunden. Der Koppler speichert die gefundenen Anpass-Konfigurationen und lässt sich optional per CAT-Schnittstelle vom Transceiver steuern.



Die 6. Auflage unseres Schweizer Antennenbuchs ist da!

Die Antennentechnik bietet Funkamateuren selbst heute noch, wo in den Shacks kommerzielle Geräte vorherrschen, ein interessantes Betätigungsfeld für den Selbstbau. In diesem Buch werden überwiegend Antennen aus Draht beschrieben, die man ohne Weiteres selbst realisieren kann. Dabei verzichtet der Autor bewusst auf »Kochrezepte«. Vielmehr gibt er leicht verständliche Erklärungen und vermittelt interessante Anregungen.

In 40 Kapiteln werden die verschiedensten Aspekte des Baus von KW-Antennen beleuchtet, von der Wahl des Standortes über Speiseleitungen und Materialkunde bis hin zur Installation von Antennen – sogar solcher, die nicht sofort zu erkennen sind.

Der Verfasser des Buches, Max Rüegger HB9ACC, wurde 1942 geboren und ist seit seinem 20. Lebensjahr lizenziert.

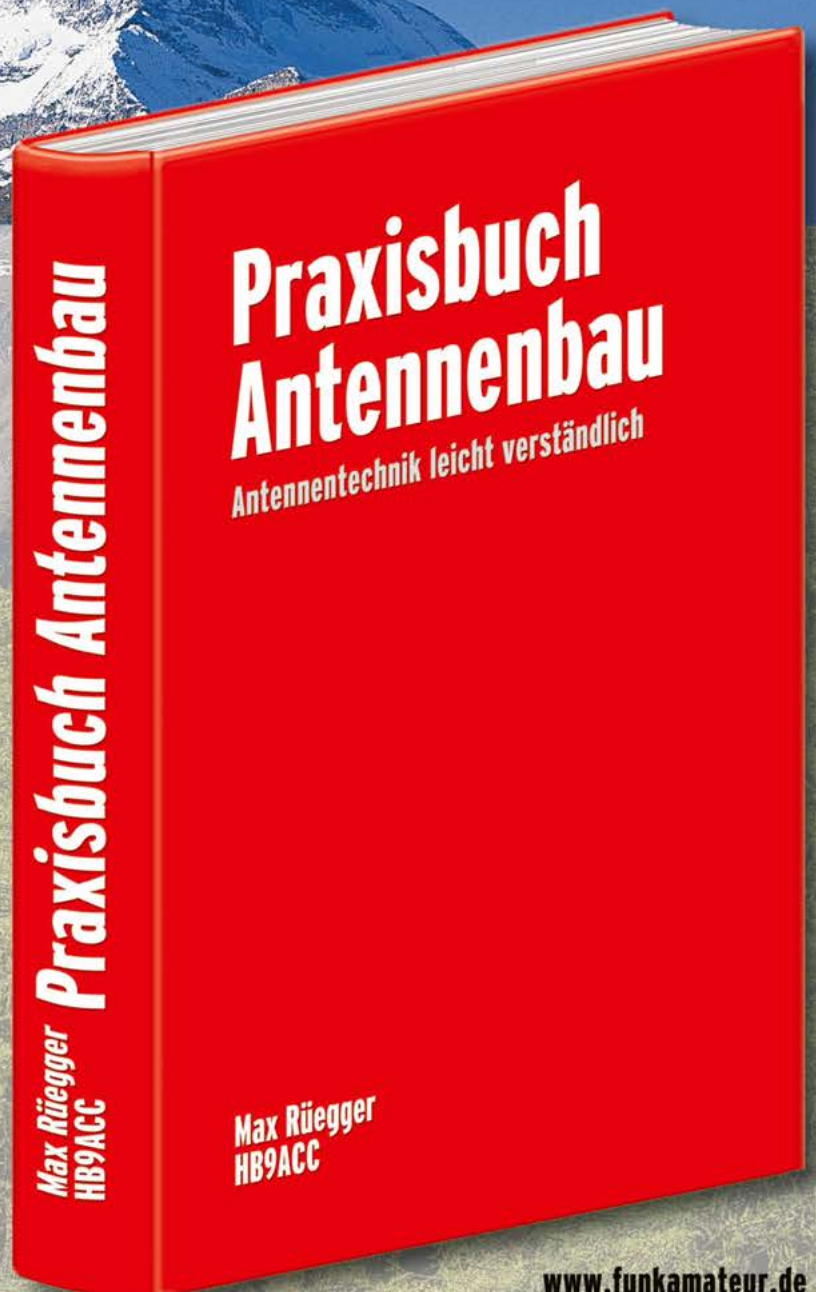
Als Ingenieur der Fernmeldetechnik geht er das Thema Antennenbau von der praktischen Seite her an und lässt dabei jahrzehntelange Erfahrungen aus seinem nicht nur durch Amateurfunk geprägten Funkerleben einfließen.

Durchgesehene 6. Auflage

488 Seiten, Format 16,5 x 23,5 cm

Festeinband

Bestell-Nr. X-9419 **42,00**



www.funkamateure.de

IC-7300MK2

**Demnächst
verfügbar**



Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

936 Sender Gleiwitz mit
höchstem Holzsendeturm

938 Funkamateure bei DLOSHF
im Dienst der NASA

944 12-V-Verteilung
mit Schutzfunktionen

950 VLF-Antennenmodule zum
Empfang des Senders SAQ

958 Mehr DX-Erfolge durch
optimierten FT8-Betrieb

Winter-
Katalog des
Leserservice
in der Heft-
mitte

969 Portable Teleskop-Vertikal-
antennen im Eigenbau

972 Gerät zur Reaktivierung
von Senderöhren

Selbst gebauter symmetrischer
Antennenkoppler



HF-Begeisterung

70 Jahre lang Einseitenband-Tradition

FTX-1 series

HF/50/144/430 MHz ALLMODE-FUNKGERÄT

FTX-1 Field

10-W-Version für den Feldeinsatz

FTX-1 optima

10-W-Feldeinsatz und Betrieb als 100-W-Basisstation



* Der Ständer ist ein im Handel erhältliches Produkt, das nicht zum optionalen Zubehör gehört

Unsere autorisierten Reparatur- und Service-Center

CJ-Elektronik GmbH (Funk24.net-Werkstatt)
Tel.: +49-(0)241-990-309-73
www.shop.funk24.net

WiMo Antennen und Elektronik
Tel.: +49-(0)7276-96680
www.wimo.com

DIFONA Communication
Tel.: +49-(0)6104-6896210
www.difona.de

Funktechnik Frank Dathe
Tel.: +49-(0)34345-22849
www.funktechnik-dathe.de

ELIX
Tel.: +420-284680695
www.elix.cz

YAESU
Radio for Professionals

ATLAS COMMUNICATIONS
Tel.: +41-91-683-01-40/41
www.atlas-communications.ch

CUBICOM Italia
Tel.: +39-338-844-5445
www.cubicom.it

I.L. ELETTRONICA
Tel.: +39-0187-520600
www.ielle.it

CSY & SON
Tel.: +39-0332-631331
www.csyeson.it

HF Electronics
Tel.: +32 (0)3-827-4818
www.hfelectronics.be

KBC import/export
Tel.: +31-318-552491
www.k-po.com

ML&S Martin Lynch & Sons
Tel.: +44 (0) 345 2300 599
www.ML&S.co.uk

YAESU UK
Tel.: +44-(0)1962866667
www.yaesu.co.uk

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
Internet www.funkamateure.de

Shop/Leserservice Christian Dörner, Tel. (0 30) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Tel. (0 30) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) Redaktion@funkamateure.de
Tel. (0 30) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) Support@funkamateure.de
Frank G. Sommer, DC8FG
(Technik) DC8FG@funkamateure.de
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) QTC@funkamateure.de
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) CBJF@funkamateure.de
Dipl.-Soz.-Wiss. Willi Paßmann, DJ6JZ
(Digimodes/SDR) DJ6JZ@funkamateure.de
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL
(Digital-QTC, DMR, D-STAR u.a.) DL1YBL@darf.de

Fachberatung Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO
Postbox@funkamateure.de

Ständige freie Mitarbeiter: Dr.-Ing. H. Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; B. Mischlewski, DF2ZC, UKW-QTC; U. Richter, DC8RI, VHF/UHF-Technik; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüschoff, HB9AHL, HB-QTC; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; W. E. Schlegel, Messen; H. Schönwitz, DL2HSC, Bergfunk-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; E. Stumpf-Siering, DL2VFR, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

Klubstation DF0FA (DOK FA)

Satz/Grafik H. Benkenstein, DC2HB (Leitung)
A. Hellinger; S. Zschäckel, DL3KWS

Druck und Versand Möller Pro Media GmbH, Ahrensfelde, OT Blumberg
Auslandsversand Güll GmbH, Lindau
Vertrieb PressUp GmbH, Hamburg

Manuskripte: Für unverlangt eingehende Manuskripte u. Ä. schließen wir jede Haftung aus. Wir bitten vor der Erarbeitung umfangreicher Beiträge um Rücksprache mit der Redaktion – am besten per E-Mail. Manuskripthinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder elektronisch verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder im Internet veröffentlicht werden.

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten usw. darf nur durch vom Verlag autorisierte Firmen erfolgen. Die Redaktion haftet nicht für die Richtigkeit und Funktion der veröffentlichten Schaltungen sowie der technischen Beschreibungen. Beim Herstellen, Veräußern, Erwerben und Betreiben von Sendern und Empfängern sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder infolge von Störungen des Arbeitsfriedens bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Erscheinungsweise: Der FUNKAMATEUR und das E-Paper erscheinen monatlich, in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats.

Inlandsabonnement: 12 Ausgaben 59,30 € (PLUS-Abo 65,30 €), jederzeit mit Geld-zurück-Garantie kündbar. Zahlung per SEPA-Lastschrift.

Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland gegen Nachweis nur 37,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 43,90 €.

Flex-Abonnement 6,90 € pro Monat. Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. **Bonus:** Jahrgangs-CD des Vorjahres mit der Januar Ausgabe.

Jahresabonnement Ausland 63,50 €: 12 Ausgaben (PLUS-Abo 69,50 €); Schweiz/Liechtenstein 74,- CHF (PLUS-Abo 79,- CHF)

Digital-Abonnement 49,- €: Freischaltcode für 12 Ausgaben als E-Paper (in der App bzw. im Browser) sowie zum Download des Jahrgangs-PDF

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus Jahrgangs-CD bzw. Download-Key für das Jahrgangs-PDF und Freischaltcode für das E-Paper gegen 6,- € Aufschlag.

Kündigungen von Jahresabonnements bitte der Box 73 Amateurfunkservice GmbH sechs Wochen vor Ablauf schriftlich anzeigen.

Zustell- und Portokosten sind, außer für Luftpost, in den Preisen für die Abonnements enthalten. Preisanpassungen müssen wir uns vorbehalten.

Bestellungen von Abonnements bitte an den Verlag senden oder über unsere Homepage www.funkamateure.de → Abo und Probeheft

IBAN für Überweisungen in Euro: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODE33XXX

IBAN für Überweisungen in CHF: Box 73 Amateurfunkservice GmbH
CH82 0900 0000 4076 7909 7 BIC: FOFIGH33XXX

Private Kleinanzeigen: Alle Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über www.funkamateure.de → Inserieren → Kleinanzeige online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an Kleinanzeigen@funkamateure.de senden. Schriftlich an die Box 73 Amateurfunkservice GmbH beauftragte private Kleinanzeigen bis zu 6 Zeilen mit je 35 Anschlägen kosten bei Vorkasse (Bargeld bzw. IBAN für SEPA-Lastschrift) pauschal 5,- € Bearbeitungsgebühr.

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadaten als PDF-Datei auf www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste.

Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 · ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 6.11.2025 **Erscheinungstag:** 26.11.2025

Druckauflage: 24 100

© 2025 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Ham Spirit, quo vadis?

Vor einigen Tagen antwortete ich auf Kurzwelle auf den allgemeinen Fonie-Anruf eines deutschen Funkamateurs und verwendete dabei einen Transceiver mit einer Sendeleistung von 5 W. Nachdem mein Gesprächspartner dies während der Stationsvorstellung erfuhr, äußerte er recht deutlich sein Missfallen über meinen QRP-Betrieb.

Er selbst „mache 1000 Watt“ und ich solle doch auch für mehr Leistung sorgen und die Antenne höher hängen oder mir gleich eine bessere zulegen. Er habe extra einen Kopfhörer aufsetzen müssen, um mein schwaches Signal hören zu können. Ich beendete diese Verbindung daraufhin, schließlich wollte ich das Gehör des Funkfreunds nicht weiter „strapazieren“. Nun meldete sich ein weiterer Funkamateure, und von da an wurde es spannend: Wer mit kleiner Sendeleistung arbeite, so hieß es, wolle nur Anerkennung. Mehrere hundert Watt Output seien das einzig Wahre. Er könne dem QRP-Betrieb ohnehin nichts abgewinnen und würde derartige Anrufe daher strikt ignorieren.

Während ich diesem Gespräch folgte, fragte ich mich, wieso der eine Funkfreund mit 1000 W Ausgangsleistung sendete. Kannte er die Bestimmungen der Amateurfunkverordnung nicht, oder wollte er nur provozieren?

Nun, große Sendeleistung und eine hoch aufgehängte Antenne allein sind keineswegs Garantien dafür, mit lautem Signal von der Gegenstation gehört zu werden. Weitere physikalische Faktoren spielen hierbei eine Rolle, das sollte einem Funkamateure bekannt sein.

Aber nicht nur solche unschönen und aus meiner Sicht dem Geist des Amateurfunks widersprechende Begebenheiten geben mir zu denken. So beobachte ich immer wieder auf dem Wasserfalldisplay meines softwaredefinierten Empfängers SSB-Signale, die 7 kHz oder 9 kHz breit sind und damit ein Vielfaches der erlaubten 2,7 kHz betragen. Eine Ursache dafür liegt oft in einer Übersteuerung des Mikrofoneingangs, die auf den Einsatz externer Tonstudiotechnik zurückzuführen ist, um die Audioqualität kommerzieller Rundfunkstationen zu erreichen. Von Modifikationen des Transceivers zwecks Überschreitung der werksseitig festgelegten Bandbreiten des Sendefilters gar nicht zu reden.

In der Welt der Digimodes sieht es nicht anders aus. Dort sind Übersteuerungen schnell geschehen, wenn man nicht auf die korrekte Einstellung des NF-Pegels in der jeweiligen Software achtet. Um nicht falsch verstanden zu werden: Gegen „Legal Limit“ und eine Optimierung des Audiosignals ist überhaupt nichts einzuwenden. Ich höre oft Stationen mit einem warmen, leicht basslastigen Klang, der durchaus Rundfunkqualität erreicht und bei denen das Ausgangssignal dennoch im vorgeschriebenen Rahmen bleibt. Bei anderen hingegen wäre etwas weniger mehr, wenn das übersteuerte Sendesignal zu Störungen auf benachbarten Frequenzen und somit für Unmut bei anderen Funkamateuren sorgt.

Dem kann man durch eine Kontrolle der eigenen Aussendungen leicht entgegenwirken. Hierzu lässt sich eines der per Internet zahlreich zugänglichen Web-SDRs heranziehen. Viele erlauben zudem die Aufzeichnung der Aussendung, sodass man diese in Ruhe überprüfen kann.

Wir dürfen ein faszinierendes Hobby ausüben, welches uns in vielerlei Hinsicht Freiheiten gewährt. Damit gehen allerdings gewisse Verpflichtungen einher. Vielleicht hilft der gelegentliche Blick in den Radio Amateurs Code (Ham Spirit), den Paul M. Segal, W9EAA, einst verfasste.

Ich wünsche uns allen eine besinnliche und friedvolle Adventszeit!

Frank G. Sommer, DC8FG

Frank G. Sommer, DC8FG

Amateurfunk

Karibisches Tagebuch: PJ7K, Sint Maarten



Die karibische Insel Sint Maarten gehört politisch zu den Niederlanden und war im vergangenen September das Ziel eines tschechisch-slowakischen Teams. Die fünf erfahrenen DXpeditionäre sorgten in den elf Tagen Funkbetrieb für lebhafte Pile-ups und ermöglichten DXern neue Bandpunkte. Zu den Höhepunkten zählte ein Kontakt mit der ISS, wie Teamleiter David, OK6DJ, in seinem Tagebuch berichtet.

Foto: Team PJ7K

940

FT8-Betrieb optimieren: Mehr DX-Erfolge mit WSJT-X

958

Teleskop-Vertikalantennen für den Portabelbetrieb von 10 m bis 40 m



Wenn man zu Hause nur eingeschränkte oder gar keine Antennenmöglichkeiten hat bzw. durch zunehmenden Störnebel beeinträchtigt ist, bieten sich Outdoor-Aktivitäten geradezu an. Dafür eignen sich die beschriebenen Vertikalantennen, denn sie lassen sich leicht transportieren, schnell aufbauen und kommen ohne Mast aus.

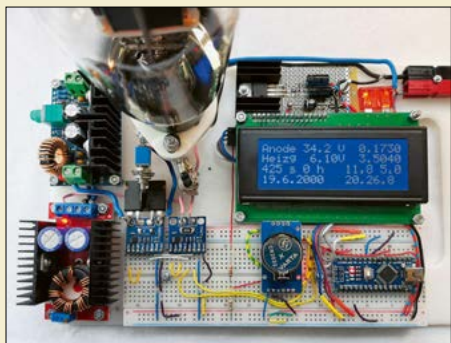
Foto: DK7ZB

969

Ausfall des Antennenrotors: Neuer Kondensator schaffte Abhilfe

971

Elektronische Baugruppe zur Reaktivierung von Senderöhren

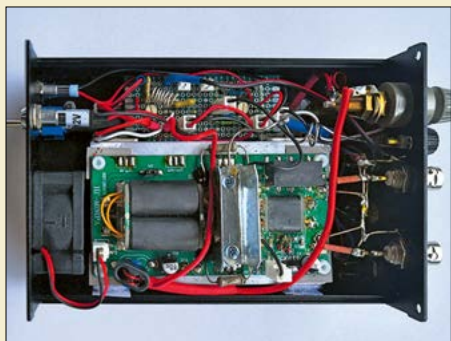


Elektronenröhren, die hohe Kathodenströme liefern müssen, jedoch lange gelagert oder nicht genutzt worden sind, sollte man vor ihrem Einsatz reaktivieren, um vorzeitige Ausfälle zu vermeiden. Zu diesem Zweck wurde die im Beitrag vorgestellte Baugruppe entwickelt.

Foto: DK1VOK

972

Experimente mit einem preisgünstigen Endstufenbausatz



Auf den einschlägigen Handelsplattformen im Internet finden sich auch billige Module und Bausätze, die oft nicht halten, was die Werbung verspricht. Dazu gehört z. B. der KW-Endstufenbausatz, um den es im Beitrag geht. Dieser kann aber als preiswerte Experimentierplattform für eigene Versuche dienen, zu denen hier einige Anregungen gegeben werden.

Foto: DM7GBW

978

DigiMatch – Antennenkoppler mit symmetrischem Ausgang

982

Aktuell

Editorial 927

Postbox 930

Markt 932

Literatur 935

Jahresinhaltsverzeichnis 965

Ausbreitung Dezember 2025 996

Inserentenverzeichnis 1006

Vorschau FA 1/26 1006

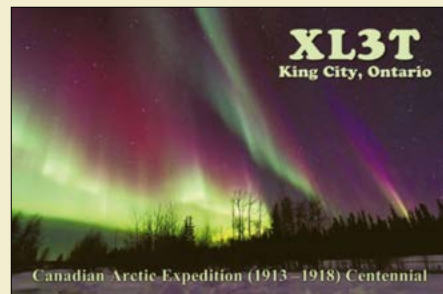
QTCs

AATiS e.V. 992

Bergfunk-QTC 997

SWL-QTC 997

DX-QTC 998



QSL-Splitter 999

Sat-QTC 999

CW-QTC 999

Digital-QTC 1000

QRP-QTC 1001

UKW-QTC 1002

DL-QTC; Afu-Welt 1004

OE-QTC 1005

HB-QTC 1005

Termine Dezember 2025 1006

QSL-Telegramm und QSL-Manager sind stets im Download-Bereich auf funkamateurl.de als PDF-Datei zu finden. Die Daten sind außerdem bis 1993 zurück unter <https://qslroutes.funkamateurl.de> zugänglich.

Unser Titelbild



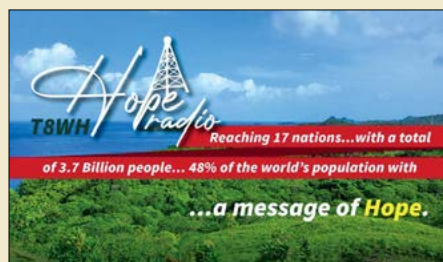
Lässt sich eine „Hühnerleiter“ als Speiseleitung einer symmetrischen Antenne nicht bis ins Shack zu einem dort befindlichen Antennenkoppler führen, ist z. B. das ab S. 982 vorgestellte Selbstbauprojekt Digi-Match verwendbar. Es besteht aus einer an passender Stelle im Freien angebrachten symmetrischen Anpassereinheit und einer auf dem Stationstisch stehenden, kleinen Steuerbox zur Fernbedienung. Stromversorgung und Datenaustausch erfolgen über eine zweiadrige verdrehte Leitung.

Foto: DK1KX

BC-DX

Kurzweile in Deutsch 994

BC-DX-Informationen 995



T8WH Hope Radio aus Palau sendet religiöse Programme auf 9965 kHz und bestätigt Empfangsberichte per elektronischer QSL ohne Details. QSL: Lindner

Geschichtliches

Sender Gleiwitz mit höchstem Holzsendeturm der Welt 936

Funk

Funkamateure bei DLOSHF im Dienst der NASA

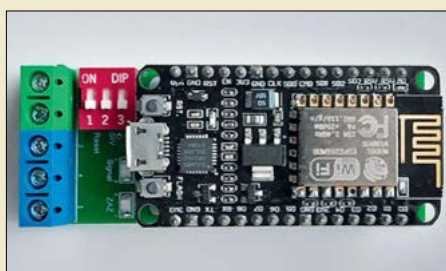


Funkamateure und Raumfahrtunternehmen bedienen sich Funkwellen zur Datenübertragung. Schon vor Jahren entschloss sich daher das Team von DLOSHF, die für das Hobby genutzte Technik in den Dienst der NASA zu stellen. Im Beitrag werden ein kurzer Blick auf die Empfangssysteme geworfen sowie laufende und neue NASA-Missionen beschrieben, an denen die Kieler beteiligt sind.

Foto: DK7LJ

938

DCF77-Zeitzeichengenerator mit WLAN-Anbindung



Die Datums- und Zeitinformationen des Längstwellensenders DCF77 lassen sich oft nicht an allen Stellen eines Hauses gleichermaßen gut empfangen. Hier wird daher eine Baugruppe vorgestellt, die das WLAN und den Zugriff auf einen im Internet verfügbaren Zeitserver nutzt, um ein zuverlässiges DCF77-Zeitzeichen für andere Projekte zu erzeugen.

Foto: Bauer

947

SAQ-Empfang: Magnetische oder elektrische Feldkomponente? 950

CB- und Jedermannfunk 993

Elektronik

12-V-Verteilung mit Schutz vor Überspannung und Tiefentladung 944

Strom-, Spannungs- und Leistungsanzeige für USB Power Delivery 955

Adventskalender für junge Tastfunker



Der in diesem Beitrag vorgestellte Adventskalender ist in erster Linie dafür gedacht, das Interesse an Morsezeichen zu wecken. Zu diesem Zweck sind täglich kleine Rechenaufgaben zu lösen und deren Ergebnis in Form von Ziffern per Morsetaste einzugeben.

Foto: Sander

962

HF/NF-Funktionsgenerator für das Hobby-Messlabor (1)



NF- und HF-Generatoren gehören zur Grundausstattung eines Messlabors. Das hier beschriebene Gerät deckt den Frequenzbereich von 1 Hz bis 30 MHz ab und erlaubt eine präzise PegelEinstellung zwischen 0 dBm und -100 dBm. Darüber hinaus kann es ein Rauschsignal für NF-Messungen erzeugen.

Foto: DL4JAL

974

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38
13156 Berlin
postbox@funkamateure.de

Ersatz für Weihnachtstern

Gerade in der Vorweihnachtszeit kann man Verwandte und Bekannte mit einer schönen Bastelei erfreuen.

Für funkende Familienmitglieder bietet sich als Ersatz für einen aus Stroh gefertigten Weihnachtstern eventuell ein selbst gebautes Kunstwerk wie dieses an.

Red. FA



Foto: Michael Funk, DF6YC

Windows-11-Upgrade

Mit Interesse habe ich den Beitrag „Upgrade von Microsoft Windows 10 auf Windows 11“ im FA 11/2025 ab S. 886 gelesen.

Ich habe selbst schon mehrfach ältere Rechner auf Windows 11 umgestellt und griff dabei auf eine Anleitung bei Youtube zurück, die jedoch nicht mehr verfügbar ist. Daher habe ich mir weitere Videos angesehen und kann das Folgende empfehlen: www.youtube.com/watch?v=pn3cxCAAnAY

Abweichend von den Ratschlägen in diesem Video habe ich den Rechner nicht vom Netzwerk bzw. Internet getrennt. Wichtig ist jedoch, die Daten und Einstellungen von Windows 10 zu übernehmen, das spart hinterher unter Umständen einiges an Arbeit. Und vor dem Upgrade habe ich vorsichtshalber ein Backup durchgeführt. Für das Upgrade selbst benötigt man keinerlei weitere Software außer der ISO-Installationsdatei von Microsoft.

Friedbert Senft, DG0OKC

Danke für die Information. Ich glaube, es finden sich an vielen Stellen Anleitungen dazu. Wir wollten einfach einmal zeigen, welche Alternativen und Hintergründe es beim Upgrade gibt. Die Windows-11-Serverinstallation kann jederzeit von Microsoft beendet oder nicht mehr akzeptiert werden. Das weiß man leider nicht. So gibt es noch andere Möglichkeiten, wie das zusätzliche TPM-Modul, Registry Patch usw. Drücken wir die Daumen, dass das noch länger funktioniert. Ich habe auch einige PC auf Windows 11 gebracht.

Ich wünsche noch viel Spaß beim Hobby und mit den Windows-PCs.

Jochen Berns, DL1YBL

DARC-Community-Logbook

Vielen Dank für den interessanten Erfahrungsbericht „DARC-Community-Logbook: Online-Unterstützung für Diplome“ im FA 11/2025 ab S. 856. Zum besseren Verständnis: Das DCL macht keine Kreuzvergleiche gegen Daten aus Club Log, LoTW und eQSL.cc, sondern kann von Club Log, LoTW und eQSL.cc deren Bestätigungen (eQSLs) übernehmen, die dort durch deren Kreuzvergleiche entstanden sind. Die Übernahme von eQSLs aus mehreren anderen Internet-Logbüchern, in einer für Diplome zählenden Form, ist weltweit einmalig und führt zu sehr hohen Bestätigungsquoten von über 70% im DCL. Das ist für Diplomsammler ein großer Vorteil.

Das DCL übernimmt dabei nicht die kompletten QSO-Daten, sondern nur wenige Kenndaten der eQSLs (und nur von bestätigten QSOs). Das erklärt auch den beim Autor angezeigten Hinweis auf 4000 unvollständige Datensätze. Der LoTW-Import ist



© DC2HB

also keine Alternative zum ADIF-Import. Deshalb ist das richtige Vorgehen:

- die eigenen QSO-Daten per ADIF-Import ins DCL einlesen,
- automatisch erste Bestätigungen durch Kreuzvergleich innerhalb des DCLs erhalten,
- zusätzliche Bestätigungen aus anderen Logbüchern übernehmen,
- Papierkarten einreichen,
- automatischer Kreuzvergleich gegen Daten einiger großer Conteste.

Die beiden letzten Punkte sind weltweit einmalig, wobei der letzte Punkt gegebenenfalls weitere Bestätigungen bringt, selbst wenn die Contest-Gegenstationen gar kein Internet-Logbuch benutzen.

Ebenfalls für Diplomsammler wichtig: Eine im DCL generierte GCR-Liste wird, ohne weitere Vorlage von Karten, als Nachweis für viele andere Diplome anerkannt, z.B. bei der DIG.

Ich glaube, dass diese Informationen wichtig sind, um die Vorteile des DCL richtig einschätzen zu können.

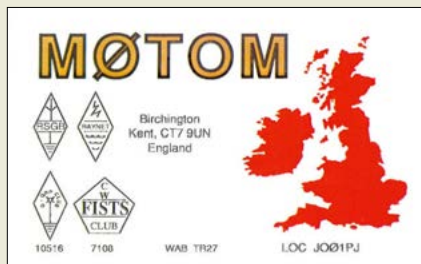
Nils Körber, DH0HAN

Vielen Dank für diese Hinweise! Dass ein Import der eigenen QSO-Daten zwingend notwendig ist, hatte ich nach dem Versuch des Imports aus LoTW festgestellt. Die Krux dabei ist jedoch, dass hierfür die Beschränkung der Dateigröße zu beachten ist, was seitens des Nutzers einen erheblichen Mehraufwand bedeuten kann. Wer ein Log von etwa 20 MB vorliegen hat, wird sich vielleicht die Mühe machen, dieses in fünf einzelne Dateien aufzuteilen und diese jeweils separat hochzuladen. Bei umfangreicheren Logs jedoch halte ich persönlich einen solchen Aufwand für etwas praxisfremd.

Interessant sind allerdings die Berücksichtigung von Contestlogs, auch wenn die Gegenstationen kein Internet-Logbuch benutzen, sowie die Nachweisfunktion für DIG-Diplome! Funkamateure, die diese Funktionen nutzen wollen, können durchaus offener sein für die Anforderungen beim Datei-Import.

Willi Paßmann, DJ6JZ

Gegensätze: Nur Punkte und Striche





12-V-Laderegler

Vielen Dank an den Autor für den interessanten Beitrag „12-V-Laderegler für vier 5-V-USB-Geräte“ im FA 11/2025, S. 861, insbesondere für den Tipp mit den Widerständen zur Erkennung der Ladefunktion. Ich denke, diese nützliche Schaltung ließe sich weiter vereinfachen: Bei den genannten niedrigen Ladeströmen sollte ein LM7805 allein ausreichen, um mehrere USB-Geräte gleichzeitig zu laden. Ein LM7805 liefert maximal 1,5 A und ist vor Überlast geschützt.

Ein paar Fragezeichen gibt es auch: IC1 hat am Ausgang einen 1-nF-Kondensator, bei IC2, IC3 und IC4 fehlt dieser. Außerdem empfiehlt Texas Instruments, hier bei Bedarf einen Keramik Kondensator von 100 nF zu verwenden. Und in Bild 3 ist ein Paar 56-k Ω -SMD-Widerstände zu sehen, was zur Schaltung passt. Man sieht aber auch zwei bedrahtete Widerstände. Wozu dienen diese 6,5 k Ω -Widerstände?

Nils Körber, DH0HAN

Ich habe bewusst vier LM7805 gewählt, weil ich nicht nur Tablets und Smartphones mithilfe dieser Baugruppe damit lade, sondern auch z.B. Handfunkgeräte oder Akkumulatoren mit entsprechender Beschaltung – deswegen auch der relativ große Kühlkörper. In einem vorhergehenden Projekt habe ich, da vorhanden, die vier ICs direkt auf die Platine gelötet, die für den niedrigen Ladestrom eines alten Smartphones genügen.

Die unteren drei Schaltkreise in Bild 2 sind wie der obere zu beschalten. Die an IC2 bis IC4 nicht dargestellten 1-nF-Kondensatoren sind aber eigentlich obligatorisch.

Wenn man sich das Breakout-Bord mit der USB-A-Buchse in Bild 3 genau anschaut, sieht man, dass sich die SMD-Widerstände nicht wie gedacht auf der Rückseite anbringen lassen, denn dann wären Kreuzungen oder längere Widerstände erforderlich – Letztere müssten über die Datenleitung reichen. Deswegen habe ich zwei bedrahtete Widerstände auf der Oberseite gewählt und hierfür zwei Exemplare mit ähnlichen Werten aus der Bastelkiste verwendet.

Udo Tillmann, DJ5UO

E-Book-Beitrag

Ich habe den Beitrag von Wolf-Dieter Roth, DL2MCD, mit Interesse gelesen, da ich selbst schon längere Zeit ein E-Book besitze.

Die technischen Details hinsichtlich der Formate, des Kopierschutzes usw. kann ich fachlich nicht beurteilen und finde sie aus Nutzerperspektive auch gar nicht so wesentlich. Mir kommt es vielmehr auf Handlichkeit, gute Ablesbarkeit des Displays, lange Akkulaufzeit und genügend Speicher an. Da ich schon immer viel und gern gelesen habe, weiß ich mein E-Book besonders dann zu schätzen, wenn eine Fahrt in den Urlaub ansteht und der Lesestoff im Reisegepäck untergebracht werden muss.

Im Beitrag geht es vordergründig um den Kindle-Reader von Amazon, wohl auch deshalb, weil dieser Anbieter wahrscheinlich das größte E-Book-Sortiment hat. Man kann das gut finden oder nicht, aber letztlich entscheidet der Kunde immer selbst, für welches Produkt er sein Geld ausgibt, zumal es inzwischen durchaus ernstzunehmende Konkurrenz

zum Reader von Amazon gibt. Am wichtigsten finde ich aber, dass heutzutage überhaupt noch Bücher gelesen werden, egal, ob aus Papier oder als E-Book.

Bianka Seibicke

FM-Preisfrage

Gefragt war, zwischen welchen Werten sich der Modulationsindex eines 12,5 kHz breiten FM-Signals ändert, wenn ein NF-Bereich von 300 Hz bis 3 kHz übertragen und nur Seitenschwingungen berücksichtigt werden sollen, deren Amplitude mindestens 10 % der des Trägers beträgt.

Unter der Bedingung, dass nur Seitenschwingungen übertragen werden, deren Amplitude mindestens 10 % der des Trägers beträgt, gilt für die FM-Bandbreite die Carson-Formel:

$$B_{FM} = 2 \cdot (\Delta f_T + f_s) \quad (1)$$

Der Modulationsindex ist als

$$\eta = \frac{\Delta f_T}{f_s} \quad (2)$$

definiert, wobei f_s die zwischen 300 Hz und 3 kHz variierende Signalfrequenz ist. Gleichung 1 nach Δf_T umgestellt und in Gleichung 2 eingesetzt, ergibt:

$$\eta = \frac{B_{FM}}{2 \cdot f_s} - 1$$

Der Modulationsindex beträgt bei $f_s = 3$ kHz

$$\eta = \frac{12,5 \text{ kHz}}{2 \cdot 3 \text{ kHz}} - 1 = 1,08$$

und bei $f_s = 0,3$ kHz

$$\eta = \frac{12,5 \text{ kHz}}{2 \cdot 0,3 \text{ kHz}} - 1 = 19,8.$$

Er ändert sich somit während der Übertragung zwischen 1,08 und 19,8.

Die 3 \times 25 € für die richtige Lösung erhalten:

Elena Ferber

Gerd Sienel

Bernard Haible, DL5TS

Herzlichen Glückwunsch!

Beleuchtungs-Preisfrage

Wie viele Glühlampen lassen sich für eine Weihnachtsbeleuchtung parallelgeschaltet an einer 110-V-Spannungsquelle mit 0,4 Ω Innenwiderstand betreiben, wenn durch jede Lampe 1,25 A fließt und jede dabei einen Widerstand von 50 Ω hat?

3 \times 25 €

Einsendeschluss ist der 31. 12. 2025 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateure.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Äquator-Preisfrage vom FA 11/25 können Sie sich noch bis zum 30. 11. 2025 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

Wenn Amateurfunkbetrieb und/oder Rundfunkempfang infolge elektromagnetischer Störungen nicht mehr bestimmungsgemäß möglich sind, sollte eine fundierte (!) Störungsmeldung bei der BNetzA abgegeben werden:

funkstoerung@bnetza.de

Die Mitarbeiter
der Redaktion
und des Verlages
wünschen allen
Lesern, Autoren
und Inserenten
frohe Weihnachten!



Foto: DC2HB

Den FUNKAMATEUR in der App lesen





Auch wenn die **PowerGenius XL** ein großes LC-Touchdisplay besitzt, dürfte die Steuerung vornehmlich per Fernbedienung erfolgen.

PowerGenius XL

Linearendstufe

- Amateurfunkbänder: 160 m bis 6 m
- Ausgangsleistung: 1500 W
- Eingangsleistung: 70 W für $P_A = 1500$ W auf 160 m bis 10 m, 100 W auf 6 m
- Anschlüsse: 4 x SO239, 50 Ω
- temperaturgesteuerter Lüfter
- Netzteil: 90...250 V, 50/60 Hz, 15 A
- Abmessungen (B x H x T): 355 mm x 155 mm x 510 mm
- Masse: 17 kg
- Preis: 5999 €

1500-W-Endstufe von 403A

Die Linearendstufe **PowerGenius XL** von **403A** ist u.a. mit zwei LDMOS-Transistoren MRF1K50H aufgebaut. Sie bietet bis 2000 W in SSB oder bis 1500 W in RTTY bei 50 % Zykluszeit. Das eingebaute 48-V-Netzteil ist für 90 V bis 250 V Netzspannung konzipiert. Die Endstufe ist für den fernbedienten Betrieb ausgelegt. Je nach gewählter Konfiguration eignet sie sich für den Anschluss von drei Antennen und einem Transceiver oder für den Anschluss von zwei Funkgeräten und zwei Antennen, also den SO2R-Betrieb. Die Steuerung kann über den Band-Data-Anschluss, per CI-V- oder serieller CAT-Schnittstelle sowie über einen Ethernet-Anschluss erfolgen, sodass eine Vielzahl von Transceivertypen nutzbar ist.

Am Predistortion-Ausgang steht das Signal um 60 dB gedämpft zur Verfügung. Die Endstufe ist bei **WiMo** für 5999 € erhältlich. **WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (072 76) 96 68-0, Fax -11; www.wimo.com, E-Mail: info@wimo.com**

Antennenkoppler AH-6

Auf der Hamfair in Tokio stellte **Icom** mit dem **AH-6** einen automatischen Antennenkoppler vor. Dieser erlaubt den Anschluss von zwei Antennen. Dazu gehören sowohl solche, die eine Impedanz in einem größeren Bereich um 50 Ω besitzen und an die SO239-Buchse angeschlossen werden, als auch Langdrahtantennen. Dabei deckt der Koppler den Frequenzbereich von 1,8 MHz bis 50 MHz ab, wodurch er sich für eine Vielzahl von Antennensystemen eignet. Die maximale Eingangsleistung ist mit 100 W angegeben.

Weitere technische Daten und auch der Preis waren zum Redaktionsschluss noch nicht in Erfahrung zu bringen. **Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm, Tel. (061 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com**



Der Antennenkoppler **AH-6** verfügt über ein wetterfestes Gehäuse und kann daher nahe der Antenne montieren werden.

Markt

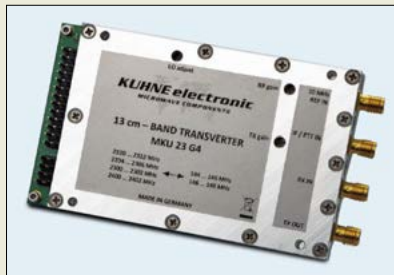


Präzisions-Yagis für 13 cm

Antennen für diesen Frequenzbereich erfordern in der Fertigung hohe mechanische Genauigkeit in Bezug auf Abstand und Länge der Elemente, damit die errechneten oder simulierten Parameter eingehalten werden. Der Boomquerschnitt und die Elementedicke sind ebenso wichtig wie das richtige Material.

Als Ergebnis präsentiert **ANjo-Antennen** die Premium-Yagi-Antennen **YA235025**, die über 25 Elemente besitzt und für die Vormastmontage entworfen wurde, und **YA235040** mit 40 Elementen, die über einen Unterzug verfügt. Beide Antennen sind betriebsfertig aufgebaut und dank der präzisen Fertigung ohne Nachjustierung sofort einsatzbereit. Hochwertige Mastschellen aus dem Werkstoff 1.4301 (V2A) vervollständigen diese Antennen.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (024 52) 15 67 79, Fax 15 74 33; anjo@joachims-gmbh.de; www.joachims-gmbh.de



13-cm-Transverter MKU 23 G4

Mit dem **MKU 23 G4** präsentiert **Kuhne electronic** die aktuelle Generation seines Transverters für das 13-cm-Band. Das Modul wurde für anspruchsvolle Amateurfunk- und EME-Anwendungen entwickelt. Das zuverlässige, hochintegrierte HF-Modul für das 13-cm-Band ist sowohl für Funkamateure als auch für professionelle Anwender geeignet, da der Fokus auf hoher Frequenz- und Signalreinheit liegt. Außerdem ist der Transverter auf vier unterschiedliche HF-Bereiche einstellbar. Die PTT-Steuerung erfolgt durch Anlegen von Massepotenzial an einen Kontakt oder 12 V auf der ZF-Leitung. Ein Detektorausgang dient zur Überwachung der Ausgangsleistung.

Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg, Tel. (092 93) 800 64-0, Fax -20; E-Mail: info@kuhne-electronic.de; http://shop.kuhne-electronic.de

Die **YA235040** besitzt einen Unterzug, ...



... während sich die **YA235025** vor dem Mast montieren lässt.

YA235025, YA235040

Yagi-Antennen

- Frequenzbereich: 2300...2460 MHz
- Antennengewinn: 18,1 dBi bzw. 20,7 dBi
- Elemente: 25 bzw. 40
- Vor-Rück-Verhältnis: 26,9 dB bzw. 26,4 dB
- Anschluss: N-Buchse
- Belastbarkeit: 200 W CW, 400 W PEP
- Montage: Vormast bzw. Unterzug
- Länge: 1,2 m bzw. 2,0 m
- Masse: 0,7 kg bzw. 1,0 kg
- Preis: 239 € bzw. 299 €

Der Transverter **MKU 23 G4** hat ein gefrästes Aluminiumgehäuse und SMA-Buchsen.

MKU 23 G4

Transverter

- HF-Bereiche: 2320...2322 MHz, 2304...2306 MHz, 2300...2302 MHz oder 2400...2402 MHz
- ZF-Bereiche: 144...146 MHz oder 146...148 MHz
- ZF-Eingangsleistung: 0,5...5 W, einstellbar
- Ausgangsleistung: 1 W
- RX-Verstärkung: 20 dB
- Rauschmaß: 1,5 dB bei 18 °C
- LO-Frequenzstabilität: ± 2 ppm bei 0...40 °C, ± 3 ppm ohne externe Referenz
- Gehäuse: gefrästes Aluminium
- Versorgungsspannung: 13,8 V, 12...14 V
- Stromaufnahme: 1 A bei Senden
- Abmessungen (B x H x T): 100 mm x 13 mm x 60 mm
- Masse: 140 g
- Preis: 569 €



Auf 32 Seiten werden im Katalog **Business Radio Solutions** besonders von Unternehmen nutzbare Funklösungen vorgestellt.

Betriebsfunk von Icom

Im Katalog **Business Radio Solutions** präsentiert **Icom** Lösungen rund um die Kommunikation per Funk. Auch wenn sich die gezeigten Geräte und Technologien vorrangig an Unternehmen richten, lassen sich einige auch im Hobbybereich nutzen.

So werden neben Jedermann-Funkgeräten (PMR) für die professionelle Nutzung und Intrinsically-Safe-Funkgeräten für explosionsgefährdete Umgebungen auch auf IDAS basierende Digitalfunkgeräte wie das **IP730D** und das **IP740D** vorgestellt. Außerdem sind Satelliten-PTT-Funkgeräte (z.B. **IC-SAT100**, **IC-SAT100M**), VHF/UHF-Digitalfunkgeräte wie das **IC-F3600D** sowie IP-Funkgeräte wie das **IP510H** enthalten, wobei die letztere Gruppe für LTE, WLAN oder hybrid zur Verfügung steht.

Icom (Europe) GmbH, Am Zwerggewann 2-4, 63150 Heusenstamm, Tel. (0 61 04) 9 86 93-0, Fax-50; www.icomeurope.com; E-Mail: info@icomeurope.com



Das **DX-Cover**, hier die Version für den Yaesu **FTX-1 Field**, schützt den Transceiver zwischen den Einsätzen vor Beschädigungen und Staub.

Neues im Bonito-Sortiment

Passend zu den Transceivern **FTX-1 Field** und **FTX-1 Optima** von **Yaesu** sind bei **Bonito** ab 35 € passende **DX-Cover** erhältlich. Sie sind aus Kunstleder mit weichem Filzfutter gefertigt und auf Wunsch passend bestückt.

Das für 3,50 € erhältliche **Flux** von **Messi & Paoloni** ist ein sogenanntes **No-Clean-Flussmittel**, das speziell beim Löten und Entlöten von großen Koaxial-Steckverbindern sehr gute Ergebnisse liefert. Es verbessert die Kapillarwirkung und Wärmeübertragung, sodass das Lot schnell in den Mittelpin gezogen wird und sich das Risiko kalter Lötstellen verringert, ohne das Dielektrikum zu beschädigen. Die Minutube besitzt eine Dosierspitze zum punktgenauen Auftragen selbst kleiner Mengen des Flussmittels.

Das ab 49 € erhältliche **Koaxkabel mit Mantelwellensperre** wird konfektioniert in Längen von 5,2 m, 7,7 m und 10,2 m angeboten. Die nach dem W2DU-Prinzip aufgebaute Drossel verhindert, dass das 50-Ω-Koaxialkabel RG316 Teil der Antenne wird und ungewollt strahlt. Die Belastbarkeit ist mit 250 W PEP angegeben.

Bonito, Dennis Walter, Gerichtsweg 3, 29320 Hermannsburg, Tel. (0 50 52) 60 52; E-Mail: anfragen@bonito.net; www.bonito.net



Das Flussmittel **Flux** lässt sich beim Löten großer Koaxial-Steckverbinder dank der Dosierspitze selbst in kleinen Mengen einfach aufbringen.



Das Koaxialkabel mit Mantelwellensperre ist mit BNC-Steckern konfektioniert und in Längen von 5,2 m, 7,7 m und 10,2 m erhältlich.



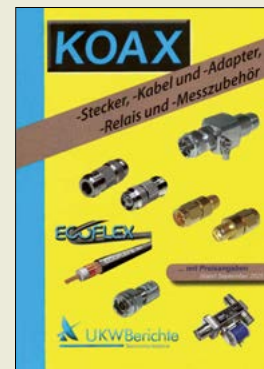
SMA-Drehmomentschlüssel

Bei **UKW-Berichte** gibt es den SMA-Drehmomentschlüssel **Click** mit 0,45 Nm Anzugsmoment und 8 mm Maulweite. Er dient dazu, SMA-Steckverbinder mit definiertem Drehmoment zu verschrauben und somit reproduzierbare elektrische Werte zu erhalten. Der Schlüssel mit 21 mm Durchmesser ist aus Stahl gefertigt, 185 mm lang und wiegt 200 g. Der Griff besitzt einen schwarzen Gummiüberzug, durch den sich das Werkzeug gut handhaben lässt. Der SMA-Drehmomentschlüssel mit der Artikelnummer **03172** kostet 113,85 €.

Der Spartenkatalog **Koax** ist wieder als Printausgabe erhältlich. In der Ausgabe werden auf 56 DIN-A5-Seiten koaxiale Produkte für die 50-Ω-Funktechnik vorgestellt. Egal ob Kabel, Stecker, Adapter in allen gängigen Normen, Relais, Abschlusswiderstände oder Blitzschutz – der Katalog zeigt einen Auszug aus dem breiten Sortiment vieler namhafter Hersteller.

UKW-Berichte, Fachversand für Funkzubehör, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 979 54 10; E-Mail: info@ukwberichte.com, www.shop.ukwberichte.de

Drehmomentschlüssel **Click** zum kontrollierten Anziehen von SMA-Steckverbindern



Der Spartenkatalog **Koax** lässt sich, wie alle Kataloge von **UKW-Berichte**, kostenlos anfordern, z.B. als Zugabe zu einer Bestellung.

Alphapoc

POCSAG-Decoding Technologies



XMAS-WEEKS
DEZEMBER & JANUAR
EXTRASPAREN

801W X4
neues Modell

je ab
€ 79,-

602R X4



- 8 RICS/4-zeilig
- USB-Ladung
- Schutzklasse IP 65



- USB-Ladung
- 8 RICS / 4 Unteradressen
- 437-441 MHz

Für den Amateurfunk

DAPNET
decentralized amateur paging network

Angebote gültig
vom 01.12.2025 bis 31.01.2026

Bundleaktion

jeder Pager inklusive USB-
Programmierung



ab
€ 119,-



Alphapoc-Distributor Europa
Postfach 1010 - 66401 Homburg
Telefon 0 68 41 / 12 04 00

Shop: <https://alphapoc-europe.de>

Bestückte Platine des Radio-DARC-Empfängers BX-074 im Gehäuse



Die Eurocall 2025 mit dem Verzeichnis europäischer Amateurfunkrufzeichen ist auf CD-ROM (ECC-26) und auf einem USB-Stick (ECC-26-USB) für je 24 € erhältlich.



Spannzangendrehköpfe: SPZ-DK-15-21-4 (links) und SPZ-DK-16-16-4 (rechts)

Gefrästes Aluminiumgehäuse AKG251145



SMA-Flanschbuchse mit Isolierkragen SMA-BU-FL2



Durchführungskondensator DFK-100pf-M3 mit M3-Gewinde und 100 pF



1:9-Anpassungsübertrager BZ-091



Neues aus dem Leserservice

Unter der Artikelnummer **BX-074** ist beim **FA-Leserservice** der im FA 11/2025, ab S. 866 beschriebene Bausatz für einen Superhet-Empfänger mit einem TDA1072A für Radio DARC im 31-m- und im 49-m-Band zum Preis von 39,90 € erhältlich. Im Lieferumfang enthalten sind die Platine und alle benötigten Bauteile sowie ein Gehäuse mit bearbeiteter und bedruckter Front- und Rückplatte. Eine 9-V-Blockbatterie wird nicht mitgeliefert. Spannzangendrehköpfe für 4-mm-Achsen, wie sie z.B. an Miniaturdrehschaltern zum Einsatz kommen, sind in Ausführungen mit Markierung und Zeiger (**SPZ-DK-15-21-4**) für 1,95 € sowie Markierung und Kragen (**SPZ-DK-16-16-4**) für 1,50 € lieferbar.



Aluminium-Druckguss-Kleingehäuse für HF-Baugruppen, die sowohl abgeschirmt als auch mechanisch geschützt werden sollen, sind als Artikel **AKG251145** für 15,90 € verfügbar. Die außen 25 mm × 11 mm × 45 mm und innen 17 mm × 5,5 mm × 37 mm großen Gehäuse besitzen sechs M3-Gewindebohrungen zur Befestigung einer Leiterplatte. An jeder der Schmalseiten gibt es einen Durchbruch einschließlich der dazugehörigen Befestigungsbohrungen zur Montage einer SMA-Flanschbuchse (z.B. **SMA-BU-FL2**, Preis: 2,40 €) und an einer Längsseite eine M3-Gewindebohrung zum Einschrauben eines Durchführungskondensators. Letzterer ist optional unter **DFK-100pf-M3**, **DFK-1nf-M3** oder **DFK-10nf-M3** mit 100 pF, 1 nF bzw. 10 nF für je 1,95 € erhältlich.

Unter der Artikelnummer **BZ-091** wird ein kompakter und leichter 1:9-Anpassungsübertrager (Unun) für KW-Antennen und 10 W Sendeleistung angeboten. Der Eingang ist als SO239-Buchse ausgeführt, zum Anschluss von Antenne und Gegengewicht dienen Schrauben mit Flügelmuttern.

Bezug: FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69; www.funkamateurl.de, shop@funkamateurl.de

Wenn nichts mehr geht

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (**BBK**) hat den Ratgeber **Vorsorgen für Krisen und Katastrophen** herausgebracht. In diesem wird auf die in solchen Fällen möglicherweise auftretenden Beeinträchtigungen aufmerksam gemacht, und es werden Hinweise gegeben, wie sich zumindest einige Tage überstehen lassen, ohne auf Hilfe von außen angewiesen zu sein. Der Ratgeber fasst Vorbereitungs- und Handlungsempfehlungen für verschiedene Not-situationen zusammen. Checklisten unterstützen bei der Umsetzung. www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Vorsorge/Ratgeber-Checkliste



Internet für überall

Das für 344,99 € bei **Reichelt Elektronik** erhältliche **Starlink Standard Kit V4** besteht aus einer Antenne mit Standfuß und einem WLAN-Router. Es wurde entwickelt, um über Satelliten Hochgeschwindigkeitsinternet mit geringer Latenz bereitzustellen. Erforderlich ist lediglich freie Sicht auf den Himmel. Die Installation ist einfach und die Steuerung per Smartphone-App möglich. Nach dem Abschluss eines Servicevertrags auf <https://starlink.com/de/service-plans> stehen für Privathaushalte ab 29 €/Monat bis zu 250 MBit/s im Download zur Verfügung. **Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel. (044 22) 9 55-3 33, Fax -111; www.reichelt.de**

Monatskalender mit QSL-Karten

Über **Thalia** sind **Monatskalender** der Serie **Calvedo Hobbys** mit Amateurfunkbezug erhältlich, wobei man zwischen Exemplaren mit länderbezogenen QSL-Karten und themenspezifischen Ausführungen wählen kann. Die Kalender stehen in Formaten von DIN A4 bis A2 ab 21,99 € zur Verfügung. **Thalia Bücher GmbH, Batheyer Str. 115-117, 58099 Hagen; Tel. (0251) 530 93 30, Fax (018 05) 30 91 99; E-Mail: info@thalia.de; www.thalia.de**



Der 36-seitige Ratgeber **Vorsorgen für Krisen und Katastrophen** steht kostenlos zum Herunterladen bereit, er lässt sich aber auch bestellen.

Das **Starlink Standard Kit V4** besteht aus dem WLAN-Router (links) und der Antenne mit Standfuß (rechts).

Starlink Standard Kit V4 Internetzugang

- Anschlüsse: LAN 10/100/1000 via RJ45
- WLAN 7,1 mit 2,4 GHz, 5 GHz IEEE 802.11ac/a/b/g/n/ax
- Netzteil: inklusive
- Abmessungen: Antenne 594 mm × 383 mm
- Schutzart: IP56
- Preis: 344,99 €

Neben dem hier gezeigten Kalender **Über den Wolken** sind u. a. auch solche mit QSL-Karten aus Polen, Österreich und der Ukraine sowie mit historischen aus Ost- und Westberlin und der DDR erhältlich.



Becker, K.: 50 Kniffe für die Werkstatt

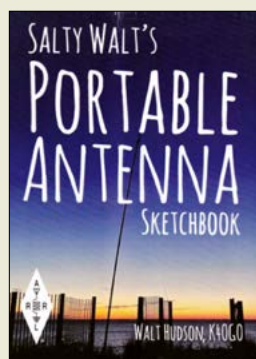
Mit dem richtigen Trick und Kniff lässt sich oftmals ein Ziel schneller und einfacher erreichen, statt dass man mit mehreren erfolglosen Versuchen nur Frust erlebt. Um sich das Wissen der Fachleute nicht mühsam aneignen zu müssen, werden sogar mehr als 50 Kniffe vermittelt, die das Leben in der Hobbywerkstatt für den Funkamateurer erleichtern.

Tipps für alltägliche Probleme wie das Eindrehen von Schrauben an schwer zugänglichen Stellen, das Biegen von Blechen, der Selbstbau eines einfachen automatischen Entgratungsgeräts, die Korrektur von ungenau platzierten Bohrungen, Hart- und Weichlöten, das Bohren in schräge Flächen, das Biegen von Messingteilen, die Herstellung zweier identischer Teile oder auch das Umschneiden von Gewinden werden mit zahlreichen farbigen Abbildungen praxisbezogen dargestellt und begegnen dem Hobbybastler immer wieder.

Die Größe der Abbildungen lässt auch eine Detailerkennung des Arbeitsprozesses zu. Durch humorvolle Karikaturen gestaltet sich das Lesen sehr kurzweilig. Die Themenzusammenstellung eignet sich sowohl zum systematischen Erlernen neuer Möglichkeiten als auch als Nachschlagewerk zur Lösung konkreter Probleme im Einzelfall.

-dbl

VTH
Baden-Baden 2020
88 Seiten, 19,90 €
ISBN 978-3-88180-507-0



Hudson, W., K40GO: Salty Walt's Portable Antenna Sketchbook

Wer ein Buch mit detailliert verbal beschriebenen Antennen sucht, ist mit dem Kauf dieses Exemplars definitiv nicht gut beraten. Wie der Titel Sketchbook, auf deutsch Skizzenbuch, verrät, hat der Autor seine an verschiedenen Standorten für den Portablebetrieb aufgebauten Antennenanlagen lediglich skizziert, also nicht vollumfänglich beschrieben.

Doch anhand der Handzeichnungen und beigefügten Fotos sollte es jedem Interessierten möglich sein, eine der 15 jeweils auf mehreren Seiten beschriebenen Antennen nachzubauen und erfolgreich in Betrieb zu nehmen. Bei einigen sind auch die Dimensionierungen für den Einsatz auf weiteren Amateurfunkbändern aufgeführt. Ob ein Balun erforderlich ist und wo dieser installiert werden sollte, wird ebenso angegeben, wie die Notwendigkeit eines Gegengewichts oder einer Erdung.

Beschrieben werden sowohl Vertikalantennen als auch traditionelle Dipole, endgespeiste Antennen und Schleifen aller Art. Zusammen mit den am Anfang gegebenen Hinweisen zu Groundplane-Antennen, Radials und Gegengewichten und nicht zuletzt dem Standort wird der Leser ermutigt, nicht nur strikt nach Text zu bauen, wodurch er besser auf örtlich vorhandene Besonderheiten reagieren kann.

-red

ARRL
Newington 2025
englisch
144 Seiten, 28,90 €
FA-Leserservice A-2226



Grandl, P.: Reset – Die Wahrheit stirbt zuerst

Künstliche Intelligenz kann Fotos und Videos von Ereignissen liefern, die so nie stattgefunden haben. Was droht der Menschheit, wenn sie sich in alle Verbindungen, ob Nachrichtensendung oder Telefonate, einklinken und diese verändern könnte? Wenn sie den Funkverkehr kontrolliert und nach eigenen Bedürfnissen beziehungsweise denen ihrer Auftraggeber verändert?

Kann unsere heutige Welt überhaupt überleben, wenn man keiner Datenverbindung mehr trauen kann und Telekommunikation und Rundfunk wertlos geworden sind, ein Computer Menschen radikalisiert, belügt und in ihr Unglück treibt?

Was ist in derartigen Notlagen richtig? Militärisches Durchgreifen? Oder wird man so nur zum Werkzeug des gewollten Untergangs? Wie entfernt man einen Virus aus der modernen Digitaltechnik, der sich dort schon vor geraumer Zeit tief in den Systemen eingenistet hat? Können Amateurfunk und Analogtechnik die Wende bringen?

Dieser gerade erst erschienene Science-Fiction-Roman spielt bereits in der Vergangenheit, nämlich im Oktober 2024. Der Funkamateurer Rainer Englert, DF2NU, beriet den Autor in den Fragen, was im Funk technisch möglich ist – und was nicht.

-mcd

dtv
München 2025
496 Seiten, 22 €
ISBN 978-3-423-28472-1



Johnston, A., KU2Y: Educators Guide to Using Satellites in the Classroom

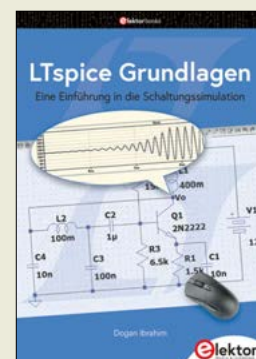
CubeSatSim ist ein kostengünstiger Satelliten-Emulator, der von der AMSAT-NA unter der Leitung von Alan Johnston, KU2Y, entwickelt wurde und Hard- sowie Software eines CubeSats fast vollständig nachbildet. So überträgt das Gerät reale Telemetrie in einem Amateurfunkband und ist für Anschauungs-, Test- und Unterrichtszwecke nutzbar.

Der vorliegende Leitfaden wurde für die Verwendung an Schulen und Universitäten herausgegeben. Damit stärkt die AMSAT ihr Engagement für MINT-Fächer, gibt sie doch den Pädagogen ein Mittel in die Hand, um CubeSats praxisnah im Unterricht zu nutzen.

Aber auch interessierte Funkamateure finden dort relevante Informationen. Der Leitfaden enthält eine Einführung in die Amateurfunksatelliten und deren Verwendung für Ausbildungszwecke. Weiterhin gibt es Schnellstart-Anleitungen für Aufbau und Betrieb des CubeSatSim. Themen wie Telemetrie, Solarenergie und Sensorik werden besprochen. Mit diesen Informationen können Schülergruppen ihren eigenen CubeSatSim bauen und betreiben. Eine Playlist mit den wichtigsten Youtube-Beiträgen zu CubeSatSim und ein Glossar schließen die Veröffentlichung ab.

-tg

AMSAT-NA
Washington, D. C. 2025
PDF, englisch, kostenfrei
<https://cubesatsim.org/EducatorsGuide>



Ibrahim, D.: LTspice Grundlagen

Wenn es um den Schaltungsentwurf geht, kommt man heutzutage kaum noch um eine Simulation herum. Zum einen lassen sich nötige Schaltungsanpassungen ohne den Aufwand beim Auslöten von Bauelementen testen, zum anderen sind bereits im Vorfeld eines Projekts Untersuchungen zum Frequenzgang, der Stabilität und zu weiteren Parametern möglich.

Mit dem Programmpaket LTspice werden Modelle für sehr viele Bauelemente von Linear Technology, Maxim Integrated und Analog Devices mitgeliefert. Außerdem ist auch eine Bibliothek von diskreten Bauelementen und integrierten Schaltungen anderer Hersteller enthalten. Diese Modelle beinhalten die jeweiligen technischen Eigenschaften des Bauelements, die selbst für einfache Halbleiterbauelemente recht komplex sein können.

Anhand einiger Schaltungen wird der Umgang mit diesem Werkzeug beschrieben. Dazu gehören neben Transistorschaltungen auch Operationsverstärker und Filter sowie Logikschaltungen mit der 74HC-Familie.

Die Erstellung unterschiedlicher Signalgeneratoren und Darstellungsmöglichkeiten vervollständigen die Darstellung dieses aus der modernen Entwicklung kaum noch wegzudenkenden, kostenfrei nutzbaren Werkzeugs.

-red

Elektor-Verlag
Aachen, 2025
200 Seiten, 39,80 €
FA-Leserservice E-6824

Sender Gleiwitz mit höchstem Holzsendeturm der Welt

HARALD LUTZ

Der Sender Gleiwitz ist durch den fingierten Überfall bekannt geworden, der 1939 als Anlass für die Besetzung Polens diente. Fast in Vergessenheit geraten ist jedoch der Umstand, dass sein für die Sendeantenne genutzter Holzturm heutzutage der höchste seiner Art in der Welt ist, was das inzwischen 100 Jahre alte Bauwerk bemerkenswert macht.

Gleiwitz (poln. Gliwice) ist eine Großstadt mit heutzutage rund 180 000 Einwohnern und die viertgrößte in der Woiwodschaft Schlesien. Sie besteht seit dem 13. Jahrhundert und ist somit eine der ältesten im oberschlesischen Industriegebiet.

■ Bau des Senders Gleiwitz

1925 startete in Gleiwitz der Rundfunk. Hierfür wurden in der Rauener Straße ein Aufnahmestudio und ein 250-W-Sender errichtet, welcher eine zwischen zwei 75 m hohen Stahlfachwerktürmen gespannte T-Antenne verwendete. Nach der Errichtung eines Rundfunksenders mit 10 kW Leistung im polnischen Kattowitz drei Jahre später wurde ein neuer Sender mit 5 kW Sendeleistung installiert.

Doch auch dieser Sender genügte bald nicht mehr den Ansprüchen, und so plan-

Bauweise mag heute ungewöhnlich erscheinen, war aber seinerzeit Standard in Deutschland.

Der Turm ist eine 112 m hohe Lärchenholzkonstruktion, die von etwa 16 000 Messingdübeln zusammengehalten wird. Eiserne Verbindungselemente hätten wegen Ummagnetisierungsverlusten eine zu starke Dämpfung des Sendesignals bewirkt. Er steht auf einer quadratischen Fläche mit einer Seitenlänge von 19,8 m. Der vom Unternehmen *Christoph & Unmack AG* in Niesky/Oberlausitz erbaute Turm besteht in seinen unteren Abschnitten aus Profil- und Fachwerkträgern, während seine obersten Teile aus einfachen Balken gefertigt sind.

Der Turm verfügt über vier begehbare Plattformen, die sich in Höhen von 40,4 m, 55,3 m, 80 m und 109,7 m befin-



Hölzerner Sendeturm und ehemaliges Sendegebäude in Gleiwitz

am Standort des Aufnahmestudios abgerissen, weil sie den Flugverkehr gefährdeten.

■ Überfall auf den Sender

Im August 1939 plante das Deutsche Reich, Polen den Krieg zu erklären. Doch um nicht als Aggressor dazustehen, musste ein geeigneter Grund gefunden werden. Hierzu wurden seinerzeit mehrere Zwischenfälle inszeniert, von denen der fingierte Überfall auf den der damaligen polnischen Grenze am nächsten liegenden Sender Gleiwitz der bekannteste ist.

Ein Überfall auf einen Sender, bei dem die Täter das Programm unterbrachen und einen feindlichen Aufruf sendeten, erschien den Machthabern als besonders geeignet. Wegen der großen Reichweite der seinerzeit für den Rundfunk verwendeten Frequenzen, insbesondere in den Nachtstunden, konnte man diese Aussendungen prinzipiell auch weit entfernt im Ausland empfangen. Dies sollte der Angelegenheit hohe Glaubwürdigkeit verleihen.

Der besagte Aufruf sollte beim Überfall auf den Sender Gleiwitz am 31.8.1939 in polnischer Sprache gesendet werden. Doch da der Sender sein Programm über ein Fernmeldekabel von Breslau bekam und kein eigenes Studio besaß, war dies nicht so einfach möglich. Allerdings gab es ein sogenanntes *Gewittermikrofon*, über das die Sendetechniker den Rundfunkhörern mitteilen konnten, dass der Empfang



Der Lorenz-Sender im ehemaligen Sendegebäude enthält nicht mehr alle für einen Betrieb erforderlichen Bauteile.

Fotos: Lutz

te man den Bau einer leistungsfähigeren Anlage. Um Störungen im Aufnahmestudio durch die Emission des Senders zu vermeiden, entstand diese von 1934 bis 1935 einige Kilometer entfernt in der Tarnowitzer Straße. Der neue Sender erhielt ein Sendegerät von Lorenz mit 8 kW Ausgangsleistung.

Als Antenne wurde ein spannungsge-speister Höhendipol gewählt. Das ist ein vertikal polarisierter Dipol, dessen Mitte sich in einer Höhe knapp über der Viertelwellenlänge der Sendefrequenz befindet, in diesem Fall 1231 kHz. Dieser war im Inneren eines frei stehenden Turmes aus Lärchenholz aufgehängt. Eine solche

den. Zwei Leitern mit je 365 Sprossen ermöglichen den Zugang zur obersten Plattform.

Zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung trug der Turm nicht seine heutige Flugsicherheitsbefeuerung. Vielmehr erfolgte eine Kennzeichnung als Luftverkehrshindernis mittels rotierender, bei Nacht und schlechter Sicht eingeschalteter Scheinwerfer, die auf heute nicht mehr vorhandenen Türmchen in seiner Nachbarschaft standen.

Am 20.12.1935 nahm der neue Sender seinen Betrieb auf. Er funktionierte wie erwartet und trotz seiner geringen Leistung gab es Empfangsberichte aus Neuseeland. 1937 wurden die Türme der T-Antenne

wegen atmosphärischer Störungen beeinträchtigt war.

Von dem ausgesendeten Aufruf selbst hatte die auftraggebende Stelle in Berlin nichts mitbekommen. Vermutlich lag dies daran, dass das Signal von dem näher an Berlin gelegenen Sender Reichenbach bei Görlitz das Signal des Senders Gleiwitz übertönte, da beide im Gleichwellenbetrieb arbeiteten. Es ist aber auch möglich, dass der Aufruf nicht ausgestrahlt wurde, weil es den Technikern noch gelang, den Sender zu sabotieren.

Die NS-Propaganda betrachtete den fingierten Überfall auf den Gleiwitzer Sender als Zeichen eines bevorstehenden polnischen Angriffs auf Deutschland und so begann am 1.9.1939 mit dem Überfall auf Polen der Zweite Weltkrieg.

■ Nutzung nach 1939

Möglicherweise war der Sender Gleiwitz nach dem Überfall auf Polen bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs nicht mehr regulär zur Verbreitung von Rundfunkprogrammen im Einsatz, weil stärkere Sender in Kattowitz seine Aufgabe übernommen hatten. Zumindest fehlt sein Name in den damaligen Senderlisten.

Gegen Kriegsende wurden die 1927 und 1939 in Betrieb genommenen Kattowitzer Sender von der sich zurückziehenden Wehrmacht zerstört, während die Anlage in Gleiwitz ohne nennenswerte Schäden blieb. Allerdings konnte Letztere zunächst nicht für den polnischen Rundfunk genutzt werden, weil sie von der Roten Armee besetzt war. So wurde für die ersten Sendungen noch während des Zweiten Weltkriegs der Sender des Kattowitzer Flughafens genutzt.



In einer der Vitrinen in dem zum Museum umgebauten Sendebauwerk ist ein Kondensator aus den 1930er-Jahren ausgestellt ...



... und in einer weiteren eine der zur Kennzeichnung des Turms als Luftverkehrshindernis genutzten Lampen.

Nach der Übergabe des Gleiwitzer Senders am 25.5.1945 an den polnischen Rundfunk begann die Instandsetzung, wobei die Beschaffung von Röhren die größten Probleme bereitete. Fast ein halbes Jahr später, am 12.11.1945, begannen auf der Frequenz 873 kHz durchgeführte Sendungen. Von 1947 bis 1950 wurde – wie in der Vorkriegszeit – auf 1231 kHz gesendet, während von 1950 bis 1955 der Betrieb auf der Frequenz 737 kHz erfolgte.

1955 endete die reguläre Ausstrahlung von Radiosendungen im Mittelwellenbereich in Gleiwitz, nachdem in Ruda Śląska eine neue Sendeanlage gebaut worden war.



Detailansicht eines Fachwerkträgers des Sendeturms

Ende 1951 beschloss Polen, westliche Radiosender mit polnischsprachigen Sendungen zu stören. Hierzu nutzte man auch den Gleiwitzer Sender, in dem das vorhandene Lorenz-Sendegerät nach Ende des regulären Programms auf die zu störende Frequenz abgestimmt wurde. Außerdem ersetzte man den am Turm installierten Höhendipol durch eine Vertikalantenne im Inneren desselben und installierte auf halber Höhe einen vom Boden aus bedienbaren Trennschalter. Mit diesem ließ sich die obere Hälfte der Antenne abschalten und eine für den Betrieb als Störsender erwünschte starke Raumwellenstrahlung erzielen.

Drei weitere Sender wurden installiert, um mehr Frequenzen stören zu können. Sie stammten von der tschechischen Firma *Tesla* und hatten eine Ausgangsleistung von je 1 kW. Um die erforderlichen Antennen zu befestigen, errichtete man auf dem Sendegelände zwei weitere Masten. Zu den gleichzeitig verschärften Sicherheitsmaßnahmen gehörte ein doppelter Stacheldrahtzaun um das Areal, das zahlreiche Soldaten bewachten.

Nach dem blutigen Juniaufstand in Posen im Jahr 1956 stellte man zumindest offiziell die Störaktivitäten in Gleiwitz ein und baute die hierfür zusätzlich installierten Sender ab. Einer von ihnen fand 1957 in Kielce für den Aufbau eines lokalen Mittelwellensenders Verwendung.

1958 wurde im Sendebauwerk eine Zweigstelle des Radio- und Fernsehwerkes ZARAT für die Produktion von Sendegeräten und speziellen Studioeinrichtungen eingerichtet. Da hierbei der Lorenz-Sender im Weg stand, wurde er 1963 abgebaut und im Gebäude des Rundfunksenders Przebędowo bei Posen eingelagert, bevor man ihn später zwischenzeitlich ins Warschauer Technikmuseum verlegte. 2013 kehrte dieser Sender wieder nach Gleiwitz zurück.

1964 wurde der Komplex des Gleiwitzer Senders unter Denkmalschutz gestellt. Der Sendeturm dürfte nach der offiziellen Einstellung des Sendebetriebs hauptsächlich für Antennenmessungen genutzt worden sein, wofür er wegen seiner Holzkonstruktion gut geeignet war. Da in Polen noch bis 1988 der Mittelwellensender von *Radio Free Europe* gestört wurde, ist nicht auszuschließen, dass weiterhin noch Störsender in Gleiwitz in Betrieb waren.

■ Höchster Holzturm der Welt

1983 wurde der 163 m hohe hölzerne Sendeturm im bayerischen Ismaning gesprengt und 1990 der 140 m hohe Holzturm des Senders Zorawina abgebaut. Seither ist der Gleiwitzer Sendeturm der höchste Holzturm der Welt. Er ist der einzige der zahlreichen hölzernen Sendtürme, die in der Vorkriegszeit für den deutschen Rundfunk errichtet wurden und der heute noch steht.

Später diente der Turm als Antennenträger für Mobilfunk, BOS-Funk und UKW-Rundfunk. Für Letzteren verlängerte man den Turm an der Spitze mit einem zusätzlichen Antennenmast mit vertikal polarisierten Dipolen auf 118 m. Dieser Zusatzmast wurde allerdings 2013 demontiert.

2002 verkaufte der damalige Eigentümer des Senders, die *Telekomunikacja Polska*, diesen an die Stadt Gleiwitz, welche im Jahr 2005 in den Räumlichkeiten ein Museum einrichtete. Dort kann man heute neben dem Lorenz-Sender einige Bauteile und Geräte aus den 1930er-Jahren bestaunen. Der einstige Maschinensaal des Sendebauwerks wurde in einen Kinoraum umgebaut, in dem ein Film zum Überfall auf den Sender Gleiwitz gezeigt wird.

2009 gestaltete man das Areal in einen Park um und es wurden Lichtstrahler installiert, mit denen der Turm während der Nachtstunden effektiv beleuchtet werden kann. Als Ergänzung zum Beitrag sind im Download-Bereich auf www.funkamateur.de weitere Bilder verfügbar.

harald_der_grosse@gmx.de

Funkamateure bei DLOSHF im Dienst der NASA

PER DUDEK – DK7LJ

Eine Amateurfunkstation und eines der größten Raumfahrtunternehmen bringt man normalerweise nicht sofort thematisch zusammen. Doch beide bedienen sich der Funkübertragung zur Kommunikation und Datenübertragung. Was liegt also näher, als die für das Hobby genutzte Technik in den Dienst der NASA zu stellen, sagte sich das Team von DLOSHF. Nachfolgend wird ein kurzer Blick auf die Empfangssysteme geworfen. Außerdem werden laufende und neue NASA-Missionen beschrieben, an denen die Funkamateure in Kiel beteiligt sind.

Seit nunmehr 17 Jahren ist unsere Amateurfunkstation DLOSHF in Kiel ein ehrenamtlicher Mitarbeiter der NASA. Tag für Tag wird der Sonnenbeobachtungssatellit *Stereo-A* (früher auch *Stereo-B*)

damals wissenschaftlich tätige, kommerzielle Bodenstationen nach freien Kapazitäten angefragt. Neben der AMSAT-DL, die eine 20-m-Parabolantenne besitzt, hatten auch wir uns beworben, auch wenn wir



Bild 1: 9-m-Parabolantenne für 8,4 GHz, Aufnahme vom April 2008

auf seiner Umlaufbahn verfolgt. Die ermittelten Daten werden über das *Deutsche Forschungsnetz* (DFN, www.dfn.de) an die *National Aeronautics and Space Administration* (NASA, www.nasa.gov) geliefert.

Die Sonnenbeobachtungssatelliten spielen eine wichtige Rolle beim Schutz von Menschen und Satelliten im Weltraum. Aufgrund der bei der Messung gewonnenen Daten lassen sich Vorhersagen von Sonnenstürmen (Teilcheneruptionen) treffen und rechtzeitig Schutzmaßnahmen einleiten. Selbst auf der Erde können starke Sonnenwinde erhebliche Auswirkungen haben, z. B. den Zusammenbruch von Energienetzen.

■ Kontakt zur NASA

Doch wie wurden Funkamateure zu Mitwirkenden an einem solchen wissenschaftlichen Langzeitprojekt? Die NASA hatte

nur auf die in Bild 1 dargestellte 9-m-Parabolantenne zurückgreifen konnten. Von Seiten der NASA war zunächst Skepsis gegenüber einem privaten Betreiber spürbar, aber irgendjemand dort hatte Mut – und bereits zwei Tage später konnten wir die ersten Daten aus Kiel zur NASA senden. Das Erstaunen dort war groß, doch das Vertrauen in uns geweckt. Durch Verbindungen zur Universität Kiel erfuhren wir, dass schon seit vielen Jahren vom dortigen Institut für Experimentelle und Angewandte Physik Ionenmessgeräte entwickelt wurden, die auf vielen NASA-Satelliten mitflogen. Ein halbes Jahr nach dem Start der Datenübermittlung fand an der Universität Kiel eine Tagung zum Thema *Stereo* statt, zu der auch etliche Wissenschaftler und Techniker der NASA anreisten. Das Team von DLOSHF war auch eingeladen. Wir lernten viel Neues und konnten weitere

Verbindungen knüpfen. Für einen Nachmittag wurde die Veranstaltung sogar auf das Gelände von DLOSHF nach Kiel-Rönne verlegt, wo insgesamt sechs Parabolantennen mit Durchmessern zwischen 4 m und 9 m stehen (Bild 4). Erstaunen und die Anerkennung waren deutlich zu spüren, was uns mächtig zu weiteren Schritten motivierte. Besonderes Interesse galt den vielen von uns mit einfachen Mitteln realisierten Problemlösungen. Im Laufe des Projekts ist es noch zu zahlreichen weiteren Besuchen von NASA-Mitarbeitern gekommen.

■ Technische Weiterentwicklung

Nachdem die *Stereo*-Satelliten auf ihrem Weg um die Sonne sich immer weiter von der Erde entfernten (maximal etwa 300 Mio. km) und das empfangene Signal immer schwächer wurde, kamen wir bald an die Grenze unseres Empfangssystems. Durch die Hilfe von James Miller, G3RUH, konnten wir die Demodulation von FM-Flanke auf LSB umstellen und einen Hardware-Decoder bauen. Ein paar Jahre später wurde es wieder schwierig mit dem Empfang. Ein durch Mario Lorenz, DL5MLO, verbessertes Modulationsverfahren wurde von der NASA für gut befunden und auf die Satelliten übertragen. Es ermöglichte uns die Teilnahme bis zum erdfernsten Punkt der Mission.

Da man sich als Funkamateur nicht 17 Jahre lang jeden Tag rund um die Uhr um die Anlage kümmern kann, mussten wir lernen, viele Abläufe vollautomatisch und trotzdem betriebssicher zu machen. Hier einige der Aufgaben:

- Weiterentwicklung des 8-GHz-Empfangssystems durch Verbesserung des Feedhorns mit Unterstützung von Paul Wade, W1GHZ,
- Verbesserung der Langzeit-Frequenzstabilität auf 0,1 Hz durch erst Rubidium- und später GPS-Referenzen,
- Verbesserung der Tracking-Genauigkeit durch ein Korrekturprogramm von Joachim Köppen, DF3GJ, auf 0,01° über das gesamte Jahr,



Bild 2: Kryo-LNA von Callisto Werkfoto



Bild 3: 7,2-m-Parabolantenne für 8,4 GHz, Aufnahme vom April 2008

– Automatisierung und Remote-Steuerung aller Abläufe durch Martin Süfke, DM4MD.

Die Bewältigung aller Probleme, oft mit Unterstützung von Personen außerhalb des DL0SHF-Teams, sowie die Erfahrung über die Jahre geknüpfter neuer, interessanter menschlicher Kontakte waren für uns sowohl Antrieb als auch Belohnung. Außerdem ergaben sich so Möglichkeiten, von Firmen und staatlichen Dienststellen mit ausgesonderten Materialien und Baugruppen bedacht zu werden.

■ Neue NASA-Mission

Vor etwa zwei Jahren fragte uns die NASA, ob wir Interesse hätten, an der neuen Mission *Interstellar Mapping and Acceleration Probe* (IMAP) teilzunehmen [1]. Es ging um den neuen Sonnenbeobachtungssatelliten IMAP, der im L1-Lagrange-Punkt (1,5 Mio. km von der Erde entfernt) positioniert werden soll. Die projektierte Datenübertragungsgeschwindigkeit von 2 KBit/s war gut viermal so schnell wie die bei *Stereo-A/B* verwendete. Doch wir blickten auf 16 Jahre Empfangserfahrung für *Stereo* und auch

acht Jahre für ACE auf 2,2 GHz mit einer 6-m-Parabolantenne zurück, sodass unser Interesse an der neuen Geschwindigkeit geweckt war.

Nach Link-Berechnungen mit einer Hornantenne und 10 W Sendeleistung auf dem Satelliten IMAP sowie der in Bild 3 dargestellten 7,2-m-Parabolantenne bei DL0SHF wurde von NASA die Entscheidung getroffen, einen deutlich rauschärmeren Kryo-LNA zu verwenden (Bild 2). Da dieser nicht mit Amateurmitteln realisiert werden konnte, beschloss die NASA, die Finanzierung des LNA zu übernehmen und ihn uns (der Universität Kiel) zu leihen.

nach sich zog. Der LNA ist mittlerweile bestellt und wird im Frühjahr von mir nach einer Einweisung in Toulouse übernommen und umgehend in die Station integriert. Bis dahin können bei schlechtem Wetter unter Umständen kurze Empfangsstörungen auftreten. Doch wir freuen uns, dass unsere Amateurleistungen Anerkennung finden.

Die IMAP-Mission wurde am 23. 9. 2025 gestartet und befindet sich auf dem Weg zu ihrem Ziel. Anfang Februar 2026 soll der Regelbetrieb beginnen. Selbst ohne neuen LNA konnten wir am zweiten Tag erste Signale empfangen, decodieren und an die NASA weiterleiten. Dafür wurde



Bild 5: Ausschnitt der Bedienoberfläche der von DL5MLO entwickelten Software für Empfang, Decodierung, Tracking und Daten-Routing
Fotos und Screenshot: DK7LJ

Die vorgeschlagenen Kryo-LNAs arbeiten weitgehend wartungsfrei und erfordern keine regelmäßige Befüllung mit Gas. Die Auswahl wurde jedoch uns überlassen, was einen Besuch der in der Nähe von Toulouse beheimateten Firma *Callisto*

ein neues Konzept von DL5MLO verwirklicht. Als SDR-Empfänger dient ein *Adalm Pluto* mit vorgeschaltetem Mischer (8,4 GHz auf 1,2 GHz). Der Decoder musste ebenfalls neu entwickelt werden. Das Programm liefert auch die Trackingdaten für die Parabolantenne (Bild 5). Die Rechenleistung für das gesamte System wird von einem Mini-PC unter Linux erbracht.

Für mich als Organisator, Beschaffer und Hardwarebetreuer ist aus den Projekten besonders deutlich geworden, was das gemeinsame Wirken unterschiedlicher Einzelinteressen hervorbringen kann. Unser Team freut sich auf jeden, der Lust hat mitzumachen und seine Kenntnisse zur Lösung von Problemen einzubringen, selbstverständlich vor allem online.

per@per-dudek.de

Literatur

[1] NASA: Interstellar Mapping and Acceleration Probe. <https://science.nasa.gov/mission/imap>



Bild 4: Überblick über das DL0SHF-Gelände

Karibisches Tagebuch: PJ7K, Sint Maarten

DAVID BERAN – OK6DJ

Im September 2025 meldete sich ein tschechisch-slowakisches Team unter dem Rufzeichen PJ7K aus Sint Maarten, dem südlichen Teil der Karibikinsel St. Martin. Während elf Tagen Funkbetrieb verteilte die fünfköpfige DXpedition auf den Bändern von 10 m bis 160 m sowie per Satellit zahlreiche Bandpunkte. Sogar ein Funkkontakt mit einem Besatzungsmitglied der Internationalen Raumstation steht im Log. Teamleiter David, OK6DJ, schickte uns sein PJ7K-Tagebuch.

Sint Maarten umfasst den südlichen Teil der Karibikinsel Saint Martin und gehört zu den Niederlanden; der nördliche Bereich ist ein französisches Überseegebiet. Die Insel zählt zu den Leeward-Inseln, dem nördlichen Teil der kleinen Antillen. Sint Maarten mit der Hauptstadt Philipsburg hat etwa 40 000 Einwohner. Bis zum 10. 10. 2010 bildete die Insel zusam-

Standort eine möglichst freie Abstrahlung in Richtung Europa, Westküste der USA sowie Japan bieten sollte. OK2ZC fand schließlich einen geeigneten Standort, von dem Gary, KC9EE, bereits mehrmals als PJ7EE gefunkt hatte. Leider weigerte man sich jedoch, die Unterkunft an uns zu vermieten, obwohl das Objekt laut Informationen der Portale



Team PJ7K (v.l.n.r.):
David, OK6DJ,
Rudolf, OK2ZA,
Petr, OK1FCJ,
Luděk, OK2ZC, und
Lubo, OM5ZW

Fotos: OK6DJ

men mit vier weiteren die Niederländischen Antillen. Danach erhielt das Territorium den Status eines karibischen Landes des Königreichs der Niederlande.

■ Vorbereitungen

Bereits zu Beginn unserer Vorbereitungen für diese DXpedition bestand das Team aus Petr, OK1FCJ, Ruda, OK2ZA, mit Ehefrau Jana, Lubo OM5ZW, und Freundin, Luděk, OK2ZC, und mir, David, OK6DJ. Marco, FS4WBS, unterstützte uns vor Ort beim Erhalt der Amateurfunkgenehmigung für PJ7K. Dieser Prozess dauerte zwei Monate und die Lizenz kostete umgerechnet knapp 50 €. Die Suche nach einer geeigneten Unterkunft erwies sich dieses Mal als kompliziert. Wie immer suchten wir nach einem Standort mit genügend Abstand zu bebauten Nachbargrundstücken und viel Platz zum Aufstellen der Antennen, insbesondere für die unteren Bänder. Angesichts der bergigen Landschaft der Insel war eine weitere Voraussetzung, dass der

Blick von unserem Standort über die benachbarte Bucht



Booking.com und Airbnb noch verfügbar war. Wir vermuten, dass der Vermieter einfach wahrheitswidrig behauptete, dass das Haus nicht mehr frei sei, da er Bedenken wegen unserer Antennen hatte. Ein anderer Standort in der engeren Wahl erfüllte zwar nur die Bedingung eines freien Horizonts in Richtung Europa, aber zum Glück hatte dessen Vermieter kein Problem mit unseren Antennen.

■ Tag für Tag

11.9.: OK2ZC fuhr mit dem Auto in die tschechische Vysočina-Region und holte OK2ZA und Jana ab. Am Prager Flughafen ordneten wir gemeinsam mit OK1FCJ nochmals die Antennentasche und gaben anschließend das Gepäck auf. Zum Glück fielen keine zusätzlichen Gebühren an. Lubo, OM5ZW, und seine Freundin flogen ab Wien und hatten ebenfalls keine

Probleme. Das gesamte Team traf sich dann in Paris auf dem Flughafen Charles-de-Gaulle. Der Flug nach Sint Maarten zum dortigen internationalen Flughafen Princess Juliana dauerte neuneinhalb Stunden.

Zu unserer großen Erleichterung kam das gesamte Gepäck mit uns an und die Einreiseformalitäten verliefen ebenfalls problemlos. Die einzige Verzögerung verursachte das Ausfüllen des elektronischen Einreiseformulars an einem Computerterminal. Diejenigen von uns, denen es gelungen war, das Formular bereits am heimischen PC auszufüllen, kamen schneller durch. Aber nicht bei jedem hatte dies

zu Hause geklappt. Diesen Prozess hatte die Insel im Jahr 2024 für die Einreise eingeführt, doch funktionierte noch immer nicht alles richtig. Wir hatten zwei Mietwagen reserviert und so gingen die beiden Fahrer zum Schalter des Mietwagenunternehmens, während der Rest der Gruppe wartete. Da wir nicht unser komplettes Gepäck in den beiden Fahrzeugen verstauen konnten, wollten OK2ZC, OK2ZA und Jana in einer Bar auf die Rückkehr warten. Nach etwa einer Stunde Wartezeit beschlossen sie jedoch, ein Taxi zu nehmen, da sich die Situation an unserem Standort etwas chaotisch entwickelt hatte. Zudem wollten sie nicht warten, bis es dunkel war. Die Preise für Taxifahrten sind auf der Insel staatlich festgelegt und betrugen zu unserer 15 km entfernten Unterkunft rund 17 € pro Person. Leider wusste unser Ta-

xifahrer selbst nach einer Frage bei Kollegen nicht, wohin er fahren sollte. So wurde aus einer Strecke, die laut *Google Maps* 25 Minuten Fahrtzeit benötigen würde, eine regelrechte Irrfahrt von ein- einhalb Stunden. Am Ende übernahm OK2ZC selbst die Navigation. Der Autoverkehr auf der Insel läuft recht langsam, da auf den Straßen viele „Holperschwellen“ installiert sind und fast zu jeder Tageszeit relativ starker Verkehr herrscht. Unterdessen bezahlte der bereits angekommene Teil unserer Gruppe der Vermieterin die Kosten für die Unterkunft im Voraus. Dabei teilte diese uns mit, dass wir einen Aufschlag für den anfallenden Stromverbrauch in Höhe von 1,30 € pro Kilowattstunde zu zahlen hätten. Das erschien uns viel zu hoch. Wir kontaktierten deshalb Marco, FS4WBS, der uns seine Stromrechnung übermittelte. Wie sich herausstellte, lagen die tatsächlichen Stromkosten auf der Insel erheblich niedriger bei etwa 0,30 € pro Kilowattstunde. Trotzdem ergriffen wir Vorsichtsmaßnahmen und beschränkten unseren Stromverbrauch. Außerdem notierte ich jeden Tag den Stand des Stromzählers. Überdies machten wir uns Gedanken, wie viel an zusätzlichen Gebühren wir am Ende zu zahlen bereit wären.

■ Stationsaufbau

12.9.: An diesem Morgen brachte man uns Tische und Stühle. Die Vermieterin hatte uns gegen Zahlung einer Mietgebühr von rund 155 € fünf 1,2 m lange Tische versprochen. Was sie aber tatsächlich brachte, schockierte uns: runde Tische und Stühle aus Plastik. Auf Nachfrage bekamen wir als Antwort, es gebe nichts anderes.

Gleich morgens begannen wir mit dem Aufbau der Antennen. OK2ZA und OK2ZC installierten eine *Groundplane* für 30 m, eine 3-Element-Richtantenne für 6 m auf einem Glasfibermast sowie Dipole für 12 m und 17 m an einem gemeinsamen Glasfibermast; zum Bandwechsel mussten wir lediglich das Koa-



Einen unserer Spiderbeams montierten wir an der Mauer eines Rohbaus.

xialkabel umstecken. Hinzu kam eine *Groundplane* für 60 m. OK1FCJ, OM5ZW und ich bauten in der Zwischenzeit unsere beiden Spiderbeams auf. Einen befestigten wir auf dem Dach, auf dem gerade die Wände für zusätzliche Apartments errichtet wurden. Den zweiten Spiderbeam stellten wir auf dem Dach oberhalb unseres Funkraums auf. Um 1708 UTC lief unser erster Funkkontakt unter PJ7K mit Ivan, OK1PI, auf 15 m in Telegrafie.

13.9.: Frühmorgens errichteten OK2ZA und OK2ZC einen Vertikalstrahler für 80 m und 160 m. Der Aufbau dieser Antenne, entfernt von den Gebäuden in dichter Vegetation, war recht mühsam und verursachte einige Verletzungen durch die Dornen der Büsche. Beim nächsten Mal würden wir Schuhe mit Stahlsohlen mitbringen. Ruda, OK2ZA, und ich kamen übereinstimmend zu der Ansicht, dass dies der Ort mit der unangenehmsten Vegetation war, an dem wir auf unseren DXpeditionen jemals Antennen installiert hatten. Dabei stand das Schlimmste noch bevor, denn am folgenden Tag stand der Aufbau der beiden *Beverage*-Empfangsantennen in Richtung Europa und Nordamerika auf der Agenda.

Abends mussten wir feststellen, dass sich der Vertikalstrahler für 80 m und 160 m nicht mehr abstimmen ließ. Nach einer Prüfung stellte OK2ZC fest, dass aufgrund des herrschenden Windes ein Antennenelement hinuntergerutscht war; wahrscheinlich fehlte an einer Verbindungsstelle genügend selbstverschweißendes Klebeband. Daher bauten OK2ZA und ich die Antenne wieder ab, deren Reparatur verschoben wir jedoch auf den folgenden Morgen.



Die Dipole für 12 m und 17 m teilten sich einen gemeinsamen Mast.

Zur gleichen Zeit gelang OK2ZC der erste Satellitenkontakt über RS-44. Als Aufbauort der *Arrow*-Antenne nutzte er den Balkon der Küche mit freier Sicht in Richtung Europa und Nordamerika. Nach jedem Überflug des Satelliten verstaute wir die Ausrüstung regensicher, da jederzeit mit Regenschauern zu rechnen war. Im Durchschnitt ist der September der niederschlagsreichste Monat auf Sint Maarten. Wie sich im Laufe der Aktivität herausstellte, hatten wir jedoch Glück und es regnete nicht besonders viel. Die Tagestemperatur lag um 34 °C und in der Nacht kühlte es immerhin bis auf etwa 29 °C ab.

■ Empfangsantennen

14.9.: An diesem Morgen reparierten OK2ZA und OK2ZC mit Unterstützung weiterer Teammitglieder die Vertikalantenne für 80 m und 160 m. Nach einem erfrischenden Sprung in unseren Pool installierten sie zudem die beiden *Beverage*-Empfangsantennen, wobei wir einen Grat oberhalb unserer Unterkunft als Anfangspunkt wählten. Da wir die Empfangsdrähte für Europa über eine Straße verlegen mussten, zogen wir den Antennen draht unter Einsatz eines Glasfibermasts durch ein dort verlegtes Rohr auf die an-



Ein Teil unseres Antennenparks (v.l.n.r.): Vertikal für 80 m und 160 m, 60-m-Vertikalstrahler, erster Spiderbeam, 3-Element-Yagi für 6 m, zweiter Spiderbeam

dere Straßenseite und anschließend in den „Dornenschungel“. Fast schien es, als hätte jemand dieses Rohr für unseren Zweck verlegt.

OK2ZC zog nun, unterstützt von OK2ZA mit einer Machete, den Antennendraht soweit es ging bis zu einem Abhang. Nachdem dies geschafft war, entschieden wir, dass wir nach Ende der Aktivität nicht zurückgehen würden, um den installierten Endwiderstand und die Radials zu bergen. Ich denke, dies vermittelt einen Eindruck davon, wie extrem unangenehm die Vegetation war. Die *Beverage* in Richtung Europa war etwa 102 m lang, weiter konnten wir den Antennendraht nicht ziehen. Den Empfangsdraht für



Reparatur des Spiderbeams, den heftige Windböen beschädigt hatten

Nordamerika verlegten wir hinter dem Haus; er endete bereits nach 66 m an der Grundstücksgrenze zum Nachbargebäude.

Abends begannen wir mit dem Funkbetrieb auf 80 m und 160 m, bei dem sich OM5ZW und OK2ZC abwechselten. Dies wäre aber keine richtige DXpedition gewesen, hätte es nicht irgendetwas zu reparieren gegeben. Unser Technikspezialist OK2ZA widmete sich als erstes der SO239-Buchse unseres Hochleistungs-Bandpassfilters für 10 m. Möglicherweise ein billiges Bauteil aus China, war bei diesem der Mittelkontakt hineingerutscht.

15.9.: OM5ZW grillte für uns leckeren Fisch und der Funkbetrieb lief reibungslos. Die mitgereisten Frauen besuchten den Strand und kauften abends auf dem Heimweg Vorräte ein. Am folgenden Morgen erwartete uns ein herzhaftes Frühstück. Außerdem bereiteten sie vor ihren Ausflügen über die Insel das Mittagessen für uns zu. OK2ZA reparierte das SWV-Messgerät in meiner Juma-Endstufe, da eine Diode eine kalte Lötstelle aufwies.

■ Defekter Spiderbeam

16.9.: Während eines heftigen Regenschauers stellte OK2ZC ein gebrochenes Glasfaserrohr an einem unserer Spider-

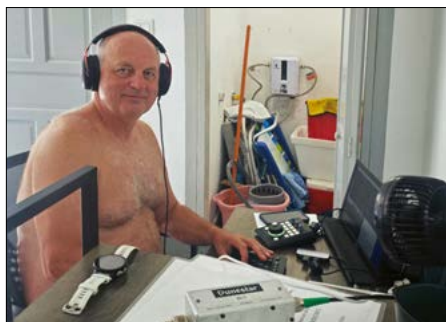
beams fest. Also unterbrachen wir den laufenden Funkbetrieb und starteten bei zunehmendem Wind eine Rettungsaktion. Wir brachten die Antenne zwar noch erfolgreich zu Boden, verschoben die Reparatur aber auf den folgenden Tag. Das Team besuchte nun den von vielen Fotos bekannten *Maho-Strand*. Im Wasser stehend, warteten wir auf ankommende Jets, die bei der Landung im Tiefflug über diesen Strand flogen. Dies war eine einzigartige Erfahrung. Anschließend gönnten wir uns ein Bier in einer Bar und besuchten den benachbarten *Mullet Beach*.

17.9.: Wir reparierten den Spiderbeam und stellten ihn wieder auf, dies aber vorsichtshalber nun mit einer etwas geringeren Aufbauhöhe, da der Wind nach unseren bisherigen Erfahrungen sehr stark wehen konnte. Zum Glück war nur ein Glasfaserrohr gebrochen und der Schaden minimal. Marco, FS4WBS, ein gebürtiger Italiener, der mit seiner Familie seit 23 Jahren auf der Insel lebt und dort zwei Restaurants leitet, und Claude, FS5GL, statteten uns einen Besuch ab. Als Geschenk hatten sie vorzügliches Gebäck aus einer französischen Bäckerei dabei. Wir plauderten ausführlich über den Amateurfunk, die Insel und das Leben allgemein.

18.9.: Ein Teil des Teams unternahm einen Ausflug über die Insel. An diesem Tag war am noch nicht fertig gebauten Nachbarhaus ein Bagger im Einsatz. Buchstäblich im letzten Moment konnte



PJ7K-Teamleiter David, OK6DJ, beim Funkbetrieb



Petr, OK1FCJ, genießt das Abarbeiten der Pile-ups.



Ein Telegrafie-Arbeitsplatz mit IC-705 und Juma-Endstufe; die Temperatur im Shack erreichte 33,7°C.

OK2ZC unsere 160-m-Antenne retten, da wir eines der Abspannseile an einem Baum nahe dem benachbarten Gebäude befestigt hatten. Außerdem versetzte Ludek einen Anker für die 30-m-Vertikal. Leider hatte der Bagger bereits den Endwiderstand der Nordamerika-*Beverage* sowie die Radials zerstört. Unsere Vermieterin erklärte dem Baggerfahrer daraufhin genau, wo die Grundstücksgrenzen verliefen.

Sie nahm allerdings bei dieser Gelegenheit ein Video der anderen Antennen auf, die wir auf zwei benachbarten Grundstücken aufgestellt hatten, und sandte es den Eigentümern. Auch wir erhielten dieses Video von der Vermieterin und sie forderte uns auf, die Antennen abzubauen, da diese Eigenmächtigkeit den Grundstückseigentümern nicht gefallen würde. Auf unsere Bitte gab sie uns jedoch deren Telefonnummern. Petr schrieb sie an und am Ende konnten wir alles regeln. Einer unserer Ansprechpartner war früher CB-Funker und hatte von daher kein Problem mit Funkantennen. Der andere wusste nicht, was wir dort genau trieben. Petr erklärt ihm unsere Aktivität und schließlich hatten wir auch seine Erlaubnis. Selbstverständlich waren wir erleichtert und konnten unseren Funkbetrieb nun ungehindert fortsetzen.

■ Funkausrüstung

Als Transceiver kamen bei dieser Aktivität drei Icom IC-705, ein IC-9700, zwei SunSDR, ein Kenwood TS-480HX und ein Yaesu FT-10DX zum Einsatz. Ergänzend kamen vier Endstufen, drei Juma und eine SPE Expert hinzu. Unsere Antennenfarm bestand aus *Groundplane*-Vertikalantennen für 30 m, 40 m, 60 m, 80 m und 160 m, Dipolen für 12 m und 17 m, zwei Spiderbeams für 10 m bis 20 m, einer 3-Element-Yagi für 6 m, zwei *Beverage*-Empfangsantennen sowie einer *Arrow*-Antenne für den Satelliten-

betrieb mit vier bzw. zehn Elementen. PJ7K war zudem unsere erste DXpedition, bei der wir zusammen mit Hochleistungsfiltern einen Triplexer für 10 m, 15 m und 20 m verwendeten. Dies ermöglichte ohne gegenseitige Störungen den gleichzeitigen Funkbetrieb über einen Spiderbeam auf drei Bändern.

19.9.: OK2ZC funkte morgens mit Airon, PJ7AR, auf 80 m in Telegrafie. Dieser sendete „prüft Eure E-Mails“. Dieser Bitte kam ich gerne nach und arrangierte ein Treffen mit PJ7AR. Gegen Abend fuhren wir in die Stadt in das italienische Restaurant *Roma*, das FS4WBS leitet. Dort genossen wir ein vorzügliches Abendessen. Nach einigen Fotos mit Marco fuhren wir, es war bereits dunkel, zurück zu unserer Unterkunft.

20.9.: Wir bauten den Spiderbeam von OM5ZW ab und schenkten ihn PJ7AR.



**Rudolf „Ruda“,
OK2ZA, unser
Technikspezialist**

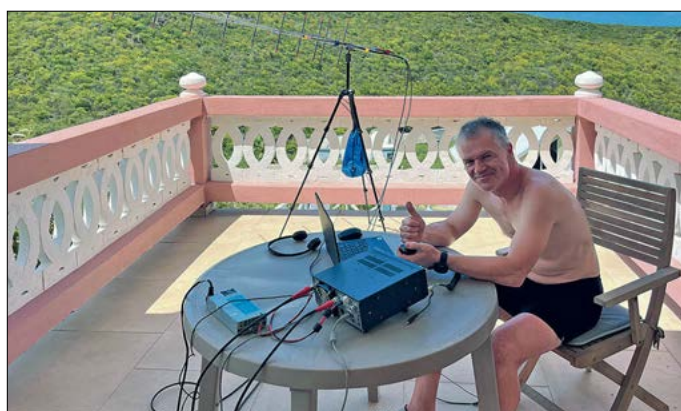


Zusätzliche Kühlung für eine unserer Juma-Endstufen

Dies unter der Bedingung, dass Airon die Antenne so bald wie möglich aufstellen würde. Er war früher CB-Funker und ist ein lustiger Typ. Airon versorgte uns zum Dank mit Mittagessen, das er von einem Schnellimbiss geholt hatte. Anschließend verbrachte PJ7AR den ganzen Nachmittag mit uns und wir merkten, dass er sich bei uns sehr wohl fühlte.

OK2ZC widmete sich wieder dem Satellitenbetrieb und es gelang ihm tatsächlich eine Verbindung mit dem Astronauten Mike Fincke, NA1SS, auf der Internationalen Raumstation (ISS). Anschließend setzte sich PJ7AR an die Station und loggte seine erste Satellitenverbindung.

**Luděk, OK2ZC,
beim Satelliten-
betrieb**



Dies war für Luděk und Airon selbstredend ein fantastisches Erlebnis und zudem recht außergewöhnlich, da Funkverbindungen mit einem Besatzungsmitglied der ISS über eine Satelliten-Transponderfrequenz nur recht sporadisch und ohne vorherige Ankündigung stattfinden. Videoaufnahmen der beiden ISS-Kontakte stehen unter <https://youtu.be/SfJm92D7o60> und <https://youtu.be/lI5eHHOuDPvI> online.

■ Rückreise

21.9.: Morgens brachten wir OM5ZW und seine Freundin zum Flughafen, da sie schon früher abreisen mussten. Anschließend besuchten wir *Baie Rouge*, einen menschenleeren und sauberen Strand, ein Paradies wie aus dem Katalog. Danach kauften wir bei *Carrefour* ein, dessen Preise nur leicht höher als bei uns zu Hause waren, und fuhren zurück zu unseren Funkstationen. Die Vermieterin nahm mit uns Kontakt auf und wir einigten uns auf eine zusätzliche Gebühr von umgerechnet 172 € für die verursachten Stromkosten, was uns akzeptabel erschien. Abends unternahmen OK1FCJ und OK2ZC einen Spaziergang zum Strand, der etwa eineinhalb Kilometer entfernt lag, und genossen nach dem Schwimmen dort noch ein Bier vom Fass.

22.9.: Gleich nach Sonnenaufgang begannen OK2ZA und OK2ZC mit dem Abbau der 80-m- und 160-m-Vertikalan-tenne, der *Groundplane* für 60 m und der *Beverage*-Antennen. Dabei besuchte uns eine freundliche Hündin aus der Nachbarschaft, die von fast jedem gestreichelt wurde. Am Nachmittag bauten wir den verbliebenen Spiderbeam und die 6-m-Antenne ab. Abends besuchte uns nochmals PJ7AR. In gemütlicher Runde bei Bier und Rum zeichneten wir ihm auf, wie er aus noch vorhandenem Koaxialkabel und Draht eine 160-m-Antenne bauen könnte. Abends hatte OK2ZC den letzten Funkkontakt über Satellit und wechselte danach für Telegrafie auf 30 m und 40 m.

23.9.: OK2ZA und OK2ZC bauten an diesem Morgen die letzten Antennen für 30 m und 40 m ab. Anschließend packten wir unsere Sachen für die Rückreise und machten uns gegen 10.45 Uhr Ortszeit auf den Weg zum Flughafen. Die Rückgabe der Mietwagen verlief problemlos. Am Schalter im Flughafen gaben wir das Gepäck ohne zusätzliche Gebühren auf und warteten auf den Abflug, der sich um 50 Minuten verzögerte. Daher hatten wir noch Zeit für ein letztes Bier an der Bar. Beim Umsteigen in Paris dauerte die Überprüfung des Handgepäckes von OK1FCJ und OK2ZC etwas länger, da der zuständige Mitarbeiter sehr gründlich arbeitete. Am Ende lief jedoch alles problemlos. 24.9.: Gegen Mittag landeten wir wohlbehalten in Prag und erneut war das gesamte Gepäck mit uns angekommen. Damit endete unsere PJ7K-DXpedition erfolgreich. Die detaillierten QSO-Statistiken finden Sie auf Club Log; QSL-Manager ist wie immer OK6DJ. Wir wissen, dass wir vielen Anrufern einen oder mehrere neue Bandpunkte verschaffen konnten, manchen sogar ein neues DXCC. Am Ende gilt unser Dank allen Sponsoren, dem *Mediterraneo DX Club* und den vielen Einzelspendern.

**Bearbeitung und Übersetzung:
Dr. Markus Dornach, DL9RCF**



Lubo, OM5ZW (r.), schenkte Airon, PJ7AR (l.), seinen 5-Band-Spiderbeam; in der Mitte Petr, OK1FCJ.

12-V-Verteilung mit Schutz vor Überspannung und Tiefentladung

FRANK G. SOMMER – DC8FG

Eine Tiefentladung kann bei einigen Akkumulatortechnologien zu irreversiblen Schäden führen. Überspannungen, wie sie durch defekte Lade-regler einer Photovoltaikanlage auftreten können, ziehen hingegen schnell eine Beschädigung der angeschlossenen Geräte nach sich. Die Spannungsüberwachung mit einem Arduino Nano kann helfen, beides zu vermeiden.

Vor einigen Jahren stellte ich in [1] ein selbst entwickeltes Überwachungsgerät für eine netzunabhängige Stromversorgung auf Basis des *Arduino Nano* (nachfolgend nur als *Arduino* bezeichnet) vor. Dieses verwendete ein durch einen Transistor BC337 gesteuertes monostabiles Relais zur Schaltung der Last.



Bild 1:
Überwachungsgerät
für eine netzunab-
hängige Stromver-
sorgung im Gehäuse
Bopla Ultramas
UM52011L

Fotos: DC8FG

Nachteil dieser Lösung war, dass der permanente Spulenstrom von 160 mA insbesondere Akkumulatoren mit geringer Kapazität unnötig belastete, was zu einer Reduzierung der Betriebszeit führte. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, änderte ich die Schaltung später so ab, dass ein direkt durch den *Arduino* gesteuerter N-Kanal MOSFET vom Typ IRLZ 34 die Aufgabe des Relais übernahm. Nun ist zwar der IRLZ 34 mit bis zu 30 A belastbar, dies gilt jedoch nicht ohne Weiteres für die Leiterbahnen einer Standard-Leiterplatte mit 35 µm Kupferauflage. Die von mir angenommene Nutzungsgrenze lag daher bei 4 A, was für den Betrieb mit meinen QRP-Transceivern ausreichend ist.

Da ich später auf diese Weise bis zu acht Geräte mit Spannung versorgen wollte, nahm ich weitere Änderungen vor. Die Herausforderung bestand jetzt darin, eine Schaltmöglichkeit zu finden, welche zu keiner der vorhergehenden Einschränkungen mehr führte. Dies brachte mich zu den sogenannten SSR (*Solid State Relais*). Diese Halbleiterrelais besitzen gegenüber ihren elektromechanischen Ver-

wandten die Vorteile des sehr schnellen und präzisen Schaltens sowie des fehlenden mechanischen Verschleißes. Allerdings weisen SSRs auch Nachteile auf. So beträgt der Spannungsabfall am Ausgang je nach Schaltelement bis zu 1,5 V. Zudem gilt es, einen Lasttyp zu beachten, der Auswirkungen auf den maximal zu

schaltenden Strom hat, und auch die Verlustwärme des Laststroms muss sicher abgeführt werden. Angesichts des Kaufpreises von knapp 30 € verzichtete ich auf Experimente und entschied mich schlussendlich für das bistabile Leistungsrelais *Omron G9TA-U1ATH*.

■ Schaltungsbeschreibung

Aus der über K1 eingespeisten Akkumulatorspannung stellt IC1 die 5-V-Betriebsspannung für den *Arduino* sowie die an die Steckverbinder K6, K7, K8 und K9 optional anschließbaren Funktionserweiterungen mit einer Gesamtbelastbarkeit von 1,5 A bereit, siehe Bild 3.

Die vom Spannungsteiler R4/R5 reduzierte Akkumulatorspannung liegt am analogen Eingang A0 (PC0) des *Arduino*. Der Spannungsteiler ist erforderlich, da an einem I/O-Port des ATmega328P nur maximal 5 V anliegen dürfen. Bei 13,8 V ergeben sich somit 2,3 V.

Die Höhe dieser Spannung wird von der Firmware permanent abgefragt und auf die tatsächliche Akkumulatorspannung zurückgerechnet (siehe Abschnitt *Firmwarebeschreibung*); alle Aktionen des Kontrollgerätes basieren auf dieser Messung.

Über den Spindeltrimmer R2 werden, in Zusammenhang mit S1, die Spannungsgrenzwerte eingestellt, nach welchen bestimmte Aktionen ausgeführt werden. Das dazu erforderliche Vorgehen ist im Abschnitt *Firmwarebeschreibung* erläutert.

Aus Gründen der Kompatibilität zu den Vorgängerversionen der Hard- und Firmware bleibt der an PD6 des *Arduino* liegende Steuerstromkreis von T2 Bestandteil der Schaltung; er kann bei Bedarf bestückt und das Kontrollgerät für kleinere Lasten wie oben beschrieben verwendet werden. Bei T2 handelt es sich um einen N-Kanal-MOSFET, der den Masseanschluss schaltet.

Als Benutzerschnittstelle sind der Piezosummer AL1, die Taster S1 und S2 sowie das am Pfostenstecker K3 anschließbare LC-Display vorgesehen. Letzteres ist mit

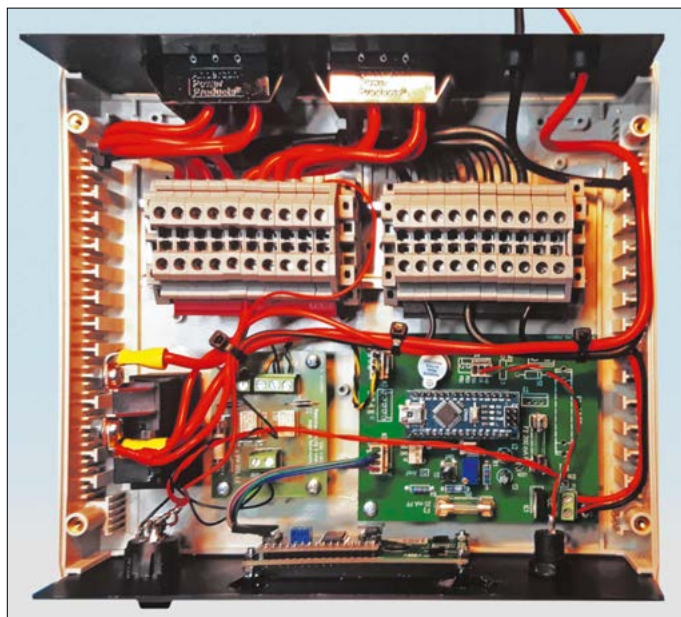
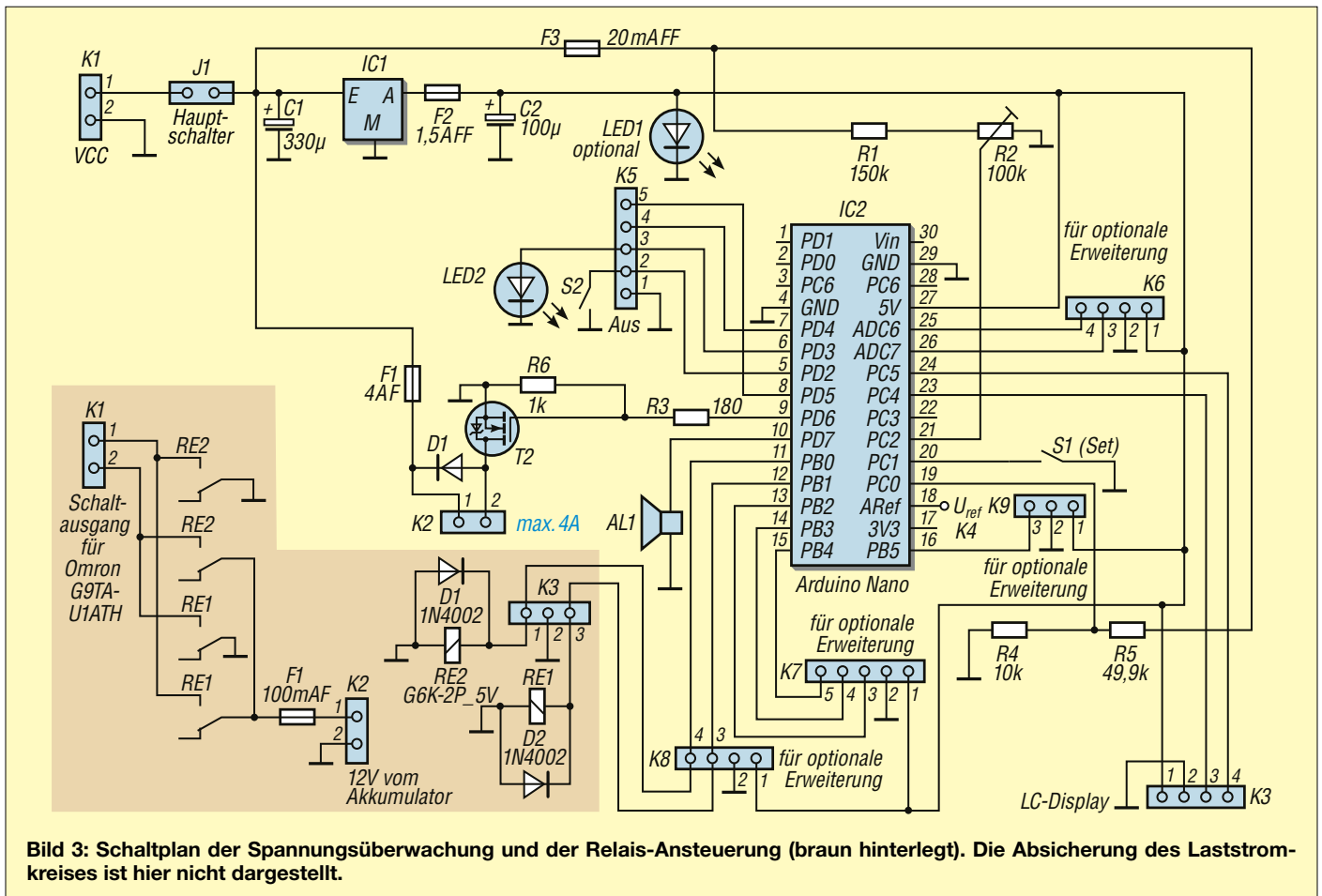


Bild 2:
Blick ins Innere der
12-V-Verteilung;
vorn rechts befindet
sich die Steuer-
platine mit dem
Arduino Nano.
Es lassen sich bis
zu acht Geräte
anschließen.



einem I²C-Controller bestückten und besitzt zwei Zeilen à 16 Zeichen. An Pin 3 von K5 liegt die LED2, die zusätzlich zu der akustischen Warnung bei Über- und Unterspannung eine optische Signalisierung bietet.

Da der von mir an J1 angeschlossene Hauptschalter für maximal 10 A ausgelegt ist, schaltet er – anders als bei den vorherigen Versionen – nicht direkt auch den Laststromkreis. Um die angeschlossenen Geräte von der Versorgungsspannung zu trennen, ist daher stets S2 zu bestätigen, der an Pin 2 von K5 liegt. Erst danach ist das Kontrollgerät über den Hauptschalter abzuschalten.

Ein bistabiles Relais besitzt im Gegensatz zu einer monostabilen Ausführung den Vorzug, dass zur Änderung des Schaltzustandes nur ein kurzer Stromimpuls erforderlich ist. Bistabile Relais unterteilt man in einspulige und doppel-spulige Ausführungen. Während Letztere somit über zwei Kanäle zur Änderung des Schaltzustandes verfügen, ist bei einspuligen Varianten hierzu eine Polaritäts-änderung der Spulenspannung erforderlich. Da es mir nicht gelang, ein bistabiles Doppelspulenrelais für 30 A Laststrom und mit Schraubkontakten zu einem erschwinglichen Preis zu erstehen,

entwickelte ich eine kleine zusätzliche Leiterplatte mit zwei Kleinrelais vom Typ Omron G6K-2P 5 VDC. Diese werden über die an K8 herausgeführten I/O-Pins D8 (PB0) und D9 (PB1) geschaltet. Somit lässt sich die Polarität der Spulenspannung des Omron G9TA-U1ATH ändern und der Ein- und Ausschaltvorgang realisieren.

Die Gesamtstromaufnahme des Geräts liegt zwischen 85 mA und 95 mA, sie erhöht sich jedoch kurzzeitig bei akustischen und optischen Warnungen sowie dem Schalten des Lastrelais bis auf ungefähr 150 mA. Durch gezielte Deaktivierung der Hintergrundbeleuchtung des LC-Displays per Schalter oder Anpassung der Firmware lassen sich 20 mA einsparen.

■ Firmwarebeschreibung

Die Firmware fragt die über den Spannungsteiler R4/R5 reduzierte Akkumulatorspannung ab. Dieser Wert wird fortlaufend unter Berücksichtigung des Teilverhältnisses und der an K4 messbaren Referenzspannung U_{ref} in die tatsächliche Akkumulatorspannung zurückgerechnet (siehe Funktion `read_voltage_level` im Arduino-Sketch). Die an K4 messbare Spannung stellt den standardmäßigen Re-

ferenzpegel für die A/D-Umsetzereingänge des Arduino dar. Sie beträgt normalerweise 5 V, sollte aber an K4 nochmals kontrolliert werden. Bei Abweichungen ist die Rechenkonstante in der Firmware anzupassen.

Die so ermittelte Akkumulatorspannung wird permanent mit den vom Benutzer bestimmten Schwellwerten für Über-, Normal-, Lade- und Abschaltspannungen verglichen. Diese wiederum lassen sich unter Berücksichtigung der verwendeten Akkumulortechnologie wie folgt beliebig festlegen:

In der Funktion `learn_reset_voltage` im Abschnitt *Festlegen der Defaultwerte* im Quelltext der Arduino-Firmware werden mittels der Anweisung `EEPROM.put` die Werte festgelegt, die bei einem *Firmware-Reset* eingelesen werden. Hiermit lassen sich mögliche Fehlfunktionen aufgrund manuell falsch eingestellter Werte beheben. Gleichzeitig werden diese Werte bei jedem Normalstart des Arduino abgefragt.

Wird ein Arduino erstmalig für diese Anwendung programmiert, sind die Default-Werte noch nicht in dessen EEPROM abgelegt. Beim ersten Start zeigt das LC-Display daher statt der Werte lediglich *NaN*. In diesem Fall ist *S1* gedrückt zu

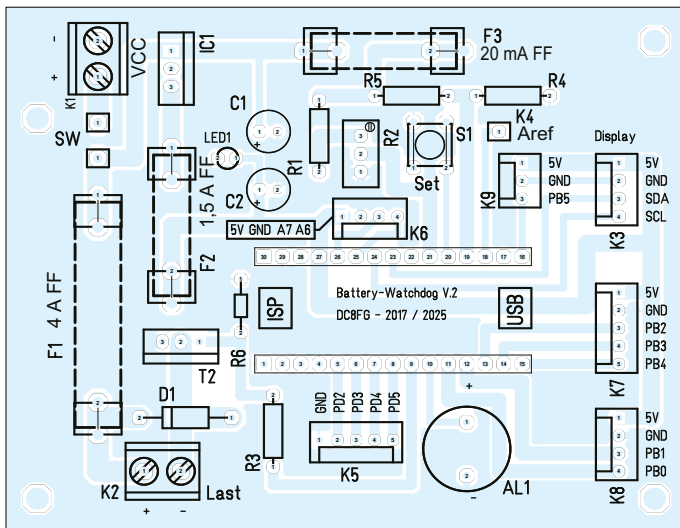


Bild 4: Bestückungsplan der Spannungsüberwachung; Originalabmessungen 95 mm x 75 mm

halten, bis im LC-Display *Reset Settings* erscheint, und danach loszulassen. Die Defaultwerte werden dann in den EEPROM geschrieben. Anschließend erfolgt automatisch ein Reset und der Arduino startet neu.

Spannungsgrenzwerte einstellen

Wer die Spannungsgrenzwerte auch zur Programmlaufzeit ändern möchte, kann durch Drücken des Tasters *S1* durch ein Einstellungs Menü blättern. Bei Erreichen des entsprechenden Menüpunktes ist *S1* loszulassen. Nach Erscheinen der Aufforderung ist *S1* erneut zu drücken und zu halten und dabei mittels des Spindeltrimmers *R2* der gewünschte Wert einzustellen. Anschließendes Loslassen von *S1* bewirkt, dass der Wert in den EEPROM geschrieben wird und ab sofort gültig ist.

Überspannung

Wird die eingestellte Überspannungsschwelle überschritten, erfolgt die umgehende Abtrennung der Last. Auf dem LC-Display erscheint eine entsprechende Meldung, verbunden mit einer akustischen Warnung. Zusätzlich leuchtet die LED2, um diesen Zustand auch über eine etwas größere Entfernung zum Kontrollgerät zu signalisieren. Da ein intermittierendes Licht eher die Aufmerksamkeit auf sich zieht als ein andauerndes, verwende ich eine blinkende Ausführung. Dies nicht zuletzt, um eine weitere Laufzeiterhöhung der Programmschleife zu vermeiden.

Wichtig: Unter Berücksichtigung der Programmschleifenlaufzeit und der Trägheit elektromechanischer Relais schützt diese Funktion nicht vor Überspannungsspitzen, wie sie beispielsweise bei einem Blitzschlag entstehen. Sie soll lediglich bei einem unzulässigen Spannungsanstieg, wie er bei einem defekten Laderegler einer

Photovoltaikanlage vorkommen könnte, die angeschlossenen Geräte schützen. Die ermittelte Zeit zwischen dem Auftreten der Überspannung und dem Lastabwurf liegt meist bei weniger als 1 s.

Entladespannung erreicht

Sinkt die Akkumulatordspannung auf die Entladespannungsgrenze ab, erfolgt eine akustische Signalisierung durch Warntöne und die Ausgabe eines entsprechenden Hinweises auf dem LC-Display. LED2 sorgt wieder für die optische Warnung.

Abschaltsschwelle erreicht

Beim weiteren Absinken der Akkumulatordspannung und Erreichen der Abschaltsschwelle erfolgt eine erneute akustische Warnung und ein Countdown weist auf die bevorstehende Lasttrennung hin. Die Anzahl der Sekunden bis zur Abschaltung lässt sich über die Variable *timer* am Anfang der Programmschleife (*loop*) beliebig festlegen. Alle Aktionen sind selbstrückstellend, d.h., sobald die Akkumulatordspannung wieder im Normbereich liegt, wird die Last automatisch aufgeschaltet.

■ Gehäuse

Bei der Suche nach einem geeigneten Gehäuse fiel meine Wahl auf das Pultge-

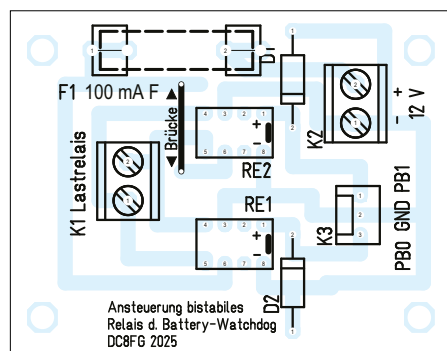


Bild 5: Bestückungsplan der Relaisansteuerung; Originalabmessungen 57 mm x 45 mm

häuse *Bopla Ultramas UM52011L*, welches beispielsweise bei www.pollin.de erhältlich ist. Da ich mir die Anfertigung der erforderlichen Durchbrüche in den als Zubehör lieferbaren Aluminium-Front- und -Heckplatten sparen wollte, entwarf ich diese im 3D-Druck.

Leider ist der Bauraum meines 3D-Druckers für diese Abmaße etwas zu klein, sodass ich mit www.3ddesign24.de einen Dienstleister in Anspruch nehmen musste. Nach dem Hochladen der STL-Dateien entschied ich mich für eine Ausführung in schwarzem ABS-Kunststoff. Beide Platten kosteten inklusive Versand 31,80 €. Sie kamen nach wenigen Tagen an und waren von sehr guter Qualität.

Als Anschlussmöglichkeit für die acht Ausgänge entschied ich mich für zwei *Anderson-Powerpole-SnapIn*-Einbaurahmen, die je vier Kontaktpaare aufnehmen können. Ein Einbaurahmenset enthält alle Steckergehäuse inklusive der Montagesplinte sowie mit bis zu 30 A belastbare Kontaktsätze. Diese sind beispielsweise bei <http://shop.funk24.net> unter der Artikelnummer *SW10703* preisgünstig erhältlich. Die Verteilung der über das Lastrelais geschalteten Spannung an die Ausgänge erfolgt über *Phoenix-UT-4-Durchgangsklemmen 3044102* aus der Elektroinstallationstechnik. Sie sind gemäß Herstellerangaben bei einer Speisung mit einem Leiter von 4 mm² mit bis zu 32 A belastbar. Für ihre Einspeisung verwende ich *Phoenix-Steckbrücken* vom Typ *FBS 10-6*.

Da das Gehäuse des Lastrelais bedauerlicherweise keinerlei Montagemöglichkeiten vorsieht, konzipierte ich zu diesem Zweck eine Lagerschale im 3D-Druck.

Um das Kontrollgerät einschalten zu können, verwende ich für *S2* einen Kippschalter von *TRU Components*, der beispielsweise bei www.voelkner.de unter der Artikelnummer *S641001* erhältlich ist. Die integrierte LED legte ich an die vom Lastrelais geschalteten 12 V. Somit ist auch bei ausgeschalteten Geräten zu erkennen, ob Spannung an den Ausgangsklemmen anliegt. Wichtig: Jedes angeschlossene Gerät muss mit einer eigenen Sicherung in der Zuleitung ausgestattet sein. Der Arduino-Sketch sowie die Gerber-Dateien der Leiterplatten und die STL-Dateien sind im Download-Bereich bei www.funkamateure.de abrufbar.

dc8fg@funkamateure.de

Literatur

- [1] Sommer, F. G., DC8FG: Überwachungsgerät für eine netzunabhängige Stromversorgung. *FUNK-AMATEUR* 67 (2018) H. 3, 247–249

DCF77-Zeitzeichengenerator mit WLAN-Anbindung

INGOLF BAUER

Die vom Längstwellensender DCF77 verbreiteten Datums- und Zeitinformationen lassen sich oft nicht an allen Stellen eines Hauses gleichermaßen gut empfangen. Nachfolgend wird daher eine Baugruppe beschrieben, die das WLAN und den Zugriff auf einen im Internet verfügbaren Zeit-Server nutzt, um ein zuverlässiges DCF77-Zeitzeichen für andere Projekte zu erzeugen.

Ursprünglich favorisierte ich einen der vielerorts erhältlichen DCF77-Empfänger für die in [1] beschriebene Anzeigesteuerung, um bei der Funktion als Digitaluhr die aktuelle Uhrzeit bereitstellen zu können. Mittlerweile existieren zwar verbesserte Ferritantennen, die auch bei etwas schlechteren Empfangsbedingungen ein ausreichend stabiles Signal liefern. Dennoch gibt es Situationen, in denen die Signalqualität nicht mehr ausreicht und die Decodierung der DCF77-Informationen scheitert. Dies kann z. B. in Kellerräumen der Fall sein. Dort ist in der Regel auch kein alternativ nutzbares GPS-Signal vorhanden, denn dieses erfordert mehr oder weniger einen Sichtkontakt zu den Satelliten.

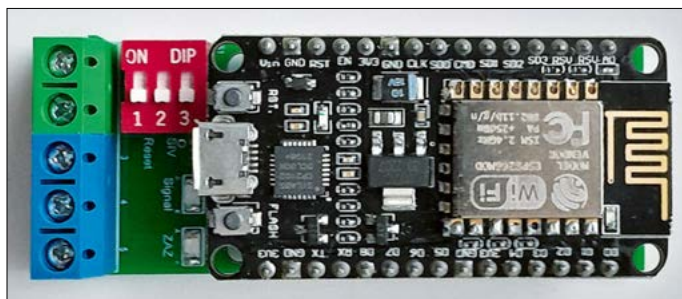


Bild 1:
Basisplatte des
DCF77-Zeitzeichengenerators mit aufgestecktem WLAN-Modul NodeMCU

Fotos: Bauer

Bei der Recherche zu weiteren Möglichkeiten bin ich auf den DCF77-Emulator mit ESP8266 gestoßen, in dem die Zeitinformation über das WLAN bezogen wird [2]. Eine Modifizierung, die ohne die Einstellung des Netzzugangs über den Quelltext der in C++ (Arduino IDE) geschriebenen Software auskommt, fand sich auf [3]. Außerdem benötigt diese Variante keine zusätzliche Leiterplatte wie das ursprüngliche Projekt. Allerdings erfordern beide Projekte ein nicht zu unterschätzendes Maß an Hard- und Softwarekenntnissen zu ihrer Umsetzung. Daher entstand die Idee, eine Baugruppe zu entwerfen, die lediglich eine Anmeldung im heimischen Netzwerk erfordert. Ein ähnliches Projekt für den ESP32 ist bei [4] veröffentlicht. Da aus dem älteren Projekt [5] noch einige NodeMCU-Platinen übrig waren, die

das freie, unter MIT-Lizenz laufende Betriebssystem für den preisgünstigen 32-Bit-Mikrocontroller ESP8266 des chinesischen Herstellers *Espressif* zum Aufbau von drahtlosen Netzwerken verwenden, entstand auf ihrer Basis das nachfolgend beschriebene Modul. Dieses ermöglicht den problemlosen Ersatz eines DCF77-Empfängers.

■ Schaltungsbeschreibung

Obwohl es möglich gewesen wäre, ein NodeMCU-Modul ohne zusätzliche Beschaltung statt eines DCF77-Moduls einzusetzen, habe ich mich für eine passende Basisplatte entschieden, da dies einige Vorteile mit sich bringt. Deren Strom-

laufplan ist in Bild 4 dargestellt. Zum einen sind alle für den Betrieb erforderlichen Anschlüsse an Schraubklemmen herausgeführt, zum anderen gestattet der dreipolige DIL-Schalter S1 folgende Funktionen:

- Beim Schließen des Schalters 1/4 und dem Start der Baugruppe werden die im EEPROM des Mikrocontrollers abgelegten Netzwerkinformationen gelöscht.
- Die Software ist so ausgelegt, dass nach einer dreiminütigen Übertragung des Zeitprotokolls eine Pause von 1 h eingelegt wird. Wem dies z. B. bei der Umstellung auf Sommerzeit oder zurück zu lang ist, der kann über den Schalter 2/5 eine Verkürzung auf 5 min einstellen. Dieser Wert lässt sich mit der Arduino-IDE im Quelltext anpassen.
- Wenn die angeschlossene Digitaluhr die negierte Phasenlage des DCF-Sig-

nals benötigt, lässt sich dies mithilfe des Schalters 3/6 vorgeben.

Zum Ansteuern eines externen Schaltelements lässt sich VT2 verwenden, dessen *Open-Kollektor*-Ausgang als ZSR an X1 herausgeführt ist. Dessen Steuerung kann über ein oder mehrere innerhalb der Software mit Stringvariablen festgelegte Zeitfenster erfolgen; aktuell können zwei ausgewertet werden.

Neben der LED, die sich bereits auf dem NodeMCU befindet, werden über VD1 und VD2 auf der Basisplatte der Zustand des Ausgangskanals sowie das DCF77-Signal angezeigt. Letzteres lässt sich über das Lötpad X12 unterbinden. Je nach Typ der eingesetzten LED ist deren Vorwiderstand entsprechend der Helligkeitsanforderung anzupassen.

Weiterhin befindet sich mit X10 eine mehrpolige Leiterplattenbuchse auf der Basisplatte, die mit fünf GPIO-Anschlüssen (einer mit Pull-up-Widerstand) der NodeMCU sowie Massepotenzial verbunden ist. Diese lassen sich im Quelltext mithilfe der Arduino-IDE mit Funktionen belegen. Es ist darauf zu achten, dass die direkt herausgeführten Anschlüsse mit dem 3,3-V-Pegel der NodeMCU arbeiten und nur mit maximal 10 mA belastet werden dürfen.

Der ESP8266 auf dem NodeMCU benötigt eine Betriebsspannung von 3,3 V direkt am Pin 3V3. Alternativ ist die Zufuhr von 5 V am Pin 5V möglich, wobei dann ein auf dem NodeMCU vorhandener Spannungsregler die Stabilisierung der 3,3 V übernimmt. Die Versorgungsspannung der Basisplatte ist am Pin 1 der Schraubklemme X1 zuzuführen, nachdem das Lötpad an X11 auf den entsprechenden Wert festgelegt wurde.

Zur Reduzierung eventuell auf der Spannungszuführung vorhandener Störungen dienen die Stützkondensatoren C1 und C2.

Achtung! Vor einer externen Einspeisung ist sicherzustellen, dass die zum Programmieren erforderliche USB-Verbindung zum PC getrennt wurde.

■ Leiterplatte

Beim einsetzbaren NodeMCU muss es sich um ein Modul mit zwei 15-poligen Stiftleisten handeln. Die Verwendung von SMD- und bedrahteten Bauelementen ermöglichte den Entwurf einer kompakten Baugruppe, die nur geringfügig die des NodeMCU überragt. Spezialbauteile sind nicht erforderlich. Die Basisleiterplatte wurde mit dem Layoutprogramm *TARGET3001!* entworfen [6]. Bereits mit der kostenfrei nutzbaren Version *Discover*,

die den Entwurf von Platinen mit bis zu 250 Pins ermöglicht, kann die bereitgestellte Datei eingelesen werden, um alle erforderlichen Unterlagen zu erstellen. Daneben ist es möglich, gleich aus dem Layoutprogramm heraus *PCB-Pool* [7] mit der Fertigung einer Platine zu beauftragen.

Die Ausführung der Platine ist beidseitig kupferkaschiert mit Durchkontaktierungen. Sie ist verzinnt, mit Lötstopplack

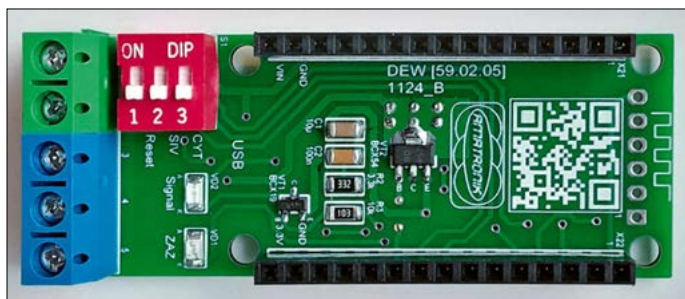


Bild 2:
Komplett be-
stückte Oberseite
der Basisplatte

- Zum anderen ist der *WiFiManager* von Tzapu (Version 2.0.17, Stand 11/2024) erforderlich. Dieser kann direkt in der Bibliotheksverwaltung gesucht und installiert werden.

Nach erfolgreicher Kompilierung und Übertragung auf den NodeMCU ist unter den Netzwerk- und Internet-einstellungen ein neues Gerät mit dem Namen *DCF-Signal Generator* sichtbar. Nach Eingabe der IP-Adresse *192.168.4.1* im Browser des PC erhält man Zugriff darauf. Anschließend ist das WLAN auszuwählen, über das die Zeitinformation bezogen werden soll [10]. Hier sind der Name des eigenen Routers (SSID) und der WLAN-Netzwerkschlüssel einzutragen.

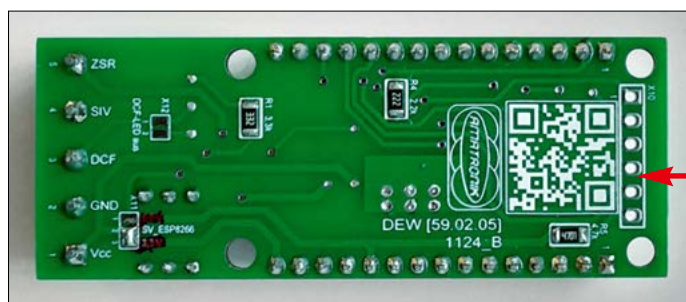


Bild 3:
Der Steckverbinder
X10 ist, wenn erforder-
lich, auf der
Unterseite zu
bestücken.

versehen und besitzt auf beiden Seiten einen Bestückungsaufdruck.

Ergänzend sei erwähnt, dass der NodeMCU für eine einfache Anbindung ohne weitere Bauelemente betrieben werden kann. In diesem Fall sollte in Erwägung gezogen werden, eine Minimalversion wie z. B. den *D1 Mini NodeMCU* mit ESP8266-12F einzusetzen [8].

■ Software und Programmierung

Der modifizierte und zur freien Nutzung zur Verfügung gestellte Sketch lässt sich am einfachsten mit der Arduino-IDE per Micro-USB- oder USB-C-Kabel auf den NodeMCU übertragen.

Nach der Installation der IDE sind zunächst einige Dinge zu kontrollieren und Vorbereitungen zu treffen: Am PC ist sicherzustellen, dass der für die Schnitt-

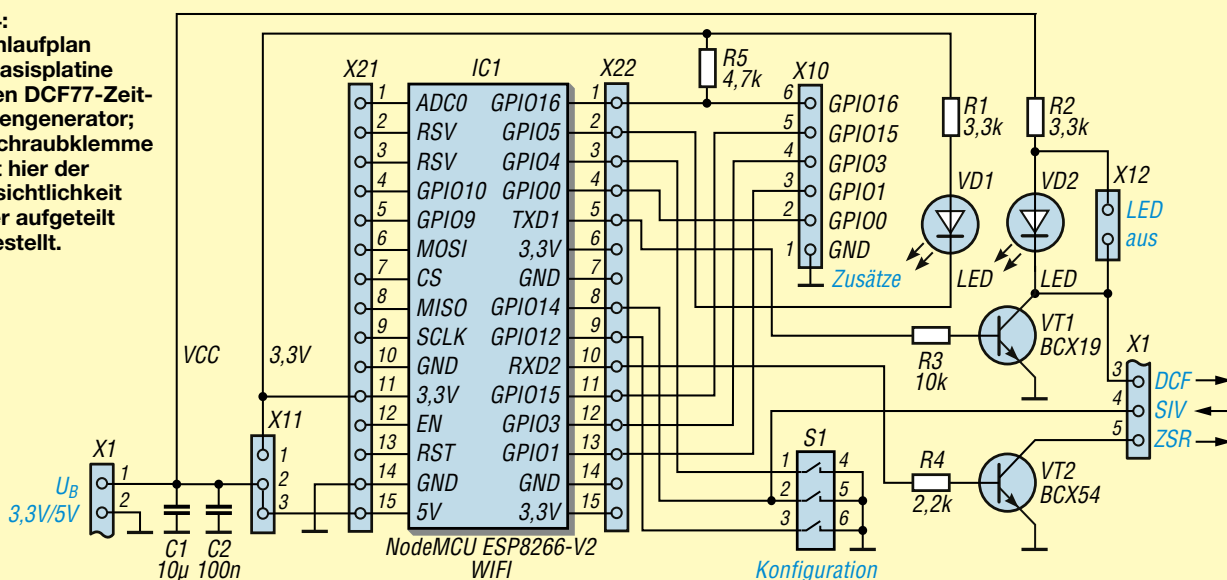
die Boardverwaltung hinzuzufügen. Die eingestellte Schnittstelle (*COM n*) im Gerätemanager muss mit der in der IDE angegebenen übereinstimmen.

Damit der Sketch mit der Dateiendung INO erfolgreich kompiliert werden kann, müssen über die Bibliotheksverwaltung zwei Erweiterungen erfolgen:

- Zum einen ist die auf [9] verfügbare Bibliothek *Time* von Michael Margolis (Version 1.6.1, Stand 11/2024) über das Menü mit *Sketch* → *Bibliothek einbinden* → *.ZIP-Bibliothek einfügen ...* einzubinden.

Diese Informationen werden im EPROM des ESP8266 abgelegt. Zukünftig generiert der Mikrocontroller dann aus der Systemzeit das DCF77-Zeitletogramm, welches seriell über den Anschluss TXD1 ausgegeben wird. Der Sketch lässt sich hinsichtlich spezifischer Anforderungen wie alternativen Netzwerkeinstellungen, erweiterten Zeitausgaben oder Steuerungsfunktionen anpassen, was in der Software mittels mehrerer Parameter erfolgt. Hinter *WIFI_SSID* ist die SSID des heimischen WLAN und nach *WIFI_PASS* das WLAN-Passwort einzugeben.

Bild 4:
Stromlaufplan
der Basisplatine
für den DCF77-Zeit-
zeichengenerator;
die Schraubklemme
X1 ist hier der
Übersichtlichkeit
halber aufgeteilt
dargestellt.



Debugging

Bei einer aktiven USB-Verbindung mit dem NodeMCU ist ein Debugging möglich. Dafür ist in der Arduino-IDE der Monitor einzuschalten. Vor dem Start der Software können an markanten Stellen die Befehle `Serial.print` oder `Serial.println` eingegeben werden, die ihrerseits die Ausgabe von Text oder Daten im Monitor gestatten.

Der Sketch ist so aufgebaut, dass das Debugging über eine bedingte Kompilierung gesteuert werden kann. Wird der Eintrag `#define DEBUG_MODE` auskommentiert, unterbleibt die Monitorausgabe und die Software arbeitet etwas schneller, was sich bei diesem kleinen Sketch aber kaum bemerkbar macht. Der Debug-Modus ist hilfreich, um Einstellungen oder Fehler im Quelltext zu finden und beheben zu können. Sollte es bei der Ausgabe zu Verzögerungen kommen, sind externe serielle Monitore nutzbar, z.B. *CoolTerm*, [11], [12], *Tera Term* oder *PuTTY*.

Programme laden mit ESPTOOL

Die Programmierung kann auch ohne Arduino-IDE erfolgen, wenn bereits eine BIN-Datei der Software vorhanden ist. In diesem Fall ist das *ESPTool* von Espressif Systems einsetzbar.

■ Bezug, Download und Hilfe

Die TARGET-3001!-Datei für die Herstellung der Platine und die INO-Datei mit dem Sketch für den NodeMCU sind als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de verfügbar. Für jene, die bisher mit der Ar-

Bild 5:
Bestückungsplan
der Platinen-
oberseite ...

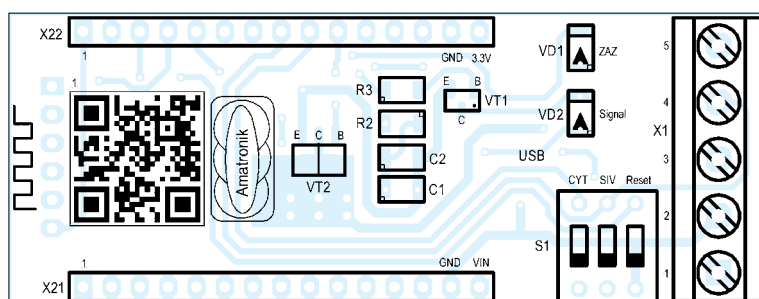
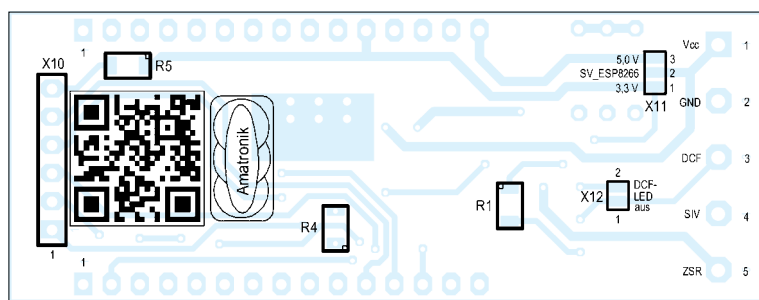


Bild 6:
... und der
Unterseite;
Original-
abmes-
sungen
68 mm x
26 mm



duino-IDE noch keine Erfahrungen sammeln konnten und die im Internet nicht die gesuchten Informationen gefunden haben, kann ich online per *Teamviewer* einige Hinweise geben.

Einige industriell gefertigte Platinen sind bei mir noch vorhanden. Wer darüber hinaus beim Aufbau einen Hinweis oder Fragen hat und seine Unterlagen nicht mehr findet, kann mir mithilfe des auf der Platine aufgedruckten QR-Codes schnell eine E-Mail senden.

ingolf.bauer@nexgo.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Bauer, I.: Universelle Anzeigesteuerung für Uhren, Zähler & Co. *FUNKAMATEUR* 72 (2023) H. 9, S. 700–703
- [2] Fusari, M.; Lemmens, L.: DCF77-Emulator mit ESP8266. *Elektor* 49 (2018) H. 3/4, S. 22–25

- [3] Schober, M.: DCF-Generator (2017). <https://jurameer.com/index.php/elektronik/9-dcf-77-generator>
- [4] Sensorslot: DCF77-Transmitter for ESP32. <https://github.com/Sensorslot/DCF77-Transmitter-for-ESP32>
- [5] Bauer, I.: Modell-Funkfernsteuerung mit dem Mikrocontroller ESP8266. *FUNKAMATEUR* 73 (2024) H. 7, S. 538–540
- [6] Ingenieurbüro Friedrich: TARGET 3001! <https://ibfriedrich.com/de/index.html>
- [7] PCB-Pool: Leiterplatten. <https://de.beta-layout.com/leiterplatten>
- [8] ESP8266 Community Forum: Arduino ESP8266 Core. <https://github.com/esp8266/Arduino>
- [9] Stoffregen, P.: Arduino Time Library. <https://github.com/PaulStoffregen/Time/archive/refs/tags/v1.6.1.zip>
- [10] NTP-Server-Pool: Liste öffentlicher NTP-Server. <https://www.ntppool.org>
- [11] Meier, R.: CoolTerm. <https://freeware.the-meiers.org> → CoolTerm
- [12] Meier, R.: CoolTerm – Help and Reference. <https://freeware.the-meiers.org/CoolTermHelp>

Kaufen Sie einen beliebigen Siglent SSA3000X Plus Spektralanalysator und fügen Sie das EMI-Bundle für nur 499,- € netto hinzu.



ab € 1.380,-
inkl. 19% MwSt.

Siglent SSA3000X Plus Sonderaktion

Das Bundle beinhaltet die passende EMI Filter Option, das Advanced Measurement Kit und das SRF5030T Nahfeldsonden Set. Gültig bis 31.12.2025.

- 9 kHz bis 1,5/2,1/3,2/7,2 GHz
- 1 Hz bis 1 MHz RBW
- 25,7 cm (10.1") Touchdisplay
- 1024 x 600 Pixeln
- inklusive eingebautem Vorverstärker und Tracking Generator

Überzeugen Sie sich selbst:
www.batronix.com
service@batronix.com
Telefon +49 (0)4342 90786-0



BATRONIX

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

SAQ-Empfang: Magnetische oder elektrische Feldkomponente?

NORBERT GRAUBNER – DL1SNG

Mehrmals im Jahr ist in Schweden der historische Längstwellensender SAQ auf 17,2 kHz für etwa eine halbe Stunde aktiv. Wegen der extremen Wellenlänge von mehr als 17,4 km scheiden resonante Drahtantennen für den Empfang aus. Doch in Kofferradios wurden Mittel- und Langwelle früher problemlos mit einer Ferritantenne empfangen. Was liegt da näher als ein selbst gebauter Empfänger mit Ferritantenne? Oder ist eine E-Feld-Antenne in diesem Fall besser geeignet?

In einem Funksignal sind magnetische und elektrische Feldkomponente gleichwertig. Im Fernfeld stützen sie sich gegenseitig, dies besagen schon die *Maxwell'schen Gleichungen*. Deshalb müsste eine Antenne, die allein die elektrische Feldkomponente empfängt, im Vergleich zu einer Ferritantenne, welche nur die magnetische Komponente aufnimmt, völlig

sein. Zur Abstimmung war eine Parallelschaltung von zwei Kapazitätsdioden des Typs BB112 vorgesehen. Bei der im Datenblatt genannten Mindest-Sperrspannung von $U_R = -1$ V besitzen diese Dioden eine typische Kapazität von 470 pF. Für eine Resonanz bei 17,2 kHz musste die Antennenspule demnach eine Induktivität von mindestens 91 mH haben.

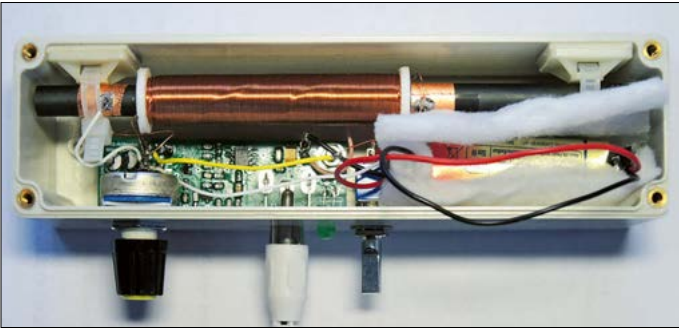


Bild 1:
H-Feld-Antennenmodul in einem ABS-Gehäuse mit den Abmessungen 160 mm x 45 mm x 55 mm
Fotos und Screenshots: DL1SNG

gleichwertig sein – soweit die Theorie. Aus purer Neugier, wie sich die dazugehörige Praxis darstellt, baute ich mit Unterstützung einiger Funkfreunde beide Varianten. Im praktischen Betrieb zeigten sich dann jedoch deutliche Unterschiede.

H-Feld-Antennenmodul

Die Realisierung der Empfangsspule für die Ferritantenne war nicht gerade einfach. Im Interesse einer hohen Signalspannung sollte das LC-Verhältnis des Antennenschwingkreises möglichst groß

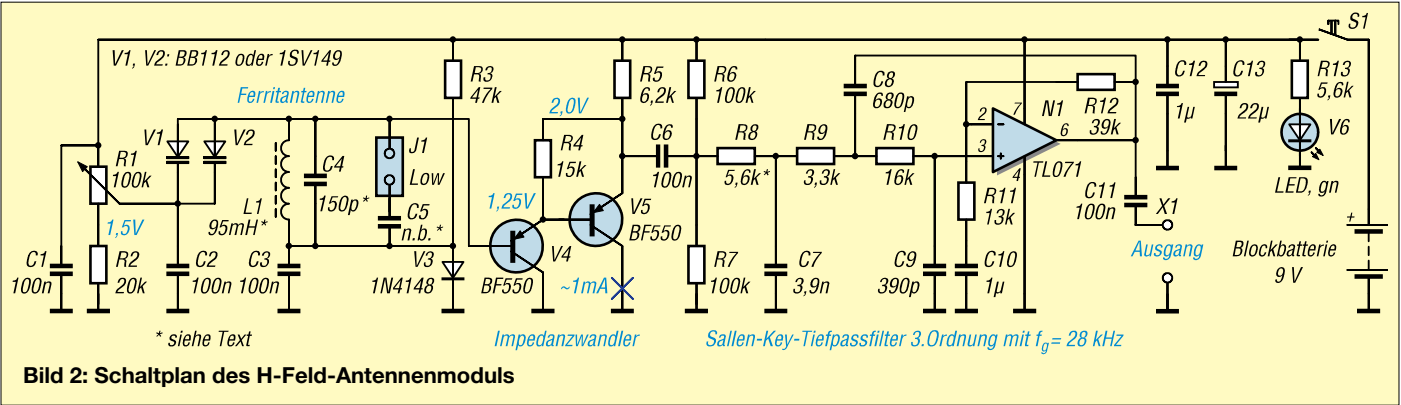
sein. Ein Ferritstab mit hoher Permeabilität (Ferritsorte 3B1 mit $\mu_i = 900$) war bei [1] schnell gefunden. Dieser hat einen Durchmesser von 8 mm. Auch die genannten Kapazitätsdioden gibt es dort. Nur der Spulenkörper war das Problem, zumal im Interesse der Spulengüte ein Drahtdurchmesser von mindestens 0,28 mm verwendet werden sollte. Zum Glück verfügt mein Funkfreund Dieter Bork, DB8PR, über einen 3D-Drucker und sogar eine Wickelmaschine. Daher hatten wir bei der mechanischen Dimensionierung des

Spulenkörpers freie Hand. Nach einigen Vorversuchen kamen wir auf eine Ausführung mit 62 mm Länge und 953 Windungen, die – aufgeteilt auf fünf Lagen – maschinell (fast) sauber Windung an Windung gewickelt wurden. Aufgeschoben auf den genannten Ferritstab lag die Induktivität bei 95 mH, siehe Tabelle 1 und Bild 3.
Das nächste Problem war das hochohmige Auskoppeln der Signalspannung am heißen Ende des Antennenschwingkreises. In vielen Schaltungsentwürfen wird dazu ein N-Kanal-JFET, z.B. der J310, verwendet. Doch leider hat dieser Transistor – wie viele ähnliche Typen – bei der Gate-Source-Schwellenspannung eine sehr große Exemplarstreuung im Bereich von $V_{GS(off)} = -2,0 \dots -6,5$ V. Als Bastler kann man das hinnehmen. Dann passt man eben bei der Inbetriebnahme den Arbeitswiderstand am Source-Anschluss entsprechend an. Ich hatte aber den Ehrgeiz, eine möglichst nachbausichere Schaltung zu entwickeln. Daher entschied ich mich für zwei in Reihe geschaltete Emitterfolger mit PNP-Kleinsignal-HF-Transistoren, siehe V4 und V5 in Bild 2. Diese Schaltung ist ebenfalls ausreichend hochohmig, hat aber einen gut kalkulierbaren Arbeitspunkt.

Tabelle 1: Aufbau der Ferritantenne	
Ferritstab	$l = 150$ mm, $d = 8$ mm, Material 3B1 ($\mu_i = 900$)
Spulenkörper	Eigenbau, $l = 62$ mm
Wicklung	950 ± 20 Wdg. 0,28 mm CuL, gleichmäßig gewickelt und auf fünf Lagen aufgeteilt



Bild 3: Ferritstab mit fertig gewickelter Antennenspule aus 953 Windungen



Um den Antennenschwingkreis nicht unnötig zu bedämpfen, wird die Abstimmungsspannung für die Kapazitätsdioden an deren HF-mäßig „kalten“ Ende zugeführt. Dabei könnte das HF-mäßig „kalte“ Ende der Antennenspule direkt auf Masse liegen. Aber damit hätte die Kollektor-Basis-Strecke des Emitterfolgers V4 eine Vorspannung von 0 V. Man mag argumentieren, dass dieser PN-Übergang erst bei Eingangspegeln ab $U_{\text{eff}} \approx 390 \text{ mV}$ leitend wird und von einem solchen Pegel sind wir bei SAQ weit entfernt.

Um dennoch eine hundertprozentig saubere Schaltung zu präsentieren, hielten wir eine Vorspannung von wenigstens 0,55 V in Sperrrichtung für sinnvoll. Diesem Zweck dienen die Bauteile R3, V3 und C3. Der Widerstand R2 in Reihe mit dem Abstimpfpotenzio R1 begrenzt die Abstimmungsspannung an den Dioden trotz dieser Anhebung auf 1,5 V.

In Abhängigkeit von L1 ist C4 so anzupassen, dass sich ein Frequenzbereich von etwa 15 kHz bis 27 kHz ergibt. Falls der Abstimmungsbereich nicht bis 15 kHz hinabreicht, ist zusätzlich C5 vorzusehen. Der Wert von R8 ergibt sich aus 6,2 k Ω abzüglich des Innenwiderstands des zwei-stufigen Impedanzwandlers.

■ Software

Für das weitere Verständnis der Schaltung ist es wichtig zu wissen, wie es im Signalfluss weitergeht. Der Ausgang des Antennenmoduls ist nämlich an den Mikrofon-eingang eines Notebooks mit Audiobaugruppe angeschlossen. Wer ein Notebook ohne Mikrofoneingang hat, muss ggf. einen externen USB-Soundstick vorsehen. Im Notebook arbeitet die eigentliche Empfangsschaltung in Form eines *Software Defined Radio* (SDR). Im vorliegenden Fall handelt es sich um die kostenlose Software *SAQrxV098*, die mein Funkfreund Michael Bloch, DF2VO, im Internet entdeckt hat. Entwickler sind Johan Bodin, SM6LKM, und Roland Fröhlich.

Das Ausgangssignal des Antennenmoduls wird also von der nachfolgenden Audiobaugruppe im Notebook in seiner Originalfrequenz entgegengenommen. Das Programm sorgt in sechs verschiedenen Filterbandbreiten (4300 Hz, 2400 Hz, 1000 Hz, 300 Hz, 100 Hz, 50 Hz) für eine sehr gute Selektion in dem mehr oder weniger breitbandig eingespeisten Signal und verschiebt es mithilfe eines digitalen VFO in den menschlichen Hörbereich, typischerweise 750 Hz. Darüber hinaus ist es in der Lage, das eingespeiste Originalsignal auf einer Festplatte zu speichern und später wieder abzuspielen. Dadurch kann man beim Ab-

hören mit geänderter Abstimmung nachträglich auch andere Stationen hören.

In der aktuellen Version V0.98 hat Sabine Cremer, DL1DBC, weitere Verbesserungen beigesteuert. Auf ihrer Website [2] zeigt sie neben Informationen über die Station *SAQ Grimeton* auch Empfehlungen für kommerzielle und selbst gebaute Antennenmodule. Dort findet sich auch ein Link zum Download der aktuellen Programmversionen, siehe *latest version 0.98*. Bild 4 vermittelt einen Eindruck von der Bedienoberfläche des Programms.

Die Programmvarianten unterscheiden sich lediglich durch die Abtastrate des Eingangssignals in Höhe von 48 kHz, 96 kHz oder 192 kHz. Nach dem Abtasttheorem muss die Abtastrate mindestens doppelt so hoch wie die höchste Nutzfrequenz sein. Für den Empfang von SAQ auf 17,2 kHz würden also 48 kHz genügen. Allerdings ist im Längswellenbereich außer SAQ noch viel mehr zu hören.

Bei [3] gibt es eine Frequenzliste, anhand derer die Stationen zu identifizieren sind. Da die meisten von ihnen auf deutlich höheren Frequenzen als SAQ senden, ist eine Abtastrate mit 96 kHz (sofern die Hardware im Notebook oder der externe USB-Soundstick diese Möglichkeit anbietet) durchaus sinnvoll. Allerdings sind dies durchweg militärische Stationen mit verschlüsselten Signalen. Sie dienen vor allem der Kommunikation mit getauchten U-Booten, die aufgrund der größeren Eindringtiefe in Meerwasser eben nur mit Längswellen möglich ist. Außerdem haben sie im Vergleich mit SAQ, der mit nur 80 kW sendet, erheblich höhere Sendeleistungen. So arbeitet z.B. die Station NAA auf der Insel *Maine* mit 1,8 MW auf 24,000 kHz. Trotzdem ist es interessant, diese Signale zu empfangen, zumal die betreffenden Stationen rund um die Welt bis hin ins ferne Nowosibirsk verteilt sind und diese – im Gegensatz zu SAQ – fast ständig senden. Damit kann man die

Tabelle 2: Stückliste der Platine des H-Feld-Antennenmoduls

Bezeichnung	Wert, Baugröße
C1, C2, C3, C6, C11	100 nF, 0805
C4	150 pF, 0805
C7	3,9 nF, 0805
C8	680 pF, 0805
C9	390 pF, 0805
C10, C12	1 μ F, Keramik, 1206
C13	10 μ F/16 V, Tantal, 3,5x2,8
J1	Stiftleiste 1x2, RM 2,54
N1	TL071, SO-8
R1	100 k Ω , Potenziometer
R2	20 k Ω , 0805
R3	47 k Ω , 0805
R4	15 k Ω , 0805
R5	6,2 k Ω , 0805
R6, R7	100 k Ω , 0805
R8, R13	5,6 k Ω , 0805
R9	3,3 k Ω , 0805
R10	16 k Ω , 0805
R11	13 k Ω , 0805
R12	39 k Ω , 0805
V1, V2	BB112 oder 1SV149, TO-92
V3	1N4148, SOD-123
V4, V5	BF550, SOT-23
V6	LED, gn, 2 mA, 5 mm
X1	Cinch-Buchse, Print

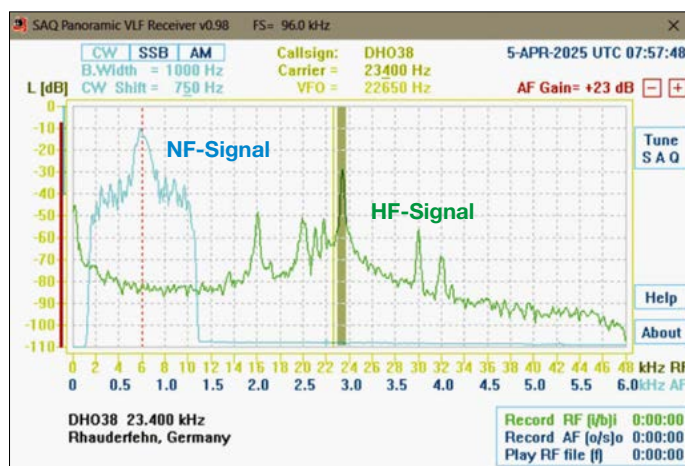
eigene Empfangseinrichtung gut prüfen und optimieren.

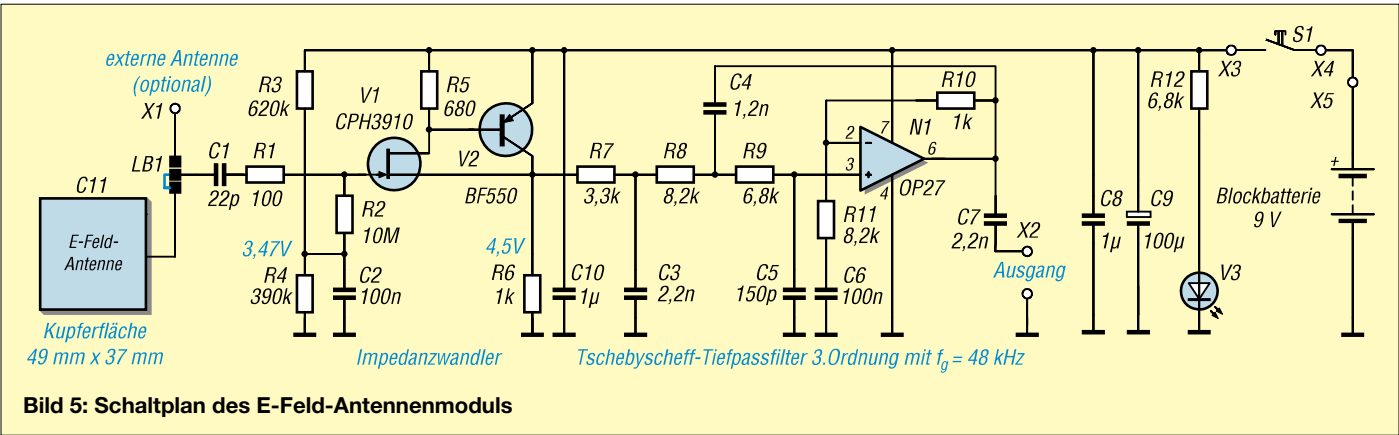
Analogsignale, die spektrale Komponenten mit mehr als der halben Abtastfrequenz enthalten, erzeugen beim Abtasten unerwünschte Störungen. Um diese zu vermeiden, enthält die Empfangsbaugruppe in Bild 2 ein relativ steilflankiges, aktives Tschebyscheff-Tiefpassfilter 3. Ordnung mit $f_g = 28 \text{ kHz}$ und 1 dB Welligkeit.

Da ich zum Rauschpegel des Mikrofon-eingangs an meinem Notebook keine Angaben finden konnte, hielt ich eine Verstärkung des analogen Eingangssignals um 12 dB mithilfe eines rauscharmen Operationsverstärkers für sinnvoll.

Trotz gründlicher Vorbereitung schlug die Inbetriebnahme der Versuchsschaltung anfangs fehl. Obwohl die Schaltung und der magnetisch mit der Ferritantenne gekoppelte Signalgenerator einwandfrei arbeite-

Bild 4:
Bedienoberfläche
der Software
SAQrx, hier beim
Empfang der VLF-
Marinefunkstelle
DH038 in Rhauder-
fehn auf 23,4 kHz





ten zeigte die Software kein Empfangssignal. Was wir bis dahin nicht wussten: Die Audio-Software in unseren Notebooks arbeitete standardmäßig mit einer Art Bandbreitenbegrenzung, hochtrabend als „Audio enhancement“ bezeichnet. Erst nachdem wir auf Sabines Tipp hin in den Audio-Einstellungen sämtliche Soundeffekte abgeschaltet hatten, funktionierte es. Darüber hinaus ist zu beachten, dass das Programm SAQrx beim Start die in Windows aktuell gewählte Standard-Audioquelle verwendet. Daher empfiehlt es sich, zuvor in den Windows-Einstellungen zu überprüfen, ob der Mikrofoneingang (bzw. der USB-Soundstick) als Standard-Audioquelle eingestellt ist. Das Antennenmodul sollte dabei bereits angeschlossen sein. Das Layout der Platine und den mechanischen Entwurf für das H-Feld-Antennenmodul hat Michael beigesteuert. Die Platine mit den Abmessungen 65 mm × 20 mm ist weitgehend mit SMD-Bauteilen bestückt und in einem Modulgehäuse aus ABS in der Größe 160 mm × 45 mm

Tabelle 3: Stückliste der Platine des E-Feld-Antennenmoduls	
Bezeichnung	Wert, Baugröße
C1	22 pF, 0805
C2, C6	100 nF, 0805
C3, C7	2,2 nF, 0805
C4	3,3 nF, 0805
C5	150 pF, 0805
C8, C10	1 µF, Keramik, 1206
C9	100 µF/16 V, Tantal Gr. D
N1	OP27, SO-8
R1	100 Ω, 0805
R2	10 MΩ, 0805
R3	620 kΩ, 0805
R4	390 kΩ, 0805
R5	680 Ω, 0805
R6, R10	1 kΩ, 0805
R7	3,3 kΩ, 0805
R8	2,2 kΩ, 0805
R9	4,7 kΩ, 0805
R11	8,2 kΩ, 0805
R12	6,8 kΩ, 0805
V1	CPH3910, SOT-23
V2	BF550, SOT-23
V3	LED, 3 mm
X2	Cinch-Buchse, Print
X5	Halter 9 V (Reichelt)

× 55 mm untergebracht, Bild 1. Die Schaltung wird aus einer 9-V-Blockbatterie mit Strom versorgt.

E-Feld-Antennenmodul

Im Internet kursiert eine ganze Reihe von VLF-Empfangsschaltungen, die offensichtlich die elektrische Komponente der Funksignale nutzen. Schon vor längerer Zeit hatte Roelof Bakker, PA0RDT, herausgefunden, dass man mithilfe eines kleinen Metallstabs sehr wohl Längstwellen empfangen kann [4]. Er nannte ihn *Mini-Whip Antenna* – also eine Antenne, die mit einer „kleinen Peitsche“ arbeitet. Ich stieß bei der Recherche sogar auf einen Extremfall, bei dem die Empfängerbaugruppe samt Antenne in einer Kleinbild-Filmdose untergebracht waren. Tatsächlich hat jedes Metallteil, das man irgendwie in die Luft hält – also jeder Draht und jedes Stück Blech – eine bestimmte elektrische („Schalt-“)Kapazität. Diese ist sogar dann vorhanden, wenn das Teil einen (theoretisch) unendlich großen Abstand zu anderen Gegenständen oder zur Erde hat. Nach [5] hat z. B. ein kreisrundes Blech im unendlichen Raum eine Eigenkapazität von $C = 8 \cdot \epsilon \cdot r$ mit $\epsilon = 8,854 \text{ pF/m}$ und dem Radius r in Metern. Solange die Abmessungen dieses Metallteils sehr klein gegenüber der Wellenlänge des empfangenen Signals sind, ist dieses mit seiner Schaltkapazität allein an die elektrische Feldkomponente des umgebenden freien Raums gekoppelt. Da dessen Wellenwiderstand nur ungefähr $377 \text{ } \Omega$ beträgt und dieser im Vergleich zum kapazi-

tiven Widerstand kleiner Metallteile sehr niederohmig ist, zählt praktisch nur der Innenwiderstand der Schaltkapazität. Im unbelasteten Zustand übernimmt das Metallteil den lokal vorhandenen elektrischen Pegel fast vollständig. Wenn das Metallteil jedoch durch den angeschlossenen Verstärker kapazitiv oder reell belastet wird, kommt es zu einer Spannungsteilung und die gemessene Spannung sinkt entsprechend. Es ist also wichtig, das Metallteil möglichst hochohmig an den nachfolgenden Verstärker anzuschließen. Gemäß der physikalischen Einheit der elektrischen Feldstärke *Volt pro Meter* steigt die mit einer hochohmig-kapazitiven Antenne empfangene Signalspannung gegenüber einem auf Erdpotenzial liegenden Empfänger bei VLF bis in Höhen von mehreren hundert Metern praktisch proportional mit der Aufstellhöhe. Erst bei einer Viertelwellenlänge über Grund wäre das Maximum erreicht. Denn bei VLF gibt es – im wahrsten Sinn des Wortes *weltumspannend* – nur die Bodenwelle, d. h., die elektrische Feldkomponente steht am Empfangsort stets senkrecht zur Erdoberfläche, sofern sie dort nicht durch Bäume oder Gebäude beeinflusst wird. Im Umkehrschluss muss eine kleine Antennenfläche, die womöglich durch den angeschlossenen Empfänger stark belastet ist, höher über der Erde angebracht werden als eine größere Antennenfläche mit größerer Kapazität. Damit war das Schaltungskonzept klar, Bild 5. Einen Teil der Platinenfläche hatte ich als Antenne geplant, sicherheitshal-

Bild 6: Komplett aufgebautes E-Feld-Antennenmodul im ABS-Gehäuse; etwa ein Drittel der Platinenfläche dient als Antenne (Pfeil).



ber aber auch eine Anschlussmöglichkeit für eine externe Teleskopantenne vorgesehen, siehe LB1 und X1. Im Gegensatz zum H-Feld-Empfangsmodul habe ich am Eingang nun doch einen JFET eingesetzt, in diesem Fall den Typ CPH3910, dessen Eingangs-Schwellenspannung nur zwischen $-0,6\text{ V}$ bis $-1,8\text{ V}$ streut.

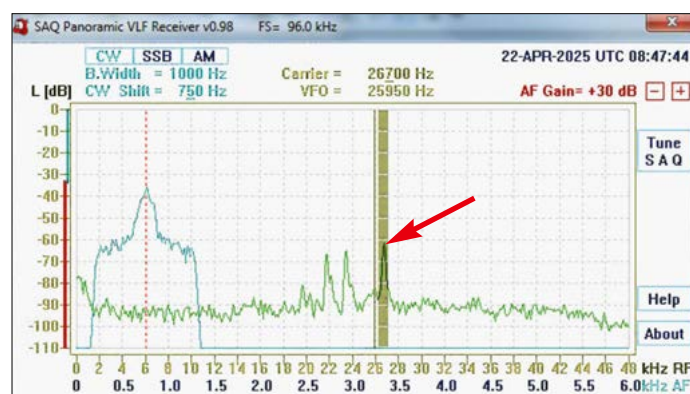
Allerdings hat auch diese Schaltung eine Besonderheit: Der Eingang ist nicht als simpler Source-Folger ausgeführt, sondern mithilfe des am Drain angeschlossenen, invertierenden PNP-Transistors V2 stark gegengekoppelt. Jede noch so kleine Stromänderung im Drain-Anschluss infolge einer am Gate anliegenden Signalspannung hat eine um die Steilheit in V2 größere Spannung am Source-Anschluss des JFETs zur Folge. Somit folgt die Spannung am Source-Anschluss des JFETs dem Gate-Pegel erheblich genauer, als dies ohne Gegenkopplung der Fall wäre. Dadurch sinkt die Eingangskapazität der Schaltung, denn eine Gate-Source-Kapa-

Dies hat auch noch den Vorteil, dass man nach dem Speichern des eingegangenen Breitbandsignals die Abstimmung der Software bei der Wiedergabe auf beliebige andere Stationen einstellen kann. Beim H-Feld-Antennenmodul gelingt dies nur bei Stationen, deren Frequenz nur knapp daneben, d. h. wenigstens noch auf der Flanke der Resonanzglocke des Eingangsschwingkreises liegt.

Die Platine hat eine Größe von $152\text{ mm} \times 38,1\text{ mm}$ mit ausgesparten Ecken und nutzt den Raum in dem gleichen Modulgehäuse wie beim H-Feld-Empfangsmodul bestmöglich aus. Etwa ein Drittel der Platinenfläche ist für die interne Antenne vorgesehen, Bild 6.

■ Ergebnisse und Erfahrungen

Obwohl die magnetische und die elektrische Komponente von Funksignalen grundsätzlich gleichwertig sind, zeigten sich im praktischen Betrieb teils erhebliche Unterschiede.



zität, die weniger stark umgeladen werden muss, belastet auch den Eingang entsprechend weniger, siehe auch [6].

Da ich nach den Erfahrungen mit dem H-Feld-Antennenmodul neugierig auf die höherfrequenten VLF-Stationen war, setzte ich die Grenzfrequenz des Tiefpassfilters auf 48 kHz herauf, um diese Schaltung mit der 96-kHz-Variante des Programms betreiben zu können.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied besteht darin, dass die Schaltung (außer dem 48-kHz-Tiefpass) keinerlei Selektionsmittel enthält. Zudem ist der Pegel des Eingangssignals in der Praxis derart hoch, dass man keine Resonanzüberhöhung wie an einem Schwingkreis benötigt. Daher hat das aktive Tiefpassfilter nur eine Verstärkung von 1 dB. Das Signal wird breitbandig bis 48 kHz in den Mikrofoneingang des Audioprozessors (oder den dem Notebook vorgeschalteten USB-Soundstick) eingespeist. Die eigentliche Selektion erfolgt ausschließlich in der Software SAQrxV098.

Bild 8:
... und zum Vergleich nur kurze Zeit später mit dem E-Feld-Modul

So ist z. B. mit der E-Feld-Antenne innerhalb eines Hauses praktisch kein Empfang möglich. Die elektrisch schwach leitenden Wände eines Wohnhauses schirmen die elektrische Feldkomponente der Nutzsingale fast vollständig ab. Hinzu kommt, dass jedes Schaltenteil und sogar jede irgendwo im Haus eingeschaltete LED-Lampe massive Störsignale erzeugt, die sich direkt oder entlang der im ganzen Haus verlegten Leitungen ausbreiten. Auch das Schaltnetzteil des eigenen Notebooks und sogar dessen LC-Display erzeugen teils kräftige Störungen, sodass das Notebook zwingend im Akkumulatorbetrieb laufen und der Abstand zum Antennenmodul mindestens 5 m betragen sollte. Die Distanz lässt sich aber mit einer Leitung aus verdrehter Schalt-

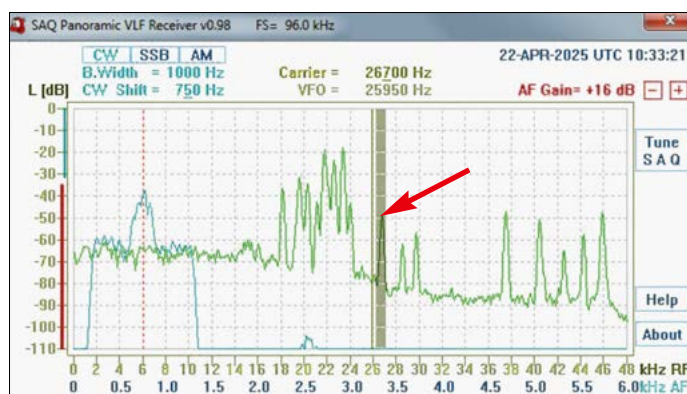
litze zwischen Antennenmodul und Notebook leicht überbrücken. Dank der Niederohmigkeit des Modulausgangs braucht man nicht einmal unbedingt eine abgeschirmte Leitung.

Nur wenig besser sah es mit der H-Feld-Antenne aus. Zwar durchdringt die magnetische Feldkomponente der Nutzsingale problemlos die Wände eines Hauses, aber auch hier verbreiten die an die elektrischen Leitungen des Hauses angeschlossenen Verbraucher einen „Störnebel“, der den Empfang oft unmöglich macht.

Nur bei weitgehend abgeschalteten häuslichen Störquellen konnte Michael (in Bad Kreuznach, Rheinland-Pfalz) mit seiner H-Feld-Antenne am Fenster wenigstens die deutsche Marinefunkstelle Rhau derfehn DHO38 in Ostfriesland empfangen. Allerdings sendet diese mit bis zu 800 kW und ist aufgrund ihrer Nähe und der viel höheren Sendeleistung mit SAQ in Grimeton kaum zu vergleichen.

Vor meinem Wochenendhaus im Soonwald (Rheinland-Pfalz) befindet sich eine große, freie Wiese. Dort baute ich die Versuchs-Empfangsstation in etwa 50 m Entfernung vom Haus auf. Das H-Feld-Modul lag auf einem Tisch mit Kunst-

Bild 7:
Empfang der Station TBB Denizköy-Bafa auf 26,7 kHz mit dem H-Feld-Modul ...



stoffplatte und ein Sonnenschirmständer mit einem 2 m langen Installationsrohr aus Kunststoff diente als Halterung für das E-Feld-Antennenmodul. Über eine 10 m lange, zweiadrig verdrehte Schalllitze war jeweils eines der beiden Module an die Mikrofonbuchse des Notebooks angeschlossen.

Erst an diesem Standort stellte ich (außer dem Knacken von elektrischen Weidezäunen) keine technikbedingten Störungen mehr fest, sondern nur noch solche, die natürlichen Ursprungs waren, z. B. jede Menge Blitzeinschläge. Angesichts der teils erheblichen Ströme und räumlichen Ausdehnungen solcher Entladungen ist davon auszugehen, dass derartige Störungen mindestens die gleiche Reichweite haben wie die Nutzsingale großer

VLF-Stationen – also ebenfalls weltweit. Damit haben sie die Eigenschaften echter Funksignale und sind gleichermaßen im H-Feld und E-Feld präsent.

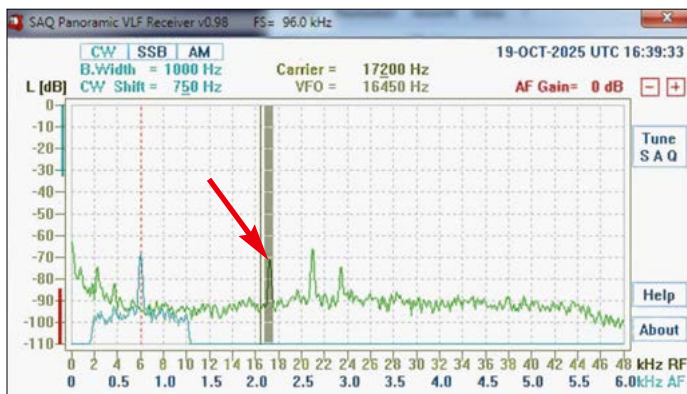
Erwartungsgemäß zeigte das H-Feld-Antennenmodul bei den einzelnen VLF-Stationen die bekannte Richtcharakteristik einer Ferritantenne. Und wenn ich das Installationsrohr mit dem E-Feld-Modul aufrichtete, war der Anstieg des Pegels

schon bei einer Aufstellhöhe von 2 m trotz fehlender Resonanz und trotz einer um 11 dB geringeren Vorverstärkung statt 22 dB höher.

So gerüstet konnte ich dem Tag des hundertjährigen Jubiläums von SAQ einigermaßen entspannt entgegensehen. Zum Glück gab es am Vortag, dem 1. Juli 2025, eine Probesendung. Auch mein Funkfreund Michael konnte anwesend sein. Als

deutet ein Rapport von S9 eine Spannung in Höhe von $50 \mu\text{V}$. Also lag der Pegel von SAQ bei $S9 + 20 \text{ dB}$. Trotz der atmosphärischen Störungen war auch die Lesbarkeit einwandfrei ($R = 5$), ebenso der Ton dieses alten Maschinensenders ($T = 9$).

Ähnliche Beobachtungen machte mein Funkfreund Dieter. Er war zum Zeitpunkt der Sendung im Bayerischen Wald, konnte aber die Signale von SAQ mit der E-Feld-Antenne an der Spitze einer Angelrute, die er aus dem Fenster seines auf einer freien Fläche geparkten Autos in die Höhe hielt, ebenfalls gut empfangen.



der Stationen proportional zur Höhe über Grund ebenfalls gut zu hören.

Bemerkenswert fand ich den Pegelunterschied beim E-Feld-Antennenmodul zwischen der internen Kupferfläche als Antenne (immerhin 18 cm^2) und der an der Stirnseite des Gehäuses probeweise angebrachten Teleskopantenne mit einer Länge von 80 cm. Letztere ergab einen etwa 10 dB höheren Pegel und ich hatte den Eindruck, dass auch der Signal-Rausch-Abstand besser wurde. Spätestens damit war mir klar, dass die erwähnte Antenne in einer Kleinbildfilmdose ganz sicher keine gute Lösung ist.

Die wirklich entscheidenden Unterschiede zwischen den beiden Antennenmodulen lagen aber woanders. Bild 7 entstand z.B. beim Empfang der türkischen Station *TBB Denizköy-Bafa* auf 26,7 kHz mit dem H-Feld-Antennenmodul am 22. April 2025. Im Vergleich dazu: Bild 8 nur 2 h später beim Empfang mit dem E-Feld-Antennenmodul in 2 m Höhe. Der Signal-Rausch-Abstand war deutlich besser und zusätzlich waren etliche weitere Stationen im Spektrum zu sehen.

Hier zeigt sich der große Vorteil des breitbandigen Empfangs beim E-Feld-Antennenmodul. Tatsächlich war die Abstimmung des H-Feld-Moduls auf die gewünschte Frequenz stets mühsam, zumindest solange ich auf mich allein gestellt war. Denn wegen der Störungen aus dem Notebook musste auch hier ein Mindestabstand von 5 m eingehalten werden und entsprechend schlecht ablesbar war der Pegel am Display. Auf jeden Fall war beim E-Feld-Antennenmodul der Pegel

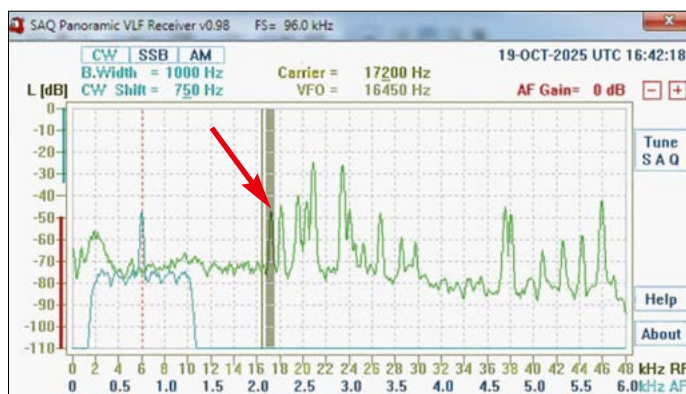
Bild 10:
... und mit der
E-Feld-Antenne
am 1. 7. 2025

wir im Zuge der Inbetriebnahme des Senders den Träger auf 17,2 kHz auf dem Display endlich klar erkennen konnten, waren wir sehr erleichtert.

Allerdings zeigte sich auch hier die deutliche Überlegenheit des E-Feld-Antennenmoduls, siehe Bild 9. Beim H-Feld-Modul betrug der Störabstand etwa 20 dB. Zusätzlich waren nur zwei weitere Stationen erkennbar, während in Bild 10 beim E-Feld-Modul der Störabstand bei etwa 25 dB lag und eine ganze Reihe weiterer Stationen aufzunehmen war. Und so war dann auch der Empfang der offiziellen Sendung am darauffolgenden Tag keine Überraschung mehr.

Es stellte sich noch die Frage nach dem absoluten Pegel und dem Empfangsrapport. Ein Vorversuch im Labor mit Signalgenerator, Oszilloskop und einem Spannungsteiler 10000:1 ($1 \text{ M}\Omega : 100 \Omega$) hatte bei einem Eingangspegel von $U_{\text{SS}} = 800 \text{ mV}$ (entspricht $U_{\text{eff}} = 283 \text{ mV}$ vor dem Spannungsteiler bzw. $28,3 \mu\text{V}$ am Mikrofoneingang) eine Pegelanzeige von etwa -73 dB bei der SAQ-Software ergeben. Demzufolge lag die Spannung bei einer Anzeige von -90 dB bei $U_{\text{eff}} \approx 4 \mu\text{V}$. In Bild 10 zeigt der Pegelindikator der Station SAQ einen Wert von etwa -47 dB , wobei noch die Vorverstärkung des E-Feld-Antennenmoduls in Höhe von 1 dB zu berücksichtigen ist. Dies ergibt 42 dB über $4 \mu\text{V}$, also $500 \mu\text{V}$ Effektivspannung an der Antenne. Auf den AM-Bändern be-

Bild 9:
SAQ-Empfang
mit der H-Feld-
Antenne ...



Nach dem Einsenden unserer Empfangsberichte erhielten wir einige Wochen später per E-Mail eine schöne QSL-Karte. Die nächste offizielle Sendung des historischen Maschinensenders SAQ findet voraussichtlich am Vormittag des 24. Dezembers 2025 statt. Ich hoffe, mit diesem Beitrag viele weitere Funkamateure für dieses Ereignis begeistern zu können. Die unbestückten Platinen sind beim FA-Leserservice [1] unter der Bestellnummer *PLS-1225* erhältlich, die Bauelemente z.B. bei www.reichelt.de oder www.mouse.de.

Abschließend bedanke ich mich bei meinen Funkfreunden Michael, DF2VO, Dieter, DB8PR, und Sabine, DL1DBC, ganz herzlich für die erfolgreiche und konstruktive Zusammenarbeit.

norbert.graubner@freenet.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: shop@funkamateur.de; Online-Shop: www.funkamateur.de → Online-Shop
- [2] Cremer, S., DL1DBC: Listen to World Heritage Grimeton Radio (SAQ). <https://dl1dbc.net/SAQ>
- [3] Wikipedia: List of VLF transmitters. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_VLF-transmitters
- [4] Bakker, R., PA0RDT: The PA0RDT-Mini-Whip. www.bremerfunkfreunde.de/index.php/bau-projekte/antennen/the-pa0rdt-mini-whip
- [5] Wikipedia: Elektrische Kapazität. https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrische_Kapazit%C3%A4t
- [6] de Boer, P.-T., PA3FWM: Simple and better circuit for MiniWhip antennas. www.pa3fwm.nl/projects/minwhip

Strom-, Spannungs- und Leistungsanzeige für USB Power Delivery

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

USB-Kabel sind seit Jahrzehnten Standard, wenn es um die Verbindung von Computer und Peripherie geht. Es lassen sich Daten übertragen und die angeschlossenen Geräte mit Strom versorgen. Dies ist mit der Einführung des USB Power Delivery (USB-PD) nicht anders, jedoch etwas komplexer geworden. Mittlerweile gibt es diverse Standards und Leistungsprofile, die jedoch nicht von allen Geräten bereitgestellt werden oder von diesen nutzbar sind. Zur Kontrolle, ob nach dem Zusammenschalten die erforderlichen Versorgungsparameter eingehalten werden, ist es ratsam, sich diese mit dem im Folgenden beschriebenen Prüfgerät anzeigen zu lassen.

Wohl einer der bekanntesten Standards trägt die Bezeichnung USB (*Universal Serial Bus*). Das Ziel seiner Entwicklung bestand darin, zum Datenaustausch beliebige Peripheriegeräte ohne eigene Spannungsversorgung mit einem Computer verbinden zu können. Doch so wie sich die Art angeschlossener Geräte verändert hat, traten auch neue Anforderungen an die Versorgungsspannung und die Strombelastbarkeit auf.

Das Verfahren wurde in den Folgejahren von mehreren Geräteherstellern weiterentwickelt. Doch erst nach 1996 produzierte man Schaltkreise zur Vereinfachung des Anschlusses von Geräten, deren Funktion jedoch noch nicht als USB bezeichnet wurde. Die auf dem Betriebssystem Windows 95 basierenden Rechner hatten anfangs noch kein USB. Erst die später verwendeten ATX-Mainboards besaßen USB, nachdem 1998 USB 1.0 und USB 1.1

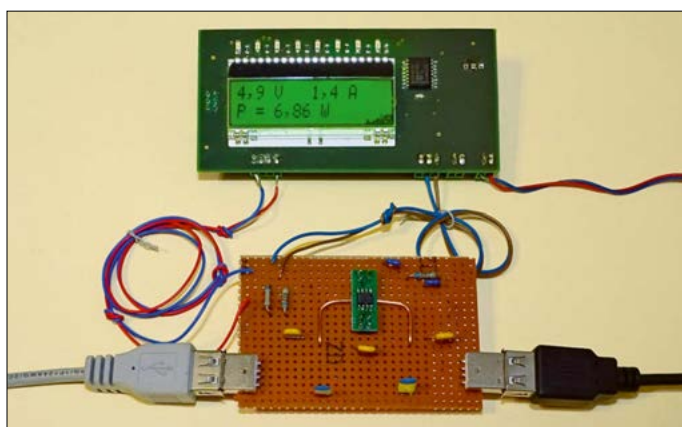


Bild 1: Versuchsaufbau zur Messung von Strom und Spannung in einer USB-Verbindung; die ermittelten Werte werden zusammen mit der berechneten Leistung auf dem LC-Display angezeigt.

Foto: Sander

■ Entwicklung des Standards

Ab etwa 1994 widmeten sich einzelne Computerhersteller der Entwicklung des USB-Verfahrens. Gegenüber herkömmlichen seriellen Schnittstellen, wie der in den Anfangstagen häufig zum Einsatz kommenden RS232, sollte der neue Standard nicht nur zur Übertragung von Daten dienen, sondern gleichzeitig die Stromversorgung eines angeschlossenen Gerätes gewährleisten.

Die Idee dahinter war, viele Geräte miteinander verbinden zu können, selbst wenn einzelne von ihnen keine eigene Stromversorgung besaßen. Das Ziel war die Vermeidung eines Kabelgewirrs und die Verwendung eines Kabels, das idealerweise an allen Geräten ansteckbar sein sollte.

zum Standard in Computern wurden und sich die Herstellung spezieller Schaltkreise rentierte.

Von der Datenrate her erschien USB 1.1 mit 12 MBit/s für die damaligen Verhältnisse als sehr schnell. Die Daten wurden jedoch in Datenblöcken übertragen. Da in der Regel mehrere Geräte an einen Computer angeschlossen waren und sich nur eines abfragen ließ, entstanden zwischen den Datenblöcken eines Geräts Pausen. Jeder Datenblock enthielt außerdem Adressen, wodurch der effektive Wert der Datenrate somit wesentlich geringer war.

Aus diesem Grund entwickelte man das Verfahren weiter. Ab 2000 gab es USB 2.0 mit einer Datenrate von 480 MBit/s. 2008 folgte USB 3.0 mit 5 GBit/s, 2013 USB 3.1 und 2017 bereits USB 3.2. Diese

Versionen zeichneten sich durch noch höhere Datenraten aus. 2019 kam USB 4 mit 40 GBit/s auf den Markt und 2022 USB 4.2 mit 80 GBit/s. Über die Entwicklung informiert [1]. In [2] sind neben den Übertragungsverfahren auch die zur Anwendung kommenden Datenprotokolle beschrieben.

Den USB-Standards sind spezielle Steckverbinder zugeordnet, von denen auf [3] auch die weniger gebräuchlichen aufgeführt sind.

■ Stromversorgung per USB

Bei USB 1.1 können zwar nur maximal 100 mA bei 5 V geliefert werden, doch damit ist die Versorgung von Maus und Tastatur problemlos möglich. Andere externe Geräte, wie z. B. Festplatten, haben meist eine höhere Stromaufnahme. Oft reichen daher selbst die bei USB 2.0 verfügbaren 500 mA nicht aus. Bei USB 3.0 liegt der Maximalstrom bei 900 mA.

Bereits als die ersten handlichen Mobiltelefone den Markt eroberten, ließen sich deren Akkumulatoren per USB-Verbindung aufladen. Zwar verfügten z. B. Notebooks ebenfalls über Akkumulatoren, doch deren Stromaufnahme war viel höher und man griff anfangs auf separate Stecker-Netzteile zurück.

Der größere Ladestrom war der Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung. Mittlerweile gibt es auch spezielle Ladegeräte, die sich zur Versorgung leistungsstarker Geräte eignen.

Prinzipiell lassen sich über den 5-V-Standard hinaus über eine USB-Typ-C-Steckverbindung Geräte mit einer Leistungsaufnahme bis 240 W ohne zusätzliche Stromversorgung betreiben, wenn diese als *USB Power Delivery* (USB-PD) ausgelegt ist. Mittlerweile wurden verschiedene Leistungsprofile mit unterschiedlichen Stromstärken und Spannungen definiert. So können entsprechend ausgelegte Geräte über die bisher übliche Spannung von 5 V im *Standard Power Range* (SPR) zusätzlich 9 V, 15 V oder 20 V sowie im *Extended Power Range* (EPR) auch 24 V, 36 V und 48 V bereitstellen. In der Tabelle sind die bei den USB-Standards 1.0 bis 3.1 verfügbaren Spannungen, Ströme und Leistungen zusammengefasst, innerhalb derer es teilweise noch unterschiedliche Profile bzw. Modi gibt.

Nach dem Einschalten liefern USB-PD-Netzteile die Standardspannung von 5 V. Im ersten Schritt fragt daher das daraus versorgte Gerät ab, welche Profile zur Verfügung stehen. Nachdem es diese Information empfangen hat, fordert es das passende Profil ab, worauf das Netzteil

die gewünschte Spannung bis zur jeweils zulässigen Leistung bereitstellt. Fehlt dieser Abstimmprozess, bleiben die 5 V erhalten. Auch nach Unterbrechen der Verbindung ist wiederum der Standardwert von 5 V eingestellt.

Bei einem USB-C-Kabel erfolgt das Vereinbaren der bereitzustellenden Spannung und des Stroms über den *Control Channel* (CC). Andere für USB-PD vorgesehene USB-C-Kabel können im Stecker einen Schaltkreis besitzen, der mit geeigneten Ladeprofilen markiert ist.

So viel zur Theorie, denn nicht jeder Netzteilerhersteller hält sich an diese ursprünglich festgelegten Regeln. Mittlerweile sind Geräte auf dem Markt, die Spannungen nahezu stufenlos zwischen 3 V und 21 V einstellen können. Die Bezeichnungen dafür lauten *Programmable Power Supply* (PPS), wenn das Gerät den SPR-Modus unterstützt, und *Adjustable Voltage Supply* (AVS) im EPR-Modus.

■ Mögliche Probleme mit USB-PD

Die Stromversorgung über USB ist nicht erst seit der Entwicklung von USB-PD zuweilen problematisch, denn die verbundenen Geräte müssen ein passendes Leistungsprofil aushandeln. Daher lässt sich schwer beurteilen, ob und wie gut die Abstimmung des Leistungsprofils gerade zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller gelingt. Auch bei angebotenen, aber nicht nutzbaren Leistungsprofilen und Modi kann das zu versorgende Gerät herunterzuschalten. Und wie sich ein Gerät verhält, wenn zwei Netzteile in einem Netzwerk vorhanden sind, bleibt dem Hersteller überlassen. Nicht zuletzt kann ein zu dünn ausgelegtes Kabel einen so hohen Spannungsabfall ergeben, dass trotz geglückter Aushandlung zu wenig Energie beim Verbraucher ankommt.

Zwar könnte ein Testgerät erkennen, welche Profile z. B. ein Netzteil zur Verfügung stellt. Doch ob das daraus versorgte Gerät etwas damit anfangen kann, steht

USB-Standards

Standard (Modus)	U [V]	I _{max} [A]	P _{max} [W]
USB 1.0/1.1 (LP)	5	0,1	0,5
USB 2.0 (HP)	5	0,5	2,5
USB 3.0/3.1/3,2	5	0,9	4,5
USB-BC 1.2	5	1,5	7,5
USB-C	5	3	15
USB-PD (SPR)	5, 9, 15, 20	5	100
USB-PD 3.1 (EPR)	5, 9, 15, 20, 28, 36, 48	5	240

LP: Low-Power Range

HP: High-Power Range

USB-BC: USB Battery Charging

SPR: Standard Power Range

EPR: Extended Power Range

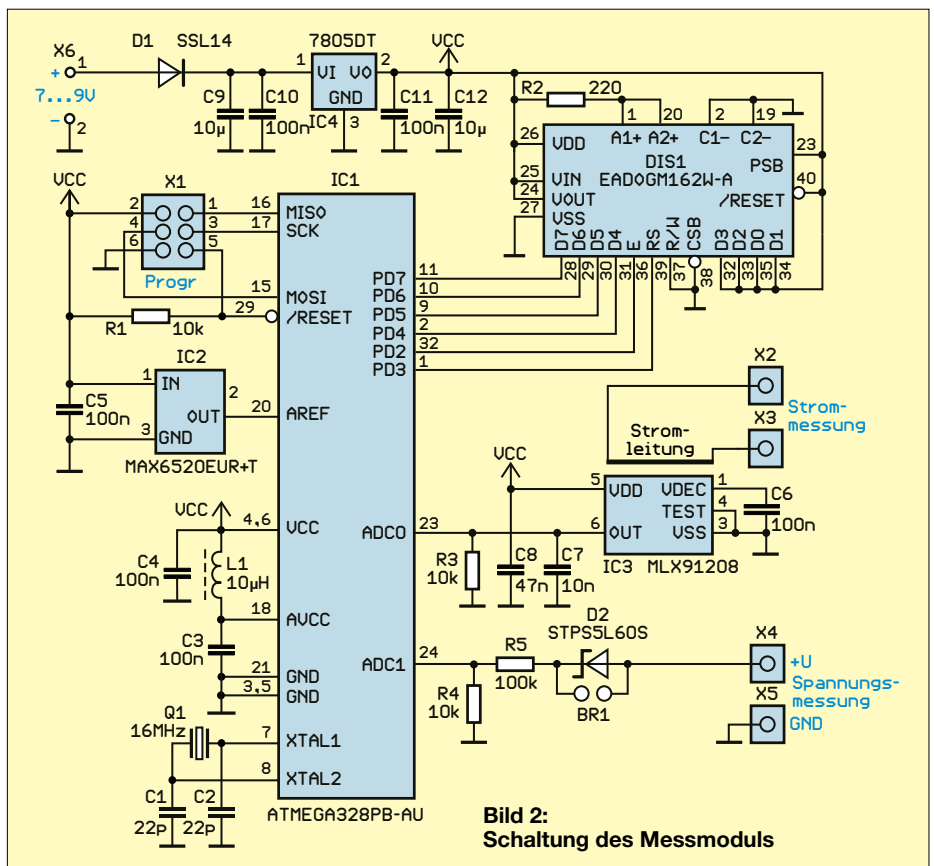


Bild 2: Schaltung des Messmoduls

auf einem anderen Blatt. Wenn schon das Aushandeln von Profilen Schwierigkeiten verursachen kann, ist es zur Erkennung von Abweichungen sinnvoll, zumindest die über das USB-Kabel gelieferte Spannung zu messen. Auch der fließende Strom kann Rückschlüsse darüber zulassen, ob sich die gewünschte Netzteil-Verbraucher-Kombination im Rahmen der technischen Parameter betreiben lässt.

■ Messmodul

Die Schaltung zur Messung der abgegebenen Spannung und des fließenden Stroms bei einer USB-Verbindung ist in Bild 2 dargestellt.

Für den Mikrocontroller kommt ein mit 16 MHz Taktfrequenz betriebener ATmega328P-AU zum Einsatz. Durch die daraus folgende hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit lassen sich auch Störimpulse auf dem USB-Kabel erkennen. Die Messwerte liegen als analoge Spannungen vor, die der Mikrocontroller mithilfe der beiden A/D-Umsetzerkanäle an den Pins ADC0 und ADC1 einliest. Zur Vermeidung von Störungen sind die integrierten analogen und digitalen Teilschaltungen im Mikrocontroller getrennt zu versorgen. An VCC liegen 5 V für den Digitalteil. Der Analogteil wird zwar an Pin AVCC ebenfalls mit 5 V betrieben, jedoch dämpft das aus L1 und C4 bestehende Tiefpassfilter die aus dem Digital-

teil auf die 5-V-Schiene gelangenden Störungen ausreichend stark.

Die am Pin AREF für die A/D-Umsetzung notwendige Referenzspannung wird durch IC2 bereitgestellt. Der hierfür verwendete MAX6520EUR+T gibt im Temperaturbereich von -40 °C bis 85 °C eine bis auf 2 % genaue Spannung von 1,2 V ab.

Die Messwerte für Spannung und Strom sowie die daraus berechnete Leistung werden gleichzeitig als ASCII-Zeichen auf dem LC-Display EAD0GM162W-A dargestellt, das zwei Zeilen mit je 16 Zeichen besitzt. Um Anschlüsse am Mikrocontroller zu sparen, erfolgt die Datenübertragung im sogenannten *Nibble*-Modus mittels zweier nacheinander übertragener 4-Bit-Blöcke. Dies erfolgt über die Pins PD4 bis PD7 des IC1. Zur Steuerung der Datenübertragung dienen die Anschlüsse E und RS des Displays.

Damit man das Display selbst bei ungünstigen Lichtverhältnissen gut ablesen kann, ist eine Hintergrundbeleuchtung vorgesehen. Die dafür genutzten LED-Ketten sind mit den Pins 1, 2, 19 und 20 des Displays verbunden. Der in Reihe geschaltete Vorwiderstand R2 begrenzt den Strom.

Gemessen wird die an den Eingängen X4 und X5 liegende Spannung. Da beim ATmega328 die Eingangsspannung am A/D-Umsetzers 5 V nicht überschreiten darf, jedoch bis zu 48 V am USB-PD-Anschluss

anliegen können, ist der Spannungsteiler aus R5 und R4 zwischengeschaltet. Die Diode D2 verhindert, dass eine negative Spannung zum A/D-Umsetzereingang gelangt. Nur wenn sichergestellt ist, dass das Messmodul nicht falsch gepolt angeschlossen werden kann, ist D2 über die Brücke BR1 kurzzuschließen. Ansonsten ist der durch die Diode verursachte Spannungsabfall bei dieser Anwendung vernachlässigbar.

Bei der gleichzeitigen Messung von Strom und Spannung über einen Widerstand mit einem einzigen Gerät sollte man Vorsicht walten lassen. Eine galvanische Trennung zumindest eines Messwerts ist deshalb empfehlenswert. Hier kommt der MLX91208LDC-CAV-001-SP zum Einsatz, der auf Basis des Hall-Effekts arbeitet und sich zur Bestimmung des Stroms eignet. Dafür ist der stromdurchflossene Leiterzug unter dem Schaltkreis anzuordnen. Genau genommen misst der Hall-Sensor die Magnetflussdichte, der die Stromstärke zugeordnet wird. Aus der Richtung des Magnetfelds folgt die Stromrichtung.

Der vom MLX91208 gemessene Wert wird als analoges Signal ausgegeben und über Pin ADC1 vom A/D-Umsetzer des Mikrocontrollers eingelesen.

Der lineare Spannungsregler IC4 stabilisiert die zugeführte Versorgungsspannung, die zwischen 7 V bis 9 V betragen darf, auf den als Betriebsspannung notwendigen Wert von 5 V. Um Masseschleifen zu vermeiden, sollte statt eines Netzteils ein Akkumulator oder Batterien zum Einsatz kommen.

USB-Adapter

Das Messmodul ist mithilfe eines zum Steckverbinder passenden Adapters in die USB-Verbindungsleitung einzufügen. Bis auf die der Leitung VCC sind alle Kon-

takte zu verbinden. In Bild 5 ist die Schaltung eines Adapters mit zwei Mini-USB-2.0-Buchsen, Typ B dargestellt. Die aufgetrennte Leitung VCC ist zur Strommessung an den Anschlüssen X3 und X4 herausgeführt. Zusätzlich sind zur Spannungsmessung noch X5 mit VCC und X6 mit GND verbunden. Die Kondensatoren sollen Störpulse vermeiden. Für andere Steckverbinder muss man einen passenden USB-Adapter selbst bauen.

Firmware

Die Firmware für den Mikrocontroller habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung liest der ATmega328 mithilfe des ersten A/D-Umsetzerkanals die Messwerte des MLX91208 ein und berechnet daraus den fließenden Strom. Der zweite A/D-Umsetzerkanal liest die Spannungswerte ein. Zusammen mit der daraus berechneten Leistung werden die Messwerte in das ASCII-Format umgewandelt und zum Display übertragen. Die obere Zeile dient zur Anzeige von Strom und Spannung, die untere zur Anzeige der Leistung. Die Messung und Darstellung erfolgt, durch einen Timer des ATmega328 gesteuert, in Abständen von 500 ms.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateure.de bereit. Auf Nachfrage sind sie bei [4] einzeln, als Bausatz oder fertig bestückt, das Messmodul mit programmiertem Mikrocontroller, erhältlich. Der Quelltext wird auf Wunsch mitgeliefert.

Die Bestückungspläne sind in den Bildern 3 und 4 dargestellt. Die Bestückung

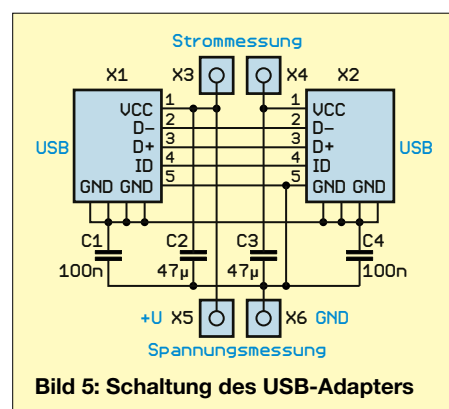


Bild 5: Schaltung des USB-Adapters

aller Bauelemente sollte anhand der in [5] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben und dünnem Lötzinn gelingen. Bitte nicht vergessen, die vier Anschlüsse der Scheibe für die Hintergrundbeleuchtung mit den Kontakten 1, 2, 19 und 20 zu verlöten.

An die Steckverbinder X2 bis X5 des Messmoduls ist der USB-Adapter anzuschließen. Dabei unbedingt bei den Anschlüssen zur Spannungsmessung auf die korrekte Polarität achten. An X6 des Messmoduls ist ein Halter für die Batterien oder den Akkumulator anzuschließen. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, in die Plusleitung einen Schalter einzufügen.

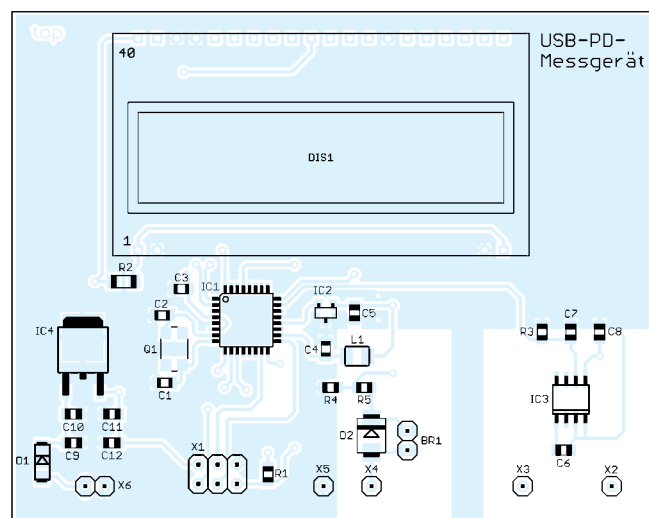
Das Messgerät ist in ein nicht leitendes Gehäuse einzubauen, das Durchbrüche für die USB-Buchsen und das LC-Display besitzt.

Nutzung

Sollte die vom USB-PD-Netzteil gelieferte Spannung außerhalb der für das versorgende Gerät zulässigen Werte liegen, so hat das oben beschriebene Aushandeln des Profils nicht funktioniert und die Verbindung ist sofort zu trennen. Ebenso ist eines der beiden Kabel abziehen, wenn z. B. beim Laden eines Akkumulators die Stromstärke das zulässige Maß überschreitet. Dies kann bei defekten Akkumulatorzellen auftreten.

Wenn ein Strom über 5 A gemessen werden soll, ist die Stromschleife auf der Leiterplatte unter dem MLX91208 durch einen darüber angeordneten dickeren Draht zu ersetzen.

k.sander@s-elabor.de



FT8-Betrieb optimieren: Mehr DX-Erfolge mit WSJT-X

THOMAS GRÄVE – DJ2TG

Um zu vielen Funkkontakten im Digimode FT8 zu gelangen, gibt es unterschiedliche erprobte Strategien und technische Einstellungen, die die Erfolgschancen signifikant erhöhen können. Die folgenden Hinweise richten sich nicht nur an WSJT-X-Einsteiger, sondern können selbst FT8-erfahrenen Funkamateuren noch Verbesserungsmöglichkeiten bieten.

Bevor es an die Optimierung des FT8-Betriebs geht, müssen zunächst einmal einige Grundeinstellungen am Transceiver, am PC und in der Software WSJT-X [1] vorgenommen werden.

■ Grundlegende Einstellungen

Der Balken auf der linken Seite des WSJT-X-Hauptfensters zeigt den Empfangspegel an, ① in Bild 1. Dieser ist über die Lautstärkeregelung der Soundkarte am Computer oder direkt am Transceiver so einzustellen, dass er sich im grünen Bereich befindet. Reicht der Ausschlag bis in den roten Bereich, ist das Eingangssignal übersteuert und kann unter Umständen nicht decodiert werden.

Der Schieberegler auf der rechten Seite bestimmt den Sendepiegel, ② in Bild 1. Dieser ist während einer FT8-Übertragung so weit zu reduzieren, bis die Sendeleistung am Funkgerät leicht abfällt. Die gewünschte Sendeleistung wird erst dann am Transceiver eingestellt. Zusätzlich ist an diesem die ALC-Anzeige zu beobachten. Sie sollte nur leicht oder gar nicht ausschlagen.

Ein zu hoher Pegel führt zu einem verzerrten Sendesignal. Um saubere Signale sicherzustellen, sind alle Audioeffekte wie Rauschunterdrückung, Notch-Filter, Equalizer oder Kompression für den Sender und den Empfänger auszuschalten.

Sendeleistung

Der Digimode FT8 erzeugt ein dauerhaft hohes Tastverhältnis, wodurch Transceiver und Endstufe stärker belastet werden als beispielsweise bei SSB. Bei einem typischen 100-W-Transceiver empfiehlt sich daher eine Sendeleistung von etwa 20 W, maximal 50 W. Ein niedriges Stehwellenverhältnis ist beim FT8-Betrieb unerlässlich, da sich ansonsten die Belastung für alle Komponenten zusätzlich erhöht.

Es liegt in der Verantwortung jedes Funkamateurs, die in den jeweiligen Handbüchern angegebenen Spezifikationen zu prüfen, um sicherzustellen, dass Transceiver, Antennentuner und die Antennenanlage diese Dauerbelastung aushalten. Wird das Equipment über seine Belastbarkeit hinaus betrieben, kann dies zu Schäden

führen. Darüber hinaus können hohe Sendeleistungen auch Computerstörungen verursachen, etwa durch HF-Einstrahlung in die USB-Verbindung. Hier schaffen geschirmte USB-Kabel oder Klappferrite Abhilfe. Die Grundregel lautet trotzdem: Niedrige Sendeleistung sorgt für ein sauberes Signal, das besser decodiert wird und andere Stationen nicht stört

Modus und Audio-Interface

Es wird empfohlen, den USB- oder DATA-Modus zu verwenden. In Letzterem werden optimierte Audiopfade genutzt und Sprachprozessoren umgangen. Bei Bedarf kann der Einsatz eines Vorverstärkers in Betracht gezogen werden, wobei jedoch darauf zu achten ist, den Empfänger nicht zu überlasten. In der Regel ist es ratsam, die Rauschunterdrückung und schmale Filter am Funkgerät zu deaktivieren, da die Signalverarbeitung bei digitalen Modi häufig effektiver per Software erfolgt. Audio-Interfaces sollten nicht an einen USB-Hub angeschlossen werden. In den Windows-Einstellungen sind für die Abtastrate 48 kHz zu wählen, nicht 44,1 kHz. Alle Windows-Audioverbesserungen wie Bass-Boost, Raumklang usw. müssen deaktiviert sein.

Zeiteinstellung

Die Genauigkeit der PC-Uhr ist von entscheidender Bedeutung. Wenn viele Signale im Wasserfall sichtbar sind, aber nicht decodiert werden, kann dies ein Hinweis auf eine falsche Computerzeit sein. Eine fehlerhafte Zeiteinstellung führt dazu, dass nur ein Teil der Empfangs- oder Sendezeit

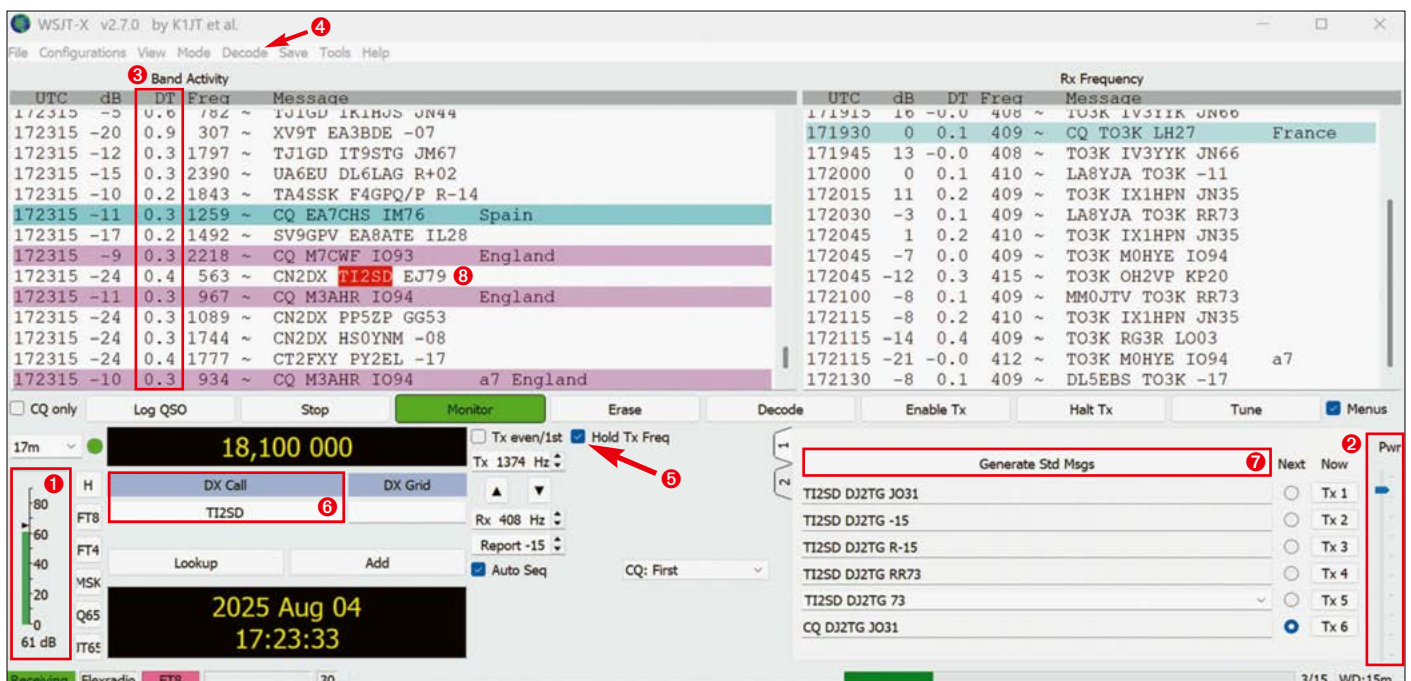


Bild 1: Hauptfenster von WSJT-X; Erläuterung der Bereiche siehe Text

Screenshots: DJ2TG

Fehlerbehebungs-Checkliste von K8ZT

Folgende Punkte sind zu prüfen, wenn keine Stationen decodiert oder keine Verbindungen hergestellt werden können.

- Die WSJT-X-Software darf erst gestartet werden, wenn der Transceiver eingeschaltet ist.
- Sind alle Verbindungen zwischen Transceiver, Interface (falls verwendet) und Computer richtig angeschlossen?
- Wurden besonders nach Windows-Updates Einstellungen der Soundkarte am Computer geändert?
- Ist in WSJT-X unter *Settings* → *Audio* die richtige Soundkarte eingetragen?
- Funktioniert unter *Settings* → *Radio* der Test CAT?
- Läuft die Zeitsynchronisierungs-Software?
- Besteht eine Internetverbindung?
- Ist der Bandbreitenfilter des Transceivers auf maximale Breite eingestellt?
- Befindet sich das Funkgerät im richtigen Modus (USB oder DATA, je nach Modell)?
- Ist WSJT-X im richtigen Modus (FT8 oder FT4) und auf der korrekten Frequenz für das verwendete Band?
- Sind die drei Checkboxes (*Hold Tx Freq*, *CQ: First* und *Auto Seq*) aktiviert?
- Wurde versehentlich eine *Special Operating Activity* ausgewählt?
- Können andere Stationen decodiert werden, aber niemand antwortet? Mit PSK-Reporter lässt sich prüfen, ob das eigene Signal gehört wird.
- Ist der Transceiver auf Split-Betrieb eingestellt?
- Funktioniert der Transceiver in anderen Sendearten?

genutzt wird. Die Zeitabweichung sollte deutlich unter 1 s liegen. Liegt sie über 2 s, sind keine Decodierungen mehr möglich. Die Zeitdifferenz der eigenen Station zur Gegenstation wird in der Spalte *DT* im WSJT-X-Fenster angezeigt, ③ in Bild 1. Bei über 0,5 s Abweichung ist die manuelle Aktualisierung der Zeitsynchronisation in der Systemsteuerung des Windows-PCs angeraten. Empfehlenswert ist jedoch ein Tool wie *NetTime* [2] oder *Bkt-TimeSync* [3], das diesen Abgleich regelmäßig automatisch durchführt.

Bandpassfilter

Je größer die Bandbreite ist, desto mehr Signale können empfangen werden. Die Vorgehensweise zur Einstellung von Bandpassfiltern hängt vom jeweiligen Transceiver ab, wobei die Bandbreite der Filter in der FT8-Software visuell erkennbar ist. Der Empfangsbereich wird in der Wasserfallanzeige blau dargestellt und passt sich bei einer Vergrößerung der Bandbreite entsprechend an.

Für ältere Transceiver sollte die Bandbreite mindestens 2400 Hz betragen. Bei modernen Geräte im DATA-Modus liegt sie optimalerweise zwischen 3000 Hz und 4000 Hz. Schmale Filter unter 2800 Hz können zur Signalverzerrung an den Bandrändern führen. Das Notch-Filter sollte man nur im Ausnahmefall einsetzen, wenn

eine Station z.B. durch ein verzerrtes Signal Störungen verursacht oder eine lokale Station mit einem sehr starken Signal den Empfang beeinträchtigt.

■ WSJT-X-Optimierung

Die Optionen *Enable VHF/UHF/Microwave features* und *Decode after EME delay* in den WSJT-X-Einstellungen sind nur bei Bedarf zu aktivieren. Auch die *Free-Text*-Funktion sollte nur sparsam zum Einsatz kommen – automatische Nachrichten sind effizienter. Für häufige Antworten lassen sich Makros wie 73, QSL usw. nutzen. Aktiviert man *Highlight DX call*, werden gesuchte DX-Stationen farblich hervorgehoben.

Decoder-Einstellungen

WSJT-X bietet mehrere Optionen, um schwache Signale zuverlässiger zu decodieren. Besonders wichtig sind *Deep Search* und der AP-Decoder (a priori decoder), die beide unter dem Menüpunkt *Decode*, ④ in Bild 1, aktiviert werden können. *Deep Search* durchsucht bei unvollständigen oder vertauschten Signalen gezielt bekannte Rufzeichen und Log-Einträge, um QSOs zu vervollständigen. Diese Option ist hilfreich, wenn nur Teile einer Nachricht empfangen werden, erhöht aber die Prozessorlast. Der AP-Decoder nutzt bekannte Informationen aus einem laufenden Kontakt (z.B. das Rufzeichen der Gegenstation), um extrem schwache Signale zu decodieren – teilweise bis unter –24 dB SNR. Da er mehr Rechenleistung benötigt und bei Störungen gelegentlich zu fehlerhaften Decodierungen führt, sollte er nur bei Bedarf eingeschaltet werden, etwa wenn eine Gegenstation gerade noch hörbar ist oder nur der Rapport aussteht.

Split- oder Simplexbetrieb

Mit der Checkbox *Hold Tx Freq*, ⑤ in Bild 1, kann man zwischen Split- und Simplexbetrieb wählen. Ist das Häkchen nicht gesetzt, wechselt die Sendefrequenz beim Anklicken einer Station stets auf deren Frequenz. Der Split-Betrieb ist allerdings vorzuziehen, also sollte *Hold Tx Freq* aktiviert sein. So kommt es nicht zu Überlagerungen mit anderen anrufenden Stationen und man kann auf einer freien Frequenz senden.

■ Frequenzmanagement und Betriebstechnik

Die Wasserfallanzeige in WSJT-X lässt sich zum Auffinden einer freien Frequenz nutzen. Diese wählt man mit der rechten Maustaste. Optimal ist der Bereich zwischen 500 Hz und 2000 Hz innerhalb des

FT8-Bandsegments, da die meisten SSB-Filter in diesem Bereich eine gleichmäßige Durchlasskurve aufweisen. Sendefrequenzen unter 300 Hz oder über 2500 Hz sind zu vermeiden, es sei denn, das Filter des Transceivers ist speziell dafür angepasst.

Vor dem Senden sind mindestens zwei bis drei vollständige Übertragungsperioden abzuwarten und zu beobachten, ob der gewählte Frequenzbereich tatsächlich frei ist. Die Sendefrequenz lässt sich auch während einer laufenden Funkverbindung anpassen. Zwischen den Sendeperioden sollte der Kanal beobachtet werden, um Überlagerungen oder neu hinzugekommene Signale zu erkennen und die Frequenz gegebenenfalls zu ändern.

Erweiterte Frequenzplanung

Sind die Standard-FT8-Bandbereiche überfüllt, kann sich der Versuch lohnen, 3 kHz tiefer zu gehen. Auch auf den WARC-Bändern 30 m, 17 m und 12 m herrscht meist weniger Gedränge. Je nach Tageszeit und Sonnenfleckenzyklus sind bestimmte Bänder mehr oder weniger für den FT8-Betrieb nutzbar. Das 80-m-Band eignet sich abends und nachts, besonders im Winter, wogegen das 40-m-Band fast rund um die Uhr funktioniert. Bei niedriger Sonnenaktivität ist das 30-m-Band sehr gut für DX-Verbindungen. Das 20-m-Band ist ein klassisches DX-Band während des Tageslichts bei hoher Sonnenaktivität. Die Bänder ab 17 m aufwärts sind in Abhängigkeit von der Sonnenfleckenaktivität im Maximum sehr gut für die DX-Jagd geeignet.

Seltene DX-Stationen auf einer Standard-FT8/FT4-Frequenz

Gelegentlich kann es vorkommen, dass eine seltene DX-Station auf einer regulären FT8/FT4-Frequenz *CQ* ruft oder in einer Clustermeldung auftaucht. Aufgrund der dann auftretenden hohen Zahl von Anrufen ruft sie selbst kaum noch. Daher ist die Aussendung der Station unter *Band Activity* nur selten zu sehen, weil die Meldungen hier sehr schnell durchlaufen. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, die Funktion *Highlight DX Call in message* unter *File* → *Settings* → *General* zu aktivieren. Nach dem Eintragen des Rufzeichens unter *DX Call*, ⑥ in Bild 1, und Betätigung der Schaltfläche *Generate Std Msgs* ⑦ wird das Rufzeichen bei *Band Activity* rot markiert ⑧, wodurch sich die Aktionen der Station leichter verfolgen lassen.

■ Monitoring und Hardware

Auf der Website <https://pskreporter.info/pskmap.html> besteht die Möglichkeit, das eigene Rufzeichen einzugeben, um zu er-

mitteln, wo das Signal empfangen wurde. Dies ermöglicht eine Einschätzung, ob Letzteres für andere Stationen lesbar ist. Zudem lassen sich damit die Bandbedingungen und die Ausbreitung überwachen sowie die Leistung verschiedener Antennen vergleichen.

Zum automatischen Loggen kann man WSJT-X mit Amateurfunksoftware wie z.B. Ham Radio Deluxe und Ham Office verbinden, womit dann auch automatische Empfangsbestätigungen via QRZ.com, eQSL.cc und LoTW möglich sind. *Grid-Tracker* dient als visuelles Tool für Locator-Angaben und Kontinente

Hardware-Aspekte für zuverlässige Decodierung

Ein stabiler, leistungsfähiger Computer trägt zu einer besseren FT8-Decodierleistung bei, da WSJT-X bei jedem Zyklus viele Signale parallel auswertet. „Ruckelnde“ Systeme oder hohe CPU-Auslastung können dazu führen, dass die Decodierung schwacher Signale nicht rechtzeitig erfolgt. Ebenso wichtig ist eine saubere Audioschnittstelle. Eine hochwertige, jitterfreie USB-Soundkarte mit präzisiertem Takt ohne Schwankungen oder ein zuverlässiges Audio-Interface sorgt für genaue Synchronisation und reduziert Verzerrungen. Wie bereits erwähnt, sind Verbindungen über USB-Hubs zu vermeiden.

■ Problemlösungen

Wenn ein Signal nicht decodiert wird, sind die Soundkarteneinstellungen unter *Settings* → *Audio* zu prüfen. Außerdem muss die Zeitabweichung unter 0,5 s liegen und der Eingangs-Audiopegel im grünen Bereich sein. Zur Vermeidung der Übersteuerung des Sendesignals ist die ALC-Anzei-

ge zu beobachten. Auch nicht deaktivierte Audio-Effekte am Transceiver können Probleme verursachen. Die Antennenanlage und das SWV sind ebenfalls zu kontrollieren.

Zum Empfang schwacher Signale lässt sich die Empfangsbandbreite auf 4000 Hz erhöhen. Ebenso kann man den Noise-Blanker ausschalten. *Deep Search* sollte nur bei wirklich schwachen Signalen aktiviert werden.

Treten im FT8-Modus Computerstörungen auf, ist zu prüfen, ob wirklich geschirmte USB-Kabel verwendet werden. Gegebenenfalls sind zusätzlich Klappferrite an USB- und Audiokabeln zu installieren. Eine Reduzierung der Sendeleistung und eine bessere Erdung der Antennenanlage können ebenso Abhilfe schaffen.

Wenn keine Antworten auf CQ-Rufe erfolgen, ist zunächst das eigene Signal bei *PSK Reporter* zu prüfen. Eventuell sollte man je nach Band günstigere Sendezeiten in Betracht ziehen. Es ist angeraten, Split-Betrieb (*Hold Tx Freq*) durchzuführen und nur auf freien Frequenzen zwischen 500 Hz und 2000 Hz senden.

■ Fox-and-Hound-Modus

Der *Fox-and-Hound*-Modus (*DXpedition Mode*) in WSJT-X [4] wurde speziell entwickelt, um DXpeditionen und andere seltene Stationen in die Lage zu versetzen, eine hohe Anzahl von FT8-Verbindungen effizient abzuwickeln. Dieser Modus ermöglicht es einer *Fox*-Station (DXpedition), gleichzeitig mit mehreren *Hound*-Stationen (Anrufern) zu kommunizieren, was die Verbindungsrate erheblich steigert. Die *Fox*-Station kann bis zu fünf Stationen gleichzeitig arbeiten, wodurch theoretisch 500 Funkverbindungen pro Stunde möglich sind.

Grundprinzip

Im klassischen F/H-Modus sendet die Fox-Station auf Audiofrequenzen zwischen 300 Hz und 900 Hz und kann bis zu fünf Signale gleichzeitig aussenden. Funkkontakte können mit nur einer Fox-Übertragung abgeschlossen werden. Für optimale Effizienz arbeitet die Fox-Station in einem eigenen begrenzten Frequenzbereich.

Die Hound-Stationen (Anrufer) verwenden Frequenzen oberhalb von 1000 Hz. Sie müssen geduldig warten und die Fox-Station „jagen“, jedoch nicht dauerhaft rufen.

Allgemeine Informationen für Hound-Stationen

Es wird empfohlen, Informationen über DXpeditionen aktiv im Internet und auf Clustern zu verfolgen. Nützliche Ressourcen hierfür sind die Websites www.dx-world.net und <https://clublog.org/expeditions.php>. DXpeditionen senden meist nicht auf einer Standard-FT8-Frequenz. Daher ist es erforderlich, deren Frequenz manuell einzustellen.

Gelegentlich kommt es vor, dass die im Cluster angegebene Frequenz fehlerhaft ist. Wenn dort beispielsweise eine Frequenz von 28090.4 angezeigt wird, sendet die DX-Station wahrscheinlich auf 28090 kHz mit 400 Hz in FT8. Sobald die Frequenz eingestellt ist, sollte der Fox in der Wasserfallanzeige im Bereich von 300 Hz bis 700 Hz in einem oder mehreren Streams sichtbar sein. Oberhalb von 1000 Hz sind in der Regel die Rufe der anderen Stationen zu sehen.

Durch die Aktivierung des Hound-Modus, ① in Bild 2, werden ausschließlich Signale unterhalb von 1000 Hz decodiert. In der Wasserfallanzeige sollte eine freie

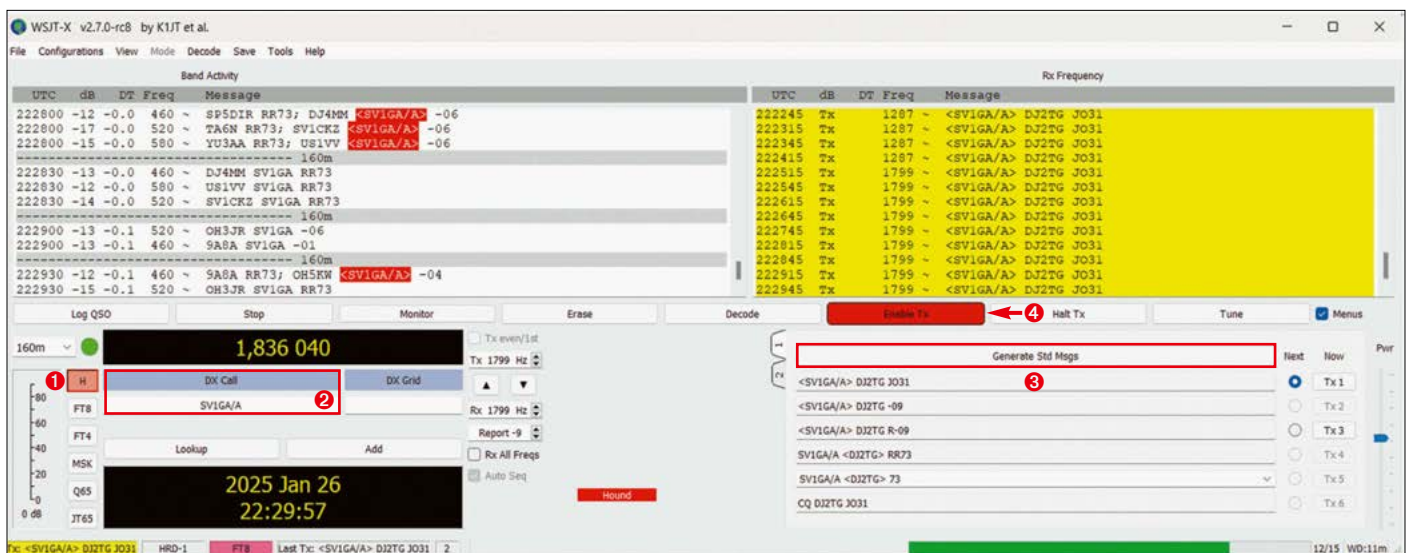


Bild 2: WSJT-X im Hound-Modus; Erläuterung der Bereiche siehe Text

Frequenz oberhalb von 1000 Hz gewählt werden, idealerweise im Bereich zwischen 1200 Hz und 2500 Hz. Anschließend ist das Rufzeichen der DX-Station manuell unter *DX Call*, ② in Bild 2, einzutragen. Das Betätigen der Schaltfläche *Generate Std Msgs*, ③ in Bild 2, erstellt die Standardtexte. Danach kann, sofern der Fox empfangen wird, die Option *Enable Tx*, ④ in Bild, gewählt und der Anruf initiiert werden. Sollte der Fox einen Anruf tätigen, wird die Sendefrequenz automatisch auf eine Frequenz unterhalb von 1000 Hz geschaltet. Hierdurch hat man eine freie Frequenz ohne Störungen.

Keine Verbindung als Hound?

Wenn man die Fox-Station nicht hören kann, sollte man auch nicht rufen. Ruft der Hound unterhalb von 1000 Hz, gibt das Fox-Rufzeichen nicht richtig ein oder versucht, einen Report direkt mit Tx2 zu senden, erfolgt beim Fox keine Decodierung.

Gibt es viele anrufende Stationen und das eigene Sendesignal ist etwas schwächer, wird man von der DX-Station möglicherweise nicht sofort gehört. Es ist nicht ungewöhnlich, mehrere Stunden zu rufen. In vergangener Zeit kam es auch öfter zu Problemen, weil DX-Stationen ihre Computerzeit nicht synchronisieren konnten. Zur besseren Verständlichkeit zeigt Bild 3 das WSJT-X-Fenster aus Sicht einer Fox-Station. Der Fox erkennt keine Bandaktivität. Im Bereich ① werden Stationen angezeigt, die ihn im Frequenzbereich ober-

halb von 1000 Hz mit dem korrekten Rufzeichen kontaktieren. Alle weiteren Signale im Bandbereich nimmt der Fox nicht wahr. Per Rufzeichenauswahl in der Liste ② werden die Stationen in die Warteschlange ③ übernommen und anschließend automatisch abgearbeitet ④. Antwortet die Hound-Station nach fünf Anrufen nicht mit einem Rapport, wird die Station vom System gelöscht und nicht im Logbuch verzeichnet.

Multistream (MSHV)

Im DXpeditions-Einsatz ist WSJT-X selten das Tool der Wahl. Viele Teams setzen auf leistungsfähigere Alternativen wie die Software *MSHV*, die für den Hochlastbetrieb optimiert sind. Ein entscheidender Vorteil von MSHV ist der native Multistream-Modus (MS). Dieser ermöglicht es, gleichzeitig auf mehreren Audiofrequenzen zu rufen und so die Anzahl der parallelen Funkverbindungen signifikant zu erhöhen, oft mit vier, fünf oder noch mehr Streams.

Im Gegensatz zum F/H-Modus von WSJT-X gibt es keine Begrenzung auf 1000 Hz – Anrufe sind im gesamten Spektrum möglich. Allerdings sollte man keine Anrufe unter 300 Hz tätigen, um Verzerrungen zu vermeiden. Meist wird im normalen FT8-Modus gearbeitet und nicht im speziellen F/H-Modus. Es ist deshalb angeraten, sich vorher auf der DXpeditions-Website zu informieren, welche Software zur Anwendung kommt, und die Wasserfallanzeige auf parallele Anrufe zu prüfen.

Superfox-Modus (WSJT-X 2.7+)

Die Superfox-Station sendet eine konstante, etwa 1,5 kHz breite Signalwellenform, die deutlich höhere Kontaktraten als der klassische Fox-Modus ermöglicht – bis zu neun Hound-Stationen können gleichzeitig gearbeitet werden. Durch optimierte Signalverarbeitung ergibt sich eine verbesserte Decodiereffizienz.

DXpeditionen benötigen für diesen Modus einen speziellen *Superfox-Key*, der an ein bestimmtes Rufzeichen gebunden und nicht frei verfügbar ist. Ein Rechtsklick auf den *FT8*-Button wechselt zwischen Superfox- und klassischem F/H-Modus. Hound-Stationen gehen im Superfox-Modus wie beim F/H-Modus beschrieben vor. Mit einem Rechtsklick auf das Symbol *H*, ① in Bild 2, gelangt man in den Superhound-Modus. dj2tg@dark.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] <https://wsjt.sourceforge.io/wsjt.html>
- [2] NetTime: <https://www.timesync.net/>
- [3] BktTimeSync: <https://www.maniaradio.it/en/bkt-timesync.html>
- [4] Taylor, J., K1JT: FT8-DXpeditions-Modus – Handbuch. https://wsjt.sourceforge.io/FT8_DXpeditions_Modus_Handbuch_de.pdf
- [5] Blog On all Bands; www.onallbands.com/top-10-tips-for-succeeding-in-ft8-mode
- [6] Query Bang: What I've Learned About FT8. <https://querybang.com/2024/12/what-ive-learned-about-ft8>
- [7] B., S., G1EXK: FT8 Tips and Tricks. www.g1exk.com/ft8-tips-and-tricks
- [8] ARRL: Digital Data Modes: www.arrl.org/digital-data-modes
- [9] Paßmann, W., DJ6JZ: Neuer Superfox-Modus bei WSJT-X. *FUNKAMATEUR* 73 (2024) H. 8, S. 608

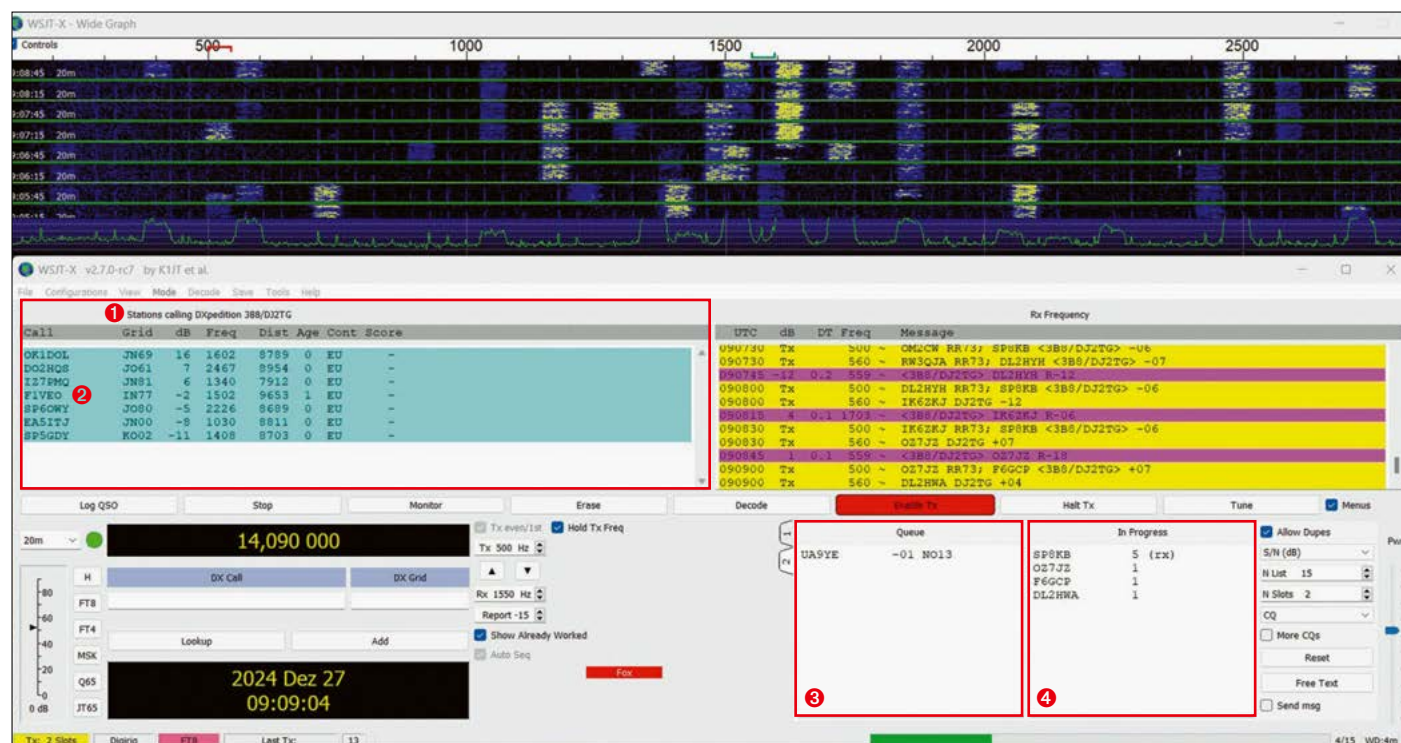


Bild 3: WSJT-X-Bildschirm aus der Sicht einer Fox-Station; Markierungen siehe Text

Adventskalender für junge Tastfunker

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Der nachfolgend vorgestellte Adventskalender ist in erster Linie dafür gedacht, das Interesse an Morsezeichen zu wecken. Zu diesem Zweck sind täglich kleine Rechenaufgaben zu lösen und deren Ergebnis in Form von Ziffern per Morsetaste einzugeben.

Das Jahr nähert sich seinem Ende und die Adventszeit steht vor der Tür. In diesem Jahr fällt der erste Advent auf den 30. November. Vom 1. bis 24. Dezember wird in vielen Haushalten täglich ein Türchen des einen oder anderen Adventskalenders geöffnet. Diese gibt es heutzutage in den verschiedensten Ausstattungen. Nachfolgend wird der Aufbau eines Kalenders beschrieben, bei dem vor dem automatischen Öffnen eines Süßigkeitenfachs eine kleine Rechenaufgabe zu lösen ist und Morsezeichen eine wichtige Rolle spielen.



Bild 1:
Versuchsaufbau des Adventskalenders mit dem LED-beleuchteten, stilisierten Weihnachtsbaum hinten und der Süßigkeitenkiste rechts

Foto: Sander

Samuel F. B. Morse (1791–1872) hatte 1873 den ersten Telegrafen aufgebaut und die Urform der später nach ihm benannten Morsezeichen entwickelt. Anfangs nutzte man Drähte zur Übertragung der Signale, später auch die Funktechnik. Selbst wenn in den vergangenen Jahren die digitale Kommunikationstechnik die Telegrafie zumindest aus dem kommerziellen Sektor größtenteils verdrängt hat, ist das Morsen auch heutzutage noch eine interessante Freizeitbeschäftigung. Grund dafür dürfte sein, dass sich Morsezeichen ohne den Einsatz von Computern mit einer Morsetaste erzeugen lassen und zum Decodieren das Gehör ausreicht. Gegenüber digitalen Kommunikationsarten, die teilweise sogar noch im Rauschen verborgene Signale erkennen können, muss ein Morsesignal jedoch einige Dezibel über dem bei einer Funkverbindung immer vorhandenen Rauschen oder der Hörschwelle liegen.

Die Morsetelegrafie wird von Funkamateuren auch als CW (englisch: *Continuous Wave*) bezeichnet, weil sie auf einem kontinuierlichen Signal basiert.

Adventskalender

Beim nachstehend beschriebenen Adventskalender werden auf einem LC-Display das aktuelle Datum und die Uhrzeit angezeigt. Nach einem Druck auf Taste 1 startet eine kleine Rechenaufgabe. Es wird eine maximal zweistellige Zahl als Morsesignal mit etwa 60 Buchstaben pro

Minute (BpM) ausgegeben. Danach sind der Abstand zwischen dieser Zahl und dem aktuellen Tag zu berechnen und die zu addierende oder zu subtrahierende Zahl anschließend per Morsetaste einzugeben. Die Eingabe wird durch Betätigung der Taste 2 beendet und die Auswertung startet.

Wird beispielsweise am 9. Dezember eine 14 ausgegeben, so ist -5 einzugeben, denn $14 - 5 = 9$. Bei der Zahl 7 am 9. Dezember wäre $+2$ einzugeben, da $7 + 2 = 9$ ist. Das Plus- oder Minuszeichen muss Bestandteil der Eingabe sein. In Bild 2 sind die bei diesem Adventskalender genutzten Morsezeichen dargestellt.

War das eingegebene Ergebnis korrekt, wird ein *R* (für *richtig*) ausgegeben und die dem Tag zugeordnete LED auf dem Weihnachtsbaumkalender eingeschaltet. Gleichzeitig öffnet sich der Deckel des Kastens, in dem für den aktuellen Tag Süßigkeiten liegen. Abschließend ist Tas-

te 2 nochmals zu drücken. War das eingegebene Ergebnis hingegen falsch oder wurden die Morsezeichen nicht korrekt gegeben, sodass sie sich nicht decodieren lassen, blinken alle LEDs dreimal kurz auf und das richtige Ergebnis wird als Morsesignal und auf dem Display ausgegeben. Durch erneuten Druck auf die Taste 1 wird eine neue Aufgabe für denselben Tag gestellt.

Kalendermodul

Der Adventskalender besteht aus zwei Baugruppen, dem Kalender- und dem LED-Treibermodul. In Bild 3 ist die Schaltung des Kalendermoduls dargestellt. Als Mikrocontroller kommt ein mit 16 MHz getakteter ATmega328P-AU zum Einsatz. Zur Anzeige der aktuellen Daten für Uhrzeit und Datum wird das LC-Display EADOGM162W-A verwendet, auf dem sich in zwei Zeilen jeweils 16 Zeichen darstellen lassen. Die Ansteuerung erfolgt hier zeichenweise im sogenannten *Nibble*-Modus über die Anschlüsse D7 bis D4, wodurch nur vier statt acht Datenleitungen zum Mikrocontroller (PC3 bis PC0) erforderlich sind. Die Steuerung erfolgt über die Anschlüsse E und RS des Displays bzw. PD2 und PD3 des Mikrocontrollers.

Es ist ratsam, das LC-Display mit einer Hintergrundbeleuchtung zu versehen. Dann lässt sich die Anzeige selbst bei ungünstigen Lichtverhältnissen noch gut ablesen. Die im vorliegenden Fall eingesetzte Beleuchtung besitzt zwei LED-Ketten. Deren Katoden (Pin 2 und Pin 19) liegen an Masse, während die Anoden (Pin 1 und Pin 20) gemeinsam über den zur Strombegrenzung dienenden Vorwiderstand R2 an die Betriebsspannung angeschlossen sind.

Die Pins SDA und SCL gehören zum I²C-Bus des Mikrocontrollers, an dem unter anderem der Uhrenschaltkreis IC2 angeschlossen ist. Dafür wird der DS1337S mit einem 32,768-kHz-Quarz

Bild 2:
Liste der im Adventskalender verwendeten Morsezeichen

1	· — — — —
2	· · — — —
3	· · · — —
4	· · · · —
5	· · · · ·
6	— · · · ·
7	— — · · ·
8	— — — · ·
9	— — — — ·
0	— — — — —
R	· — · ·
+	· — — · ·
-	— — — — ·
?	· · · · ·

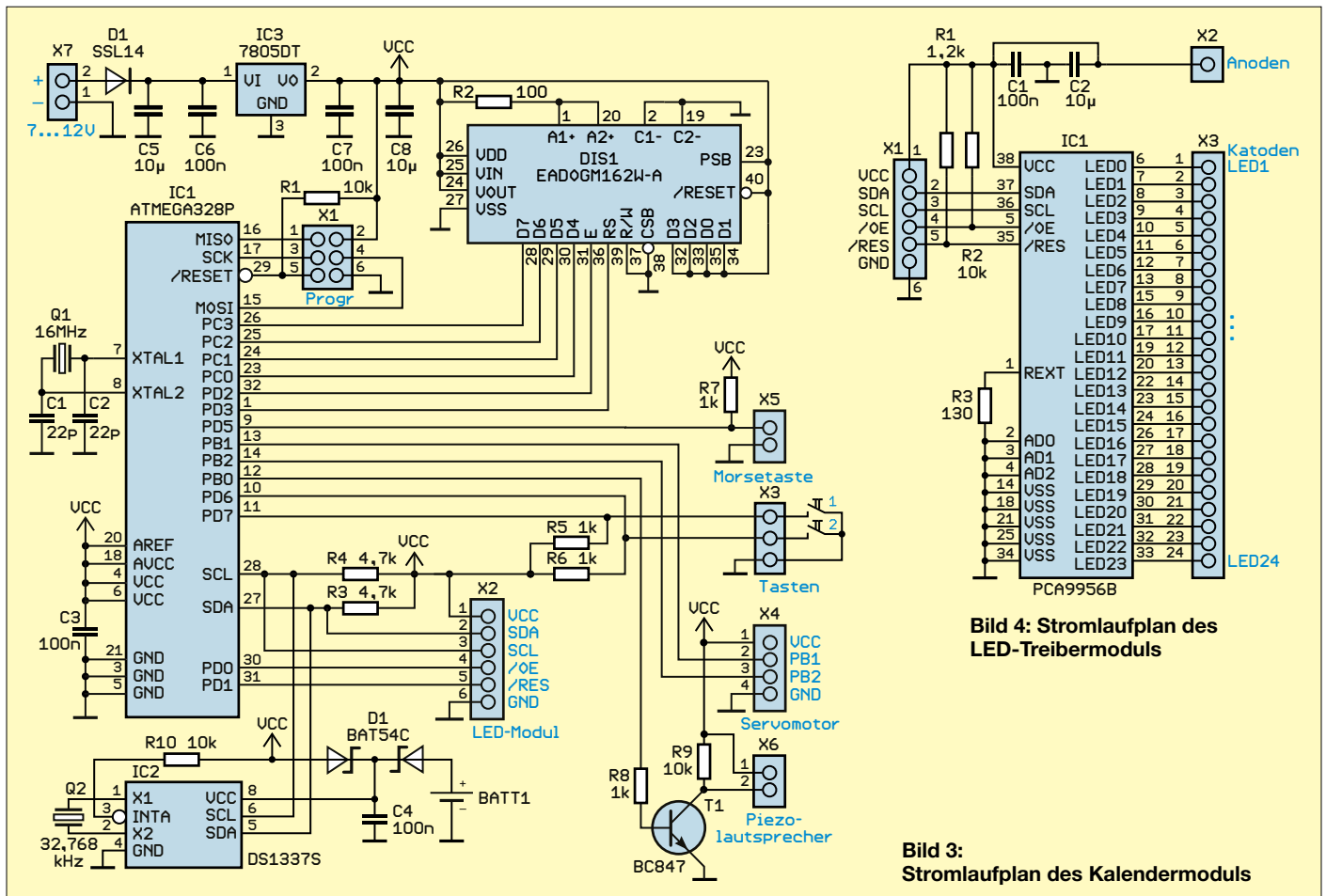


Bild 3:
Stromlaufplan des Kalendermoduls

eingesetzt, der die Uhrzeit und das Datum aktuell hält.

Der Vorteil dieses Schaltkreises ist der Spannungsbereich von 1,8 V bis 5,5 V. Wird das Kalendermodul mit Spannung versorgt, gelangt diese über einen Zweig der Doppeldiode D1 an den Betriebsspannungsanschluss des DS1337S. Fällt die Versorgungsspannung aus, liegt über dem anderen Zweig der Doppeldiode die Spannung der 3-V-Batterieknopfzelle BATT1 (CR1616) am Betriebsspannungsanschluss von IC2. Dadurch werden das Datum und die Uhrzeit auch ohne Versorgungsspannung weiter aktualisiert.

Zusätzlich wird via I²C-Bus und den Steckverbinder X2 das externe Modul mit dem LED-Treiber angesteuert. Die an X2 herausgeführten Pins PD0 und PD1 des Mikrocontrollers dienen zur Steuerung (Freigabe und Reset) des LED-Treibers. Außerdem gelangt über X2 die Betriebsspannung zum LED-Modul.

Pin PD5 des Mikrocontrollers ist mit X5 verbunden. Dort ist eine normale Hand-Morsetaste anzuschließen. Die Pins PD6 und PD7 des Mikrocontrollers sind mit X3 verbunden, an den die beiden Tasten zur Steuerung des Rätselspiels anzuschließen sind.

An Pin PB0 wird ein Morsesignal ausgegeben, das mithilfe des Transistors T1 den an X6 anzuschließende Piezolausprecher ansteuert. Zusätzlich sind die Pins PB1 und PB2 des Mikrocontrollers mit X4 verbunden. An PB1 wird ein PWM-Signal zur Steuerung des Servomotors für den Deckel des Süßigkeitenfachs ausgegeben. An PB2 und GND ist ein externer Kontakt anzuschließen, damit der Mikrocontroller erkennt, ob beim Öffnen des Kasten eine bestimmte Position erreicht ist. Ob diese Funktion genutzt wird, hängt vom mechanischen Aufbau ab.

Die Versorgung des gesamten Adventskalenders kann aus einer Spannungsquelle mit 7 V bis 12 V erfolgen. Geeignet ist beispielsweise ein entsprechendes Steckernetzteil. Wegen der täglich zunehmenden Anzahl leuchtender LEDs und dem zu steuernden Servomotor sollte die gewählte Spannungsversorgung einen Strom von mindestens 1 A liefern können.

Der lineare Spannungsregler IC3 verringert die an X7 zugeführte Versorgungsspannung auf 5 V, den Wert der Betriebsspannung für das Kalender- und das LED-Modul. Alternativ lässt sich an X7 z.B. ein 5-V-USB-Steckernetzteil an-

schließen. Dann ist jedoch IC3 nicht zu bestücken und die entsprechenden Löt-pads für VI und VO sind zu verbinden.

LED-Treibermodul

In Bild 4 ist die Schaltung des LED-Treibermoduls dargestellt. Die 24 LEDs symbolisieren die Lichterkette an einem Weihnachtsbaum, wobei am 1. Dezember nach dem Lösen der ersten Rechenaufgabe nur LED1 leuchtet. Mit fortschreitendem Datum und zunehmender Anzahl der gelösten Aufgaben werden es immer mehr, bis nach dem letzten Rätsel am 24. Dezember alle LEDs leuchten.

Für die Ansteuerung der LEDs kommt der Schaltkreis PCA9956B zum Einsatz, der für genau 24 LEDs entworfen wurde. Letztere sind an die Steckverbinder X2 und X3 anzuschließen. Der PCA9956B ermöglicht nicht nur das Ein- oder Ausschalten der LEDs, sondern auch die separate Helligkeitssteuerung jeder einzelnen LED mithilfe des PWM-Verfahrens (Pulsweitenmodulation).

Der PCA9956B wird per I²C-Bus vom Mikrocontroller auf dem Kalendermodul gesteuert. Dazu ist X1 des Treibermoduls mit X2 des Kalendermoduls zu verbinden. Die beiden Anschlüsse /OE und /RES des IC1 dienen zur direkten Steue-

rung des LED-Treiber-IC. Ein Low-Pegel an /RES setzt den PCA9956B in den Grundzustand zurück. Dabei werden alle Register gelöscht und die LEDs ausgeschaltet. Der ebenfalls Low-aktive Eingang /OE (Output Enable) dient dazu, alle angeschlossenen LEDs unabhängig von der eingestellten Helligkeit freizugeben.

Durch die Impulse des PWM-Verfahrens zur LED-Ansteuerung entstehen Störsignale, die der an den Anoden aller LEDs nach Masse geschaltete Kondensator C2 möglichst stark dämpfen soll. Deshalb besitzt dieser Kondensator mit 10 µF eine relativ große Kapazität. Früher verwendete man dafür relativ voluminöse Elektrolytkondensatoren. Die heutzutage mit solchen Kapazitäten verfügbaren ungepolten Keramik-Vielschichtkondensatoren besitzen jedoch eine höhere Lebensdauer, da sie kein mit der Zeit austrocknendes Elektrolyt enthalten. Die Versorgung dieses LED-Treibermoduls erfolgt über X1 mit den vom Kalendermodul gelieferten 5 V.

Firmware

Die Firmware des Kalendermoduls habe ich mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Nach dem erstmaligen Zuführen der Versorgungsspannung sind einmalig das Datum und die Uhrzeit des Uhrenschaltkreises einzustellen. Dazu ist die Taste 1 mindestens 4 s zu betätigen, bevor auf dem Display das Einstellungs Menü angezeigt wird. Bei Anzeige von Datum ist das aktuelle Datum per Morsecode einzugeben, beispielsweise 25112025 für den 25. November 2025. Zu beachten ist, dass Tag und Monat zweistellige Zahlen (gegebenenfalls mit führender Null) und das Jahr eine vierstellige Zahl sein müssen. Die aufgenommenen Ziffern werden zur Überprüfung auf dem Display angezeigt.

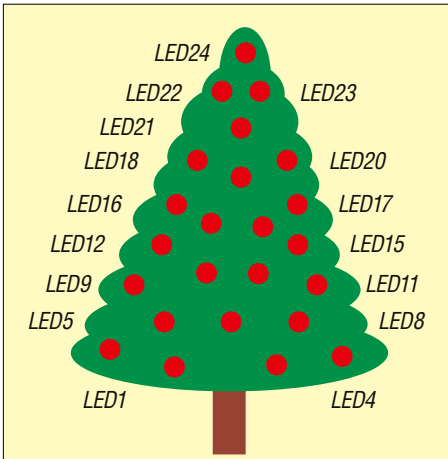


Bild 5: Beispiel für die Anordnung der LEDs am stilisierten Weihnachtsbaum

Sollte das angezeigte Datum falsch sein, lässt sich die Eingabe nach dem kurzen Betätigen der Taste 1 wiederholen. Ein kurzer Druck auf die Taste 2 dient als Quittung für das korrekt angezeigte Datum. Danach wird man aufgefordert, die Uhrzeit per Morsetaste einzugeben, z.B. 1538 für 15.38 Uhr. Auch hier sind die Stunden und Minuten jeweils zweistellig einzugeben, also eventuell führende Nullen zu nutzen. Die Sekunden entfallen. Wie bei der Datumseingabe lässt sich nach kurzer Betätigung der Taste 1 die Eingabe wiederholen. Nach einem Druck von 4 s auf die Taste 2 wird das eingegebene Datum samt der auf null Sekunden eingestellten Uhrzeit im Uhrenschaltkreis gespeichert und das Einstellmenü verlassen. Danach erfolgt im Abstand von 1 s die Aktualisierung von Datum und Uhrzeit auf dem Display. Sobald der 1. Dezember erreicht ist, beginnt die bereits im Abschnitt *Adventskalender* beschriebene Funktion. Nach jeder korrekten Lösung wird die dem jeweiligen Tag zugeordnete LED

aktiviert und der Servomotor für eine festgelegte Dauer aktiviert. Dieser hebt den Deckel eines kleinen Kästchens, in dem zuvor eine kleine Belohnung deponiert wurde, um bis zu 90° an oder schiebt ihn seitlich weg. Wenn vom Aufbau her erforderlich, lässt sich über den Eingang PB2 des Mikrocontrollers der Zustand des Endlagenschalters abfragen. Das kann z.B. ein Reed-Relaiskontakt sein, der durch einen am Deckel montierten kleinen Magneten geschlossen wird. Den Belohnungskasten kann man zum Befüllen durch Eingabe des Passworts 0000 per Morsezeichen öffnen und durch 9999 wieder schließen.

Nachbau

Für den einfachen Nachbau des Adventskalenders habe ich zwei beidseitig kupferkaschierte Platinen entworfen. Deren Layouts stehen als Ergänzung zum Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateur.de bereit. Auf Anfrage sind sie bei [1] einzeln oder als Bausätze, das Kalendermodul mit programmiertem Mikrocontroller, erhältlich. Auf Wunsch wird der Quelltext mitgeliefert. Die Bestückung der Platinen sollte anhand der in [2] gegebenen Hinweise problemlos mit einem HandlötKolben möglich sein. Die Verbindung beider Leiterplatten sollte nur maximal 50 cm lang sein. Der stilisierte Weihnachtsbaum lässt sich auf einer dickeren Pappe aufkleben oder aufzeichnen, in die gemäß Bild 5 Löcher zu bohren sind. Durch diese steckt man die LEDs. Da der Deckel des Belohnungskästchens möglichst leicht sein sollte, ist er ebenfalls aus Pappe anzufertigen und über eine dünne Holzleiste mit dem Servomotor zu verbinden. Den Kasten kann man nach eigenen Vorstellungen gestalten und entsprechend bemalen oder bekleben.

k.sander@s-labor.de

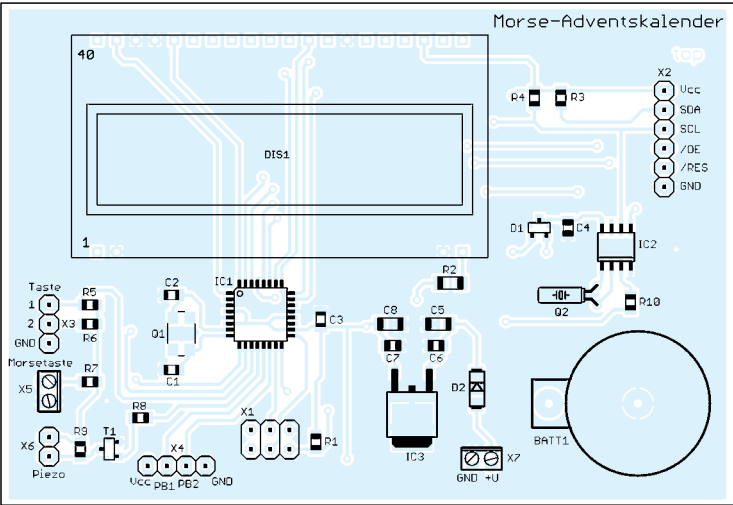


Bild 6: Bestückungsplan des Kalendermoduls; Abmessungen 97 mm x 66,5 mm

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Sander electronic: www.sander-electronic.de
- [2] Sander, K.: Löten und Entlöten elektronischer Bauelemente im Hobbylabor. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 11, S. 868–871

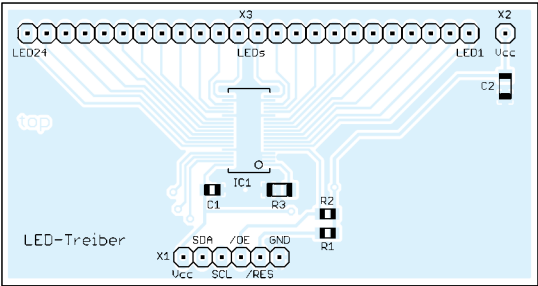


Bild 7: Bestückungsplan des LED-Treibermoduls; Abmessungen 71 mm x 37,5 mm

INHALTSVERZEICHNIS

FUNKAMATEUR 2025

Amateurfunkpraxis

AATiS e.V.	1/68, 2/150, 3/236, 4/320, 5/402, 6/488, 7/572, 8/656, 9/740, 10/822, 11/906, 12/992
CB- und Jedermannfunk	1/69, 2/151, 3/237, 4/321, 5/403, 6/489, 7/573, 8/657, 9/741, 10/823, 11/907, 12/993
Bergfunk-QTC	1/73, 2/155, 3/241, 4/325, 5/408, 6/493, 7/577, 8/661, 9/745, 10/827, 11/911, 12/997
SWL-QTC	1/73, 2/157, 3/241, 4/325, 5/408, 6/493, 7/577, 8/661, 9/745, 10/827, 11/911, 12/997
CW-QTC	1/75, 2/155, 3/243, 4/327, 5/410, 6/495, 7/579, 8/663, 9/747, 10/829, 11/913, 12/999
QRP-QTC	1/77, 2/163, 3/245, 4/329, 5/413, 6/497, 7/581, 8/666, 9/749, 10/831, 11/915, 12/1001
DL-QTC	1/80, 2/164, 3/248, 4/332, 5/416, 6/500, 7/584, 8/668, 9/752, 10/836, 11/920, 12/1004
Afu-Welt	1/80, 2/164, 3/248, 4/332, 5/416, 6/500, 7/584, 8/668, 11/920, 12/1004
OE-QTC	1/81, 2/165, 3/249, 4/333, 5/417, 6/501, 7/585, 8/669, 9/753, 10/837, 11/921, 12/1005
HB-QTC	1/81, 2/165, 3/249, 4/333, 5/417, 6/501, 7/585, 8/669, 9/753, 10/837, 11/921, 12/1005
Termine	1/82, 2/166, 3/250, 4/334, 5/418, 6/502, 7/586, 8/670, 9/754, 10/838, 11/922, 12/1006
POTA-DX-Cluster via Telnet ins Logbuch einbinden	1/28
DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure	2/104
Loggen auf dem Mac mit RUMlog Next Generation	3/194
100 Jahre IARU	4/268
HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack	4/270
Individuell erstelltes Zubehör fürs Shack und zum Antennenbau	4/288
Dezibel-Rechnung in der Amateurfunkpraxis	5/356

26. Europatag der Schulstationen	5/410
Online-Logdienste im Vergleich	6/431, 7/526
Morse Maven: Eine App erleichtert das CW-Lernen	8/611
Android-App FT8CN erhielt Update	9/709
SOTA-Reise von Österreich nach Finnland	10/832
DARC Community Logbook: Online-Unterstützung für Diplome	11/856
Funkamateure bei DL0SHF im Dienst der NASA	12/938
FT8-Betrieb optimieren: Mehr DX-Erfolge mit WSJT-X	12/958

...Diplome

Red Ink Award	1/68
75 Jahre Ortsverband P07	1/80
Event 2025C	3/241
Grids On The Air	3/243
HB100WARD	3/249
400. Limes-Diplom	7/584
Gossauer Fossilien-Diplom	7/585
RDA	8/339

...KW-Bereich

Ausbreitung	1/72, 2/154, 3/240, 4/324, 5/406, 6/492, 7/576, 8/660, 9/744, 10/826, 11/910, 12/996
DX-QTC	1/74, 2/156, 3/242, 4/326, 5/410, 6/494, 7/574, 8/662, 9/746, 10/828, 11/912, 12/998
QSL-Splitter	1/75, 2/157, 3/243, 4/327, 6/495, 7/574, 8/663, 9/747, 10/829, 11/913, 12/999

Amateurfunk und Naturschutz:

N5J von der Insel Jarvis	1/14
Nauru C21MM – Signale vom Gipfel eines erloschenen Vulkans	2/96
Eswatini, 3DA0DL: Rückkehr ins kleine Königreich	3/180
Doppel-DXpedition auf französische Pazifikinseln	4/264
Liberia, A8OK: DXpedition ins tropische Afrika	5/350
IOTA-DL-Honor Roll und Liste 2025	5/407
VK9CV – DXpedition zu den Kokos-Keeling-Inseln	6/434

São Tomé und Príncipe, S9Z: Meine erste DXpedition	7/518
DA0HQ startet in der 40. IARU-Kurzwellen-Weltmeisterschaft	7/578
Andamanen, VU4AX: Reise zum Golf von Bengalen	8/600
Cookinseln, E51SGC, und Tonga, A35GC: DXpedition im Doppelpack	9/684
Funkabenteuer Indischer Ozean: 3B9DJ von der Insel Rodrigues	10/770
Beharrlich zum Erfolg: ZS8W, Marion Island	11/852
Karibisches Tagebuch: PJ7K, Sint Maarten	12/940

... UKW-Bereich

Sat-QTC	1/75, 2/155, 3/243, 4/327, 5/408, 6/495, 7/579, 8/663, 9/747, 10/829, 11/913, 12/999
UKW-QTC	1/78, 2/158, 3/246, 4/330, 5/414, 6/498, 7/582, 8/664, 9/750, 10/834, 11/918, 12/1002
Digital-QTC	1/76, 2/161, 3/244, 4/328, 5/412, 6/496, 7/580, 8/666, 9/748, 10/830, 11/914, 12/1000
SatPathFinder – iOS/iPadOS-App zur Satellitenverfolgung	1/35
FA-Topliste	5/415, 11/919

Amateurfunktechnik

USB Power Delivery für QRP-Transceiver und Zusatzgeräte	1/34
Schutz des Transceiverausgangs beim Einsatz als Messsender	1/38
Selbst gebauter CW-Keyer mit dem Raspberry Pi Pico	1/46
SB-2000 MK2 – Soundkarten-Interface mit CAT-Unterstützung	2/110
RX-888 MKII – neue Version des breitbandigen SDR-Empfängers	2/112
Hochleistungsnetzteil für Amateurfunktransceiver	2/126
Fobos: SDR-Empfänger für 100 kHz bis 6 GHz	4/274
Messung kleiner Induktivitätswerte mit einem Netzwerkanalysator	4/278

Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz	5/360, 6/465	Vorgestellt: 10-GHz-Transverter MKU 10 G5 von Kuhne Electronic	1/36	Ausstellungen	
Transceiver-Remote-Betrieb mithilfe eines Raspberry Pi	5/367	2-m/70-cm-Diplexer für Sendeleistungen bis 10 W	1/50	45. Gigahertz-Tagung Dorsten	2/160
Ersatz des Gerätesteckers für den Kenwood TS-770E	5/371	Sende-Empfangsstation für den Funkbetrieb über QO-100	2/128, 3/216, 4/300	Consumer Electronics Show 2025: Viva Las Vegas	3/184
Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern	5/372	Zweiband-Endstufe für 2 m und 70 cm	6/449, 7/537, 8/644	Amateurfunktagung München 2025	5/348
Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico	5/374	Sat-Box – Transceiversteuerung für den Funkbetrieb via QO-100	9/724	45. Gigahertz-Tagung Dorsten	5/409
Odin SDR Console zur Steuerung des Programms openHPSDR	6/452	WLAN-IP-Transceiver SharkRF M1KE mit Hotspot-Konnektivität	10/780	31. EMV-Tagung des DARC e.V.	6/438
Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern	6/458, 7/544	Leistungsfähiger Vorverstärker für die 2-m-Conteststation	10/808	Neues von der Intermodellbau 2025	6/440
Einfacher HF-Pegelmesser mit Nextion-Grafikdisplay	6/476	Alinco DJ-X100E empfängt analoge und digitale Signale	11/858	48. Ham Radio 2025 und	
Icom IC-7760 – neuer KW/50-MHz-Transceiver	7/522, 8/612	Antennen		74. Bodenseetreffen	7/516
Praxis der IM-Messung an Sendern am Beispiel des IC-7300	7/548	Aktive Ferritantenne mit Low-Power-Operationsverstärker	1/51	48. Ham Radio 2025:	
Neues, preiswertes SDR-Konzept von Pavel Demin	8/615	Breitband-Sendeantennen für den KW-Bereich	1/52	Perspektiven für den Amateurfunk	8/604
FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle	8/618	Witterungsgeschützte Spulen	2/125	IFA 2025: Eine neue Universalmesse?	10/774
Einsatz eines Kammgenerators im Messlabor des Funkamateurs	8/640	Multiband-Vertikalstrahler für Wohnmobil und Portabelbetrieb	2/134	70. Weinheimer UKW-Tagung	11/916
Digitale Signalverarbeitung in älteren Funkgeräten nachrüsten	9/697	Anschluss von Zweidrahtleitungen	3/201		
Remote-Betrieb mit Wfview und Raspberry Pi als Server	9/700	Speisung eines 160-m-Kurzdipols als kleine T-Antenne	3/220	Bauelemente	
Multiband-WSPR-Bake auf Basis des QRP-Transceivers µBitX V6	9/704	Kleiner Antennenrotor als Wochenend-Bastelprojekt	3/222	LM4875: 1-W-NF-Verstärker mit Lautstärkesteuerung	6/461
Aufhebung der Blockade nach Software-Update beim Pluto Plus	9/718	Einfacher Mantelstromdetektor	4/289	INA233: Strom-, Spannungs-, Leistungsmonitor mit I ² C-Bus-Interface	9/713
Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeleinsatz	9/728	Verbesserung der Anpassung einer endgespeisten Halbwellenantenne	4/293	Klasse-D-NF-Verstärker mit zwei Kanälen und 10 W Ausgangsleistung	10/797
Drehknopf für Elecraft K3	9/729	Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon	4/305	BC-DX	
Aktive Kühlung von Bauteilen bei geringer Gehäusebauhöhe	10/768	Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz	5/360, 6/465	Kurzwelle in Deutsch	1/70, 2/152, 3/238, 4/322, 5/404, 6/490, 8/658, 9/742, 10/824, 11/908, 12/994
Rauschminderung bei analogen Audiosignalen	10/783	Von 80 m bis 10 m – ein Dipol für beschränkte Platzverhältnisse	5/382	BC-DX-Informationen	1/71, 2/153, 3/239, 4/323, 5/405, 6/491, 7/575, 8/659, 9/743, 10/825, 11/909, 12/995
Multimodebetrieb von 160 m bis 6 m mit dem QRP-Transceiver QMX+	10/786	Abspannhilfe für einen Steckmast aus Tarnnetzstangen	6/439	Europe 1 – ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze	1/18
Zusatzgerät für den CW-Empfang mit Pseudo-Stereoeffekt	10/801	Reparatur eines Rotor-Steuergeräts	6/457	Empfängerbausatz für Radio DARC auf 9670 kHz umrüsten	3/207
Zusätzliche Bedieneinheit für den Icom IC-7300	10/804	Stolle 303	6/457	Geschichte des KW-Senders Moosbrunn in Österreich	9/688
VarAC – Nachrichten- und Datenübertragung in Echtzeit	11/862	Breitband-Vertikalantenne	6/471	Zweiband-KW-Empfängerbausatz für Radio DARC	11/866
Contest-Fieldday mit gekoppelten Akkumulatoren und PV-Anlagen	11/876	GPM-1500 im Praxistest	6/472		
Elektronische Baugruppe zur Reaktivierung von Senderöhren	12/972	Teleskop-Portabeldipol für die Kurzwelle	6/472	Einsteigerbeiträge	
		Vertauschte Himmelsrichtungen in MMANA-GAL	7/536	Anytone AT-D168UV – DMR und FM, kompakt und dazu noch günstig	1/22
... KW-Bereich		Praktische Ausführungen von Ganzwellen-Schleifenantennen	7/557	ALS – Empfang und Darstellung der Positionsdaten von Schiffen	1/25
Alternative Firmware für den QRP-KW-Transceiver Xiegu X6100	2/124	Doppel-Loop für den Lowband-Empfang – nochmals verbessert	8/637, 10/789	Grundsaltungen mit Operationsverstärkern (2)	1/32
QRP-CW-Transceiver BM10 für alle KW-Bänder	3/212, 4/296, 4/281, 5/386	Verkürzte Vertikalantenne für das 60-m-Band	9/717	SatPathFinder – iOS/iPadOS-App zur Satellitenverfolgung	1/35
Die Expert 1.5K Taurus von SPE – ein technischer Meilenstein	6/442	Dachterrasse als Antennenstandort	9/726	DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure	2/104
Für bastelbegeisterte Funker: SDR-QRP-Transceiver zBitx	11/878	Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeleinsatz	9/728	Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren	2/120
Experimente mit einem preisgünstigen Endstufenbausatz	12/978	Portabler V-Dipol für die Amateurfunkbänder 20 m bis 6 m	10/790	Witterungsgeschützte Spulen	2/125
		Speisung eines Dipols – symmetrisch oder unsymmetrisch?	11/882	Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinflüssen	3/198
... UKW-Bereich		Verkürzter drehbarer Dipol für das 10-m- und 15-m-Band	11/890	Anschluss von Zweidrahtleitungen	3/201
Anytone AT-D168UV – DMR und FM, kompakt und dazu noch günstig	1/22	Teleskop-Vertikalantennen für den Portabelbetrieb von 10 m bis 40 m	12/969	Manchester-Code – von den Grundlagen zur Anwendung	3/208
		Ausfall des Antennenrotors: Neuer Kondensator schaffte Abhilfe	12/971	HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack	4/270
		DigiMatch – Antennenkoppler mit symmetrischem Ausgang	12/982	Einfacher Mantelstromdetektor	4/289
				9-V-Batterietester mit Duo-LED	4/295
				Energy Harvesting mit Piezokeramik	4/304
				Sichere Befestigung eines Teleskopmasts auf dem Balkon	4/305
				Dezibel-Rechnung in der Amateurfunkpraxis	5/356
				Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern	5/372

Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico Experimente mit Lichtwellenleitern als Sensoren	5/374
Online-Logdienste im Vergleich	6/431, 7/526
Abspannhilfe für einen Steckmast aus Tarnnetzstangen	6/439
MeshCom 4.0 – Daten- und Textübertragung mit LoRa-Modulen	6/446
Einfacher HF-Pegelmesser mit Nexion-Grafikdisplay	6/476
Experimentelles LoRa-Modul auf Arduino-Basis	7/532
Morse Maven: Eine App erleichtert das CW-Lernen	8/611
FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwellen	8/618
Dachterrasse als Antennenstandort	9/726
Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeinsatz	9/728
Einfacher Roboter für Halloween und andere Gelegenheiten	10/794
DARC Community Logbook: Online-Unterstützung für Diplome	11/856
12-V-Ladeadapter für vier 5-V-USB-Geräte	11/861
VarAC – Nachrichten- und Datenübertragung in Echtzeit	11/862
Zweiband-KW-Empfängerbausatz für Radio DARC	11/866
Speisung eines Dipols – symmetrisch oder unsymmetrisch?	11/882
Adventskalender für junge Tastfunker	12/962
Elektronik	
FRAM und andere alternative Speicherkonzepte	1/12
Grundsaltungen mit Operationsverstärkern (2)	1/32
USB Power Delivery für QRP-Transceiver und Zusatzgeräte	1/34
Elektrostatischer Bewegungsmelder mit Richtungserkennung	1/42
Erfahrungen bei der Fehlersuche an einem Netzteil für Funkgeräte	1/48
TARGET 3001! – Aktuelles von der Version 33 mit Anwendungstipps	2/106
Selbst gebaute Wetterstation mit ESP32 und Farbdisplay	2/116
Aufbau und Einsatz elektronischer Regendetektoren	2/120
Der Unterschwelleneffekt bei Feldeffekttransistoren	2/132
Schutz elektronischer Baugruppen vor Witterungseinflüssen	3/198
Ratiometrische Schaltungen	3/205, 4/281
Manchester-Code – von den Grundlagen zur Anwendung	3/208
Messung kleiner Induktivitätswerte mit einem Netzwerkanalysator	4/278
Elektronischer Wassermelder für Haus und Wohnung	4/286
Erkennung und Vermeidung von Gleich- und Gegentaktstörungen	4/290
9-V-Batterietester mit Duo-LED	4/295
Dezibel-Rechnung in der Amateurfunkpraxis	5/356
Der K-Faktor bei Monoflops	5/363

Raspberry Pi 5 – mehr Datendurchsatz mit SSD	5/364
Basisbreitenvergrößerung für Stereo-Lautsprecher	5/368
LED-Lichtorgel mit sieben Farbkanälen	5/376
Universeller Klopfschalter	5/381
Prüfgerät für Infrarot-Fernbedienungen	6/454
Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern	6/458, 7/544
Experimente mit Lichtwellenleitern als Sensoren	6/468
Kombinierter Netzausfallmelder und Leitungssucher	6/474
Einfacher HF-Pegelmesser mit Nexion-Grafikdisplay	6/476
Wenn das Durstgefühl nachlässt – oder: Lauflicht zur Trink-Erinnerung	7/530
Testgerät zur Fehlererkennung bei I ² C-Bussystemen	7/540
KiCad 9 – ein komfortabler Schaltplan- und Leiterplatteneditor	7/552
Verschlusskontrolle für das Garagentor und andere Türen	8/624
Blumengießautomat für Zimmer, Balkon und Terrasse	8/634
Universell nutzbare Temperaturüberwachung mit Wärmebildsensor	9/694
Infrarot-Fernsteuerung für Elektronikprojekte	9/710
Aufhebung der Blockade nach Software-Update beim Pluto Plus	9/718
Aktive Kühlung von Bauteilen bei geringer Gehäusebauhöhe	10/768
Rauschminderung bei analogen Audiosignalen	10/783
Einfacher Roboter für Halloween und andere Gelegenheiten	10/794
Sensormodul zur Richtungsbestimmung von Schallquellen	11/868
Störsichere Funkfernbedienung	11/873
Platzsparende Digitalschaltkreise	11/880
Spulenersatz mit Operationsverstärkern	11/884
DCF77-Zeitzeichengenerator mit WLAN-Anbindung	12/947
Strom-, Spannungs- und Leistungsanzeige für USB Power Delivery	12/955
Adventskalender für junge Tastfunker	12/962
HF/NF-Funktionsgenerator für das Hobby-Messlabor (1)	12/974
Editorials/FA-Postbox	
Funkamateure und Technik	1/3
Achtsam im Internet	2/87
CQ Contest de DN9 ...	3/171
Die ersten 100 Jahre	4/255
Rechtzeitig handeln	5/339
Zukunft trifft Tradition – Ham Radio in Friedrichshafen	6/423
„Wie Sie sehen, sehen Sie nichts“: Gefahr Blackout	7/507
Wie Statistik täuschen kann	8/591
75 Jahre DARC e.V. – Rückblick, Wendepunkt und Zukunft	9/675
Sehr große Worte	10/759
Das Gnadenjahr für Windows 10	11/843
Ham Spirit, quo vadis?	12/927
Postbox	1/6, 2/90, 3/174, 4/258, 5/342, 6/426, 7/510, 8/594, 9/678, 10/762, 11/846, 12/930

Funk	
AIS – Empfang und Darstellung der Positionsdaten von Schiffen	1/25
Aktive Ferritantenne mit Low-Power-Operationsverstärker	1/51
RX-888 MKII – neue Version des breitbandigen SDR-Empfängers	2/112
Funkfernschalter mit LoRa-Technik und Rückmeldekanal	3/202
Empfängerbausatz für Radio DARC auf 9670 kHz umrüsten	3/207
Fobos: SDR-Empfänger für 100 kHz bis 6 GHz	4/274
Preiswerter SDR-Empfänger auf Basis eines Raspberry Pi Pico	5/374
MeshCom 4.0 – Daten- und Textübertragung mit LoRa-Modulen	6/446
Indisches Navigationssystem	7/529
Experimentelles LoRa-Modul auf Arduino-Basis	7/532
Neues, preiswertes SDR-Konzept von Pavel Demin	8/615
Vorgestellt: GPS-stabilisiertes Frequenznormal LBE-1421	8/622
Nutzung einer Soundkarte als SDR-Empfänger für DCF77	8/627
Pulsbreitenmodulator im Klasse-E-Betrieb für den AM-Miniser	8/630, 9/721
WLAN-IP-Transceiver SharkRF M1KE mit Hotspot-Konnektivität	10/780
Zweiband-KW-Empfängerbausatz für Radio DARC	11/866
Störsichere Funkfernbedienung	11/873
Breitbandverstärkermodul bis 800 MHz auf dem Messplatz	11/881
DCF77-Zeitzeichengenerator mit WLAN-Anbindung	12/947
SAQ-Empfang: Magnetische oder elektrische Feldkomponente?	12/950
Geschichtliches	
Europe 1 – ein Radiosender an der deutsch-französischen Grenze	1/18
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung beim Elbe-Projekt	2/100
250. Geburtstag von André-Marie Ampère	2/102
Geheimnis gelüftet – Empfangstechnik von SAQ Grimeton	3/186
100 Jahre IARU	4/268
100. Geburtstag des Computerpioniers Heinz Nixdorf	5/354
Geschichte des KW-Senders Moosbrunn in Österreich	9/688
100. Jahrestag der Fernsehtechnik	11/855
Sender Gleiwitz mit höchstem Holzsendeturm der Welt	12/936
Industrie/Firmen/Markt	
Markt	1/8, 2/92, 3/176, 4/260, 5/344, 6/428, 7/512, 8/596, 9/680, 10/764, 11/848, 12/932
Inserentenverzeichnis	1/82, 2/166, 3/250, 4/334, 5/418, 6/502, 7/586, 8/670, 9/754, 10/838, 11/922, 12/1006
Literatur	
Literatur	1/11, 2/95, 4/263, 5/347, 8/599, 9/683, 11/851, 12/935

Messtechnik

Gleichstrommessung über sieben Dekaden ohne Umschaltung	1/29
Schutz des Transceiverausgangs beim Einsatz als Messsender	1/38
Breitband-Pegelmessmodul bis 10 GHz auf dem Labortisch	1/39
Elektrostatischer Bewegungsmelder mit Richtungserkennung	1/42
Messung kleiner Induktivitätswerte mit einem Netzwerkanalysator	4/278
Elektronischer Wassermelder für Haus und Wohnung	4/286
Einfacher Mantelstromdetektor	4/289
Erkennung und Vermeidung von Gleich- und Gegentaktstörungen	4/290
Vektorieller Antennenanalysator FA-VA 6 für Messungen bis 1 GHz	5/360, 6/465
Prüfgerät für Infrarot-Fernbedienungen	6/454
Kombinierter Netzausfallmelder und Leitungssucher	6/474
Einfacher HF-Pegelmesser mit Nextion-Grafikdisplay	6/476
Testgerät zur Fehlererkennung bei I ² C-Bussystemen	7/540
Praxis der IM-Messung an Sendern am Beispiel des IC-7300	7/548
Vorgestellt: GPS-stabilisiertes Frequenznormal LBE-1421	8/622
Einsatz eines Kammgenerators im Messlabor des Funkamateurs	8/640
Universell nutzbare Temperaturüberwachung mit Wärmebildsensor	9/694
Robuste SWV-Indikatoren für den Portabeinsatz	9/728
Sensormodul zur Richtungsbestimmung von Schallquellen	11/868
Selektivverstärker mit Tastkopf für Messungen bis 300 kHz	11/870
Breitbandverstärkermodul bis 800 MHz auf dem Messplatz	11/881
HF/NF-Funktionsgenerator für das Hobby-Messlabor (1)	12/974

Nachlese

Schaltungspraxis für Power-Splitter und -Combiner, FA 12/24, S. 950	2/101
Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe für den KW-Bereich, FA 12/24, S. 972	3/215
Gibt es bei NF-Verstärkern wirklich einen „Röhrensound“?, FA 6/24, S. 465	3/215
Nachlesen für 2025 veröffentlichte Beiträge sind in diesem Inhaltsverzeichnis jeweils den entsprechenden Beiträgen zugeordnet.	

NF-Technik

SB-2000 MK2 – Soundkarten-Interface mit CAT-Unterstützung	2/110
Aufbau und Wirkungsweise von Klasse-D-Leistungsverstärkern	6/458, 7/544
Basisbreitenvergrößerung für Stereo-Lautsprecher	5/368
Einfache Computer-Interfaces für Digimodes mit älteren Transceivern	5/372
Digitale Signalverarbeitung in älteren Funkgeräten nachrüsten	9/697
Rauschminderung bei analogen Audiosignalen	10/783

Zusatzgerät für den CW-Empfang mit Pseudo-Stereoeffekt	10/801
HF/NF-Funktionsgenerator für das Hobby-Messlabor (1)	12/974

Software

POTA-DX-Cluster via Telnet ins Logbuch einbinden	1/28
SatPathFinder – iOS/iPadOS-App zur Satellitenverfolgung	1/35
DX-Cluster: Ein wichtiges Werkzeug für Funkamateure	2/104
TARGET 3001! – Aktuelles von der Version 33 mit Anwendungstipps	2/106
Alternative Firmware für den QRP-KW-Transceiver Xiegu X6100	2/124
OpenGPT-X: Geförderte europäische Alternative zu ChatGPT	3/179
Objektdesign für den 3-D-Druck mit der Software FreeCAD	3/190
Loggen auf dem Mac mit RUMlog Next Generation	3/194
HamClock – viel mehr als eine simple Uhr fürs Shack	4/270
Erstellung von Software mit hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit	4/282
Aufbau eines virtuellen privaten Netzwerks mit WireGuard	5/378
Online-Logdienste im Vergleich	6/431, 7/526
Vertauschte Himmelsrichtungen in MMANA-GAL	7/536
KiCad 9 – ein komfortabler Schaltplan- und Leiterplatteneditor	7/552
Morse Maven: Eine App erleichtert das CW-Lernen	8/611
FreeDV – digitale Sprachübertragung auf der Kurzwelle	8/618
Android-App FT8CN erhielt Update	9/709
Aufhebung der Blockade nach Software-Update beim Pluto Plus	9/718
DARC Community Logbook: Online-Unterstützung für Diplome	11/856
VarAC – Nachrichten- und Datenübertragung in Echtzeit	11/862
Upgrade von Microsoft Windows 10 auf Windows 11	11/886
FT8-Betrieb optimieren: Mehr DX-Erfolge mit WSJT-X	12/958

Stromversorgungstechnik

Gleichstrommessung über sieben Dekaden ohne Umschaltung	1/29
USB Power Delivery für QRP-Transceiver und Zusatzgeräte	1/34
Erfahrungen bei der Fehlersuche an einem Netzteil für Funkgeräte	1/48
Brennstoffzellen-Antriebssysteme im Megawatt-Bereich	2/109
Hochleistungsnetzteil für Amateurfunktransceiver	2/126
Ladungspumpe für eine verlustarme Spannungsversorgung	3/200
9-V-Batterietester mit Duo-LED	4/295
Energy Harvesting mit Piezokeramik	4/304
Ersatz des Gerätesteckers für den Kenwood TS-770E	5/371
Selbst gebauter isolierender Gleichspannungswandler	9/703

Einschaltstrombegrenzung für Gleichspannungslasten	9/708
Mogelpackung aus Fernost: Lithium-Ionen-Akkumulator	10/767
Lebensgefährliche Mehrfachsteckdosen aus China	10/778
Einstellbarer elektronischer Hochvolt-Lastwiderstand	10/792
12-V-Ladeadapter für vier 5-V-USB-Geräte	11/861
Contest-Fieldday mit gekoppelten Akkumulatoren und PV-Anlagen	11/876
12-V-Verteilung mit Schutz vor Überspannung und Tiefentladung	12/944
Strom-, Spannungs- und Leistungsanzeige für USB Power Delivery	12/955

Tipps und Kniffe

Schutz des Transceiverausgangs beim Einsatz als Messsender	1/38
Witterungsgeschützte Spulen	2/125
Anschluss von Zweidrahtleitungen	3/201
Einfacher Mantelstromdetektor	4/289
9-V-Batterietester mit Duo-LED	4/295
Ersatz des Gerätesteckers für den Kenwood TS-770E	5/371
Abspannhilfe für einen Steckmast aus Tarnnetzstangen	6/439
Reparatur eines Rotor-Steuergeräts Stolle 303	6/457
Leitungen übersichtlich verlegen	7/547
Drehknopf für Elecraft K3	9/729
12-V-Ladeadapter für vier 5-V-USB-Geräte	11/861
Platzsparende Digitalschaltkreise	11/880
Ausfall des Antennenrotors: Neuer Kondensator schaffte Abhilfe	12/971

Typenblatt

DJ-X100E: VHF/UHF-Breitbandempfänger	6/463
Yaesu FTX-1 Field: KW/50/144/433-MHz-Transceiver	9/715
Icom IC-7760: KW/50-MHz-Transceiver	10/799

Wissenswertes

FRAM und andere alternative Speicherkonzepte	1/12
Brennstoffzellen-Antriebssysteme im Megawatt-Bereich	2/109
OpenGPT-X: Geförderte europäische Alternative zu ChatGPT	3/179
Objektdesign für den 3-D-Druck mit der Software FreeCAD	3/190
Individuell erstelltes Zubehör fürs Shack und zum Antennenbau	4/288
Augen auf beim Datenträgerkauf!	7/515
Indisches Navigationssystem	7/529
Leitungen übersichtlich verlegen	7/547
Schmökern ohne Eselsohren: Was bringt die E-Book-Technik?	9/691
Aktive Kühlung von Bauteilen bei geringer Gehäusebauhöhe	10/768
Lebensgefährliche Mehrfachsteckdosen aus China	10/778
Upgrade von Microsoft Windows 10 auf Windows 11	11/886

Teleskop-Vertikalantennen für den Portabelbetrieb von 10 m bis 40 m

MARTIN STEYER – DK7ZB

Im Zuge von Diplomprogrammen wie SOTA, POTA, COTA und WWFF bieten sich Outdoor-Aktivitäten geradezu an. Besonders wenn man zu Hause nur eingeschränkte oder gar keine Antennenmöglichkeiten hat bzw. durch den zunehmenden Störnebel beeinträchtigt ist, bleibt oft nur der Funkbetrieb in der Natur. Die hier beschriebenen Vertikalantennen benötigen eine freie Fläche ohne störende Objekte wie Bäume, Häuser oder andere Hindernisse zum Aufbau. Im Gegenzug entfällt ein Mast.

Nachdem ich früher für Portabelaktivitäten Angelruten als Träger für Drahtantennen benutzt habe, bieten sich heutzutage die inzwischen preiswert erhältlichen Teleskopantennen für einen schnellen Auf- und Abbau an. Die aus verschiedenen Quellen bezogenen Ausführungen haben 14 Segmente und lassen sich auf eine maximale Länge von 5,6 m ausziehen. Die Befestigung geschieht mit einem üblichen M10-Gewinde. Einen symmetrischen Dipol aus zwei dieser Teleskope habe ich schon in [1] beschrieben.



Bild 1: Fertig aufgebaute Antenne auf einer Wiese
Fotos: DK7ZB

Wenn man einen Fullsize- $\lambda/4$ -Strahler realisiert, lassen sich die Bänder von 10 m bis 20 m abdecken. Mit einer Zusatzspule kann man eine Erweiterung für 30 m und 40 m einfügen. Allerdings ist in jedem Fall zusätzlich ein Gegengewicht in Form von Radials nötig. Beim Hochsetzen müssen diese für das jeweilige Band resonant sein. Wird die Antenne dagegen direkt auf dem Boden montiert (*ground-mounted*), so reichen dazu auf dem Boden ausgelegte Drähte.

Während meiner Experimente bin ich auf die interessante und sehr empfehlenswerte Website [2] gestoßen. Dort ist die Begeisterung für den Portabelfunk in der Natur zu erkennen und man kommt auf ganz ähnliche Lösungen.

■ Physikalische Grundlagen

Ich habe mit verschiedenen Konfigurationen für die Gegengewichte experimentiert. Bewährt haben sich dazu zwölf Radials, jeweils 5 m lang, wenn man auch das 40-m-Band abdecken will. Für 10 m bis 20 m reicht auch die halbe Länge. Aufgrund der Bedämpfung durch den Boden bildet sich ein aperiodisches Erdnetz und es gibt keine Resonanzen. Liegen die Drähte direkt auf dem Boden, genügen auch 3 m. Wenn man allerdings die Antenne auf einer Wiese aufbaut wie in Bild 1, so liegen sie 5 cm bis 10 cm über dem eigentlichen Grund. Dafür sind die 5-m-Längen eindeutig besser geeignet.

Für die Bänder 30 m und 40 m ist die Strahlerlänge von 5,6 m freilich nicht ausreichend, hier sind Verlängerungsspulen einzufügen. Elektrisch am günstigsten wäre eine Montage in der Mitte, was aber bei den Teleskopen nicht geht. Es bleiben also nur Fußpunktspulen, die allerdings – da im Strommaximum – verlustarm ausgeführt werden müssen. Im Internet sind dazu fertige Spulen aus China erhältlich, die auch in kommerziell vertriebenen Antennenbausätzen mit nur einem Gegengewicht eingesetzt werden. Damit lässt sich wohl Resonanz erzielen, aber wenn so ein SWV nahe $s = 1$ erreicht wird, deutet das auf erhebliche Verluste hin. Bei einer Verkürzung auf die Hälfte (wie bei 40 m) sinkt die Impedanz stark ab. Kommt



Bild 2: Eines der vier Radialbündel aus drei Drähten mit angelöteter Öse

trotzdem eine Anpassung an 50 Ω zustande, so ist der größte Anteil daran auf Verlustwiderstände zurückzuführen. Deutlich besser ist es, den Fußpunkt zu erden und auf der Spule 50- Ω -Anzapfungen zu suchen.

■ Radialnetz

Je mehr Radials zum Einsatz kommen, desto geringer sind die möglichen Verluste. Allerdings gibt es eine vernünftige Obergrenze. Hier habe ich mich auf zwölf Stück beschränkt, die ich zu vier Bündeln mit je drei Drähten zusammenfasse, Bild 2. Die Enden werden gemeinsam mit einer 4-mm-Lötöse verlötet. Am preiswertesten ist PVC-isolierter Installationsdraht mit 1 mm² Kupferlitze, der in Rollen zu 100 m z.B. bei [3] erhältlich ist.



Bild 3: Muster der Erdspieße mit Haltewinkeln und Isolatoren für die einfache Variante von 10 m bis 20 m

Insgesamt sind 60 m Draht notwendig. Dann bleiben noch 40 m für weitere Antennenexperimente übrig und sind z.B. für Inverted-V- oder Schleifenantennen nutzbar. Für unter Zug stehende Antennen wie EFHWs oder Dipole ist er nicht geeignet, weil er sich dann längt. Hierfür muss man auf echte Antennenlitze zurückgreifen. Beim Aufbau werden die Radials so ausgelegt, dass sie möglichst gleichmäßig über 360° verteilt sind.

■ Variante 1: 10 m bis 20 m

Hier ist der Aufbau denkbar einfach. Der Haltewinkel wird mit einer Koaxialbuchse versehen. Die Gegengewichte werden mit M4-Schrauben und Flügelmutter befestigt. Nutzt man 40-mm-Langmutter für die Befestigung des Teleskopstrahlers, lassen sich die Längen nach der Tabelle vorab einstellen. Eine Feinkorrektur ist an einem gut erreichbaren Segment ohne Umlegen problemlos möglich. Ein

Beispiel von zwei verschiedenen erstellten Mustern ist in Bild 3 zu sehen. Die Tabelle gilt für das linke Modell mit etwas längerer Zuleitung von der Koaxialbuchse zum Antennenfußpunkt. Für das rechte sind etwas kürzere Maße anzusetzen.

Einstellung des 5,6-m-Teleskopstabs für die Variante 10 m bis 20 m

Band	Länge	Korrektur je 100 kHz
10 m	248 cm	9 mm
12 m	278 cm	12 mm
15 m	339 cm	16 mm
17 m	400 cm	23 mm
20 m	503 cm	37 mm

Variante 2: 30 m und 40 m mit Verlängerungsspule

Mithilfe einer Spule, die elektrisch verlängernd und mechanisch verkürzend wirkt, lassen sich zusätzlich die Bänder 30 m und 40 m abdecken. Ich nutze dazu eine Anordnung, wie sie in Bild 4 skizziert ist. Mit der oberen Anzapfung wird die Resonanz eingestellt, mit dem unteren Abgriff sucht man den 50- Ω -Punkt. Die beiden Einstellungen beeinflussen sich gegenseitig, aber mit zwei bis drei Versuchen ist eine Anpassung mit einem SWV von nahe $s = 1$ erreichbar. Ich habe dazu mit verschiedenen Spulen experimentiert. Am einfachsten wäre eine Ringkernspule. Allerdings sind damit die notwendigen Anzapfungen für den Abgleich nicht realisierbar, weil sich je nach Aufbauort die Resonanz um einige Hundert Kilohertz verschieben kann.

Mechanische Lösungen

Kernstück für die Halterung ist das M10-Gewinde des Teleskops, wofür es problemlos Schrauben, Muttern, Langmuttern, Gewindestäbe, Erdanker und Isolatoren gibt. Gut geeignet sind die roten Isolatoren aus Polyesterharz mit Glasfaserverstärkung, von denen zwei Ausführungen in Frage kommen, Bild 5. Die kleinere hat die Abmessungen 35 mm \times 41 mm, die größere 45 mm \times 46 mm. Unter dem Suchbegriff *Stützisolatoren rot M10* sind sie im Internet zu finden. Original werden sie für die Montage von Stromschielen in Schaltschränken eingesetzt. Die größere Ausführung hat den Vorteil eines etwas längeren Gewindeeinsatzes, weshalb ich sie bevorzuge.

Als Halter bieten sich Verbindungswinkel aus dem Baumarkt an. Für die Erdspieße gibt es verschiedene Möglichkeiten. Geeignet sind Sonnenschirmhalter und Schwerlastherringe, an die der Haltewinkel geschraubt wird. Eine elegante Lösung nutzt speziell für diese Antennen angebotene Erdspieße aus Aluminium,

wie das linke Muster in Bild 3 zeigt. Einfacher und preiswerter ist es, wenn man ein Stück eines 1 m langen M10-Gewindestabs unten anschrägt und als Bodenspieß einsetzt. Rechts in Bild 3 ist diese Ausführung mit anderen Haltewinkeln zu sehen.

Verlängerungsspule

Hierauf soll etwas ausführlicher eingegangen werden, weil diese Spule auch für andere Antennenprojekte einsetzbar ist. Ich habe dazu 2-mm-Aluminiumdraht verwendet. Diesen gibt es in 400-m-Rollen z. B. bei [4]. Er ist auch gut als preiswerter und zugfester Antennendraht nutzbar. Selbstverständlich ist auch unisolierter Kupferdraht geeignet, der sich noch leichter wickeln lässt.

Als Träger benötigt man ein Rohrstück DN40. Damit der Draht nicht direkt aufliegt, was zusätzliche Dämpfungen und Reduzierung der Güte bedeuten würde, sollte ein Abstand von 5 mm bis 10 mm eingehalten werden. Dazu ist ein zusätzliches Rohr mit 50 mm Durchmesser erforderlich, auf das der Draht gewickelt wird. Man spannt das 40-mm-Rohr in einen Schraubstock ein und wickelt den Draht durch Drehen eng auf das 50-mm-Rohr auf. Sind 32 Windungen erreicht, ist der Draht abzuschneiden. Er „schnurrt“ dann auf 27 Windungen mit etwa 57 mm bis 60 mm Durchmesser auseinander. Durch Ziehen sind die Windungen auf Abstand zu bringen. Die Fixierung auf dem 40-mm-Rohr erfolgt mit zwei Isolierstücken (z. B. Zeltstäben aus GFK) und Heißklebstoff.

Die kleineren Isolatoren passen exakt in ein DN40-Rohr und lassen sich mit selbstschneidenden Edelstahlschrauben befestigen. Bild 6 zeigt die fertig aufgebaute

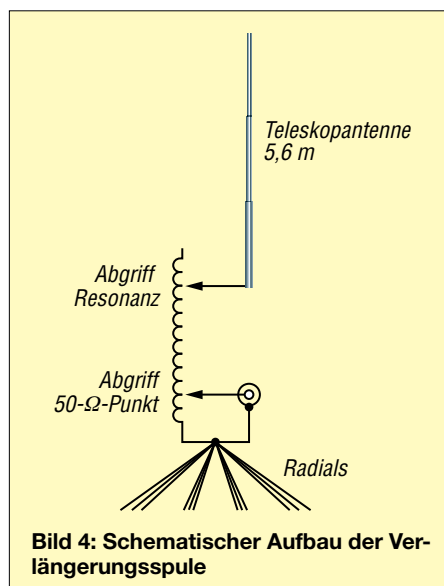


Bild 5: Zwei Ausführungen der Isolatoren

Spule. Einziger Nachteil: Die Anschlüsse müssen geklemmt werden, weil sich Aluminium nicht löten lässt. Aber selbst für Quadrahmenantennen habe ich diesen Draht mit Erfolg eingesetzt.

Man kommt auch mit weniger Windungen aus – 20 reichen in der Regel. Die gezeigte Spule hatte ich von anderen Experimenten her noch auf Lager. Der obere Abgriff liegt bei 17 Wdg. für 40 m und bei 7 Wdg. für 30 m. In beiden Fällen findet sich der 50- Ω -Punkt bei etwa 3 Wdg. Möglich wären auch ein paar Windungen mehr, um eventuell das 60-m-Band abzudecken. Provisorisch habe ich das mit einer zusätzlichen Spule getestet.

Dieses Prinzip lässt sich ohne weiteres auch auf andere Projekte übertragen, z. B. mit Angelruten als Träger für Vertikaldrähte. Auch verkürzte Halbwellenstrahler habe ich erfolgreich mit solchen Spulen aufgebaut.

Betriebsergebnisse

Beim Aufbau geht man so vor, dass zunächst die äußeren, dünneren Glieder des Teleskopstrahlers ausgezogen werden. Die Feineinstellung erfolgt mit einem mittleren Glied. Die inneren, dickeren Elemente bleiben bis auf 20 m voll eingeschoben. Die Längen können je nach Boden erheblich schwanken.

Für alle Bänder ist mit einem Elevationswinkel von 27° bis 28° zu rechnen, wie das mit EZNEC simulierte Vertikaldiagramm für 20 m exemplarisch ergibt,

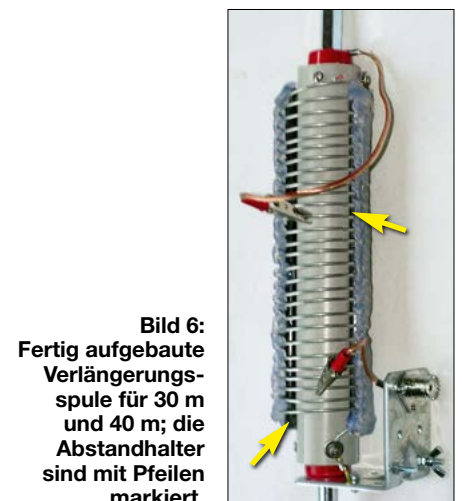


Bild 8. Dieser Winkel ist durchaus DX-tauglich. Er erweist sich aber infolge der fehlenden Steilstahlung für den Nahverkehr auf 40 m als nachteilig, wie in Praxistests klar nachgewiesen werden kann. Für 14,175 MHz habe ich auf Wiesenboden eine Impedanz von 42 Ω gemes-

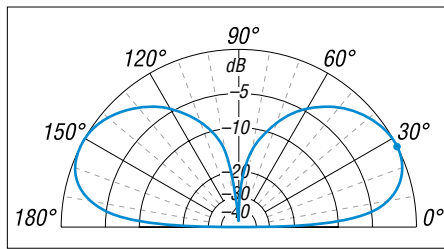


Bild 8: Simuliertes vertikales Strahlungsdiagramm bei 14,175 MHz

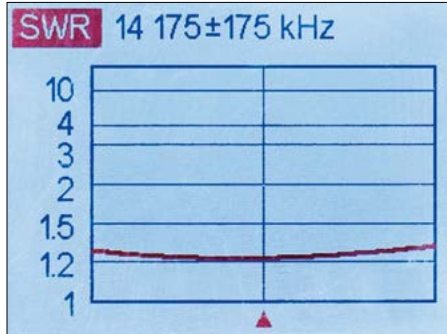


Bild 7: Stehwellenverhältnis im 20-m-Band

sen. Das deutet auf relativ geringe Verluste hin, wenn man die Marconi-Antenne über idealer Erdoberfläche mit 36 Ω ansetzt. Das Stehwellenverhältnis für das 20-m-Band erreicht daher nicht $s = 1$, Bild 7. Die Bandbreite ist für die Bänder 10 m bis 20 m bei voller Strahlerlänge so groß, dass das SWV in allen Bändern bei $s \leq 1,3$ bleibt. Die 50 kHz auf 30 m sind kein Problem, für 40 m liegt die Bandbreite, bei der das SWV $s < 1,5$ ausfällt, bei 100 kHz. Beim Wechsel von CW auf

SSB verschiebt sich der Anzapfpunkt für die Resonanz etwa um eine halbe bis eine Windung.

Im Vergleich zu den kommerziell angebotenen Antennenbausätzen mit Spulen ohne Impedanzanpassung dürfte das Ergebnis vor allem auf den beiden Bändern 30 m und 40 m deutlich besser sein, da die auftretenden Verluste niedriger sind. Selbstbau lohnt sich nicht nur finanziell!

dk7zb@darc.de

Literatur

- [1] Steyer, M., DK7ZB: Teleskop-Portabeldipol für die Kurzwele. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 6, S. 472-473
- [2] <https://draussenfunke.de>
- [3] Pollin Electronic: Installationslitze H05V-K, 1 mm², 100 m, rot. www.pollin.de → Artikelnummer 562 592
- [4] VOSS GmbH & Co. KG: www.weidezaun.info/voss-farming-aludraht-alu-draht-400-m-2-0-mm.html

Ausfall des Antennenrotors: Neuer Kondensator schaffte Abhilfe

Es dauerte immer länger, bis sich mein Antennenrotor nach dem Einschalten am Steuergerät zu drehen begann. Die erste mögliche Ursache, die man in diesem Fall überprüft, sind die Steckverbindungen in der Steuerleitung. Der Erfolg nach dem Einsatz von Kontaktspray zur Verbesserung der Kontaktgabe war jedoch sehr gering. Als nächste Ursache vermutete ich ein mechanisches Problem, immerhin war der Rotor inzwischen etwa 40 Jahre alt. Im Internet gibt es eine Vielzahl von Reparaturanleitungen, u. a. auch für meinen Rotor. Hier wird dargestellt, wie man das Getriebe reinigt und schmiert, welche Schmierstoffe zu verwenden sind und wo man Ersatzteile beschaffen kann. Leider führten auch diese Maßnahmen nur zu einer kurzfristigen Verbesserung. Es blieb bei der beschriebenen Zeitverzögerung, die im Laufe der Zeit weiter zunahm.

Erst später kam mir die entscheidende Idee: Eigentlich blieb nur noch der Motorkondensator als Fehlerquelle übrig. Dazu fand ich allerdings in den Anleitungen keine Hinweise, deshalb dieser Werkstattpflicht für Besitzer ähnlicher Geräte. Die mir bekannten Rotoren arbeiten mit Wechselstrom und benötigen deshalb einen sogenannten *Anlaufkondensator*. Dessen gespeicherte Energie liefert das besondere zum Starten des Motors erforderliche Drehmoment. Verliert er seine Kapazität läuft der Motor sehr schwer an oder gar nicht mehr.

Bei meinem japanischen Rotor befindet sich dieser Kondensator direkt im Rotorgehäuse, ist also jedem Temperaturwechsel im Freien ausgesetzt. Dies stellt hohe Anforderungen an das Bauteil und es ist verständlich, dass es nach solch einer langen Zeit ausfallen kann. Bei amerika-



Bild 2: Von außen angeschlossener bipolarer Kondensator Foto: DK6ED

nischen Rotoren ist das anders gelöst. Der Kondensator mit einer Kapazität zwischen 50 μF und 150 μF ist dort im Steuergerät untergebracht und so besser vor Umwelteinflüssen geschützt. Da er sich im Wechselstromkreis befindet, muss er bipolar und spannungsfest sein.

Zum Wechseln des Kondensators im Rotorgehäuse hätte ich die gesamte Antenne abbauen und den Rotor zerlegen müssen. Ein Blick in den Schaltplan eröffnete eine deutlich einfachere Lösung, Bild 1. Der ursprüngliche Kondensator ist hier rot gekennzeichnet. Der neue Kondensator, grün markiert, befindet sich nun im Steuergerät, kann aber auch von außen an die Klemmleiste für das Rotorkabel angeschlossen werden, Bild 2.

Steht kein bipolarer Kondensator zu Verfügung, sind auch zwei gepolte Kondensatoren mit jeweils 200 μF nutzbar. Deren Pluspole sind an die Wechselspannungsanschlüsse zu legen und die Minuspole sind miteinander zu verbinden.

Der Einbau dieses Kondensators brachte die lange gesuchte Lösung, mit der ich mir viel Arbeit hätte ersparen können.

Dr.-Ing. Christoph Kunze, DK6ED

dk6ed@t-online.de

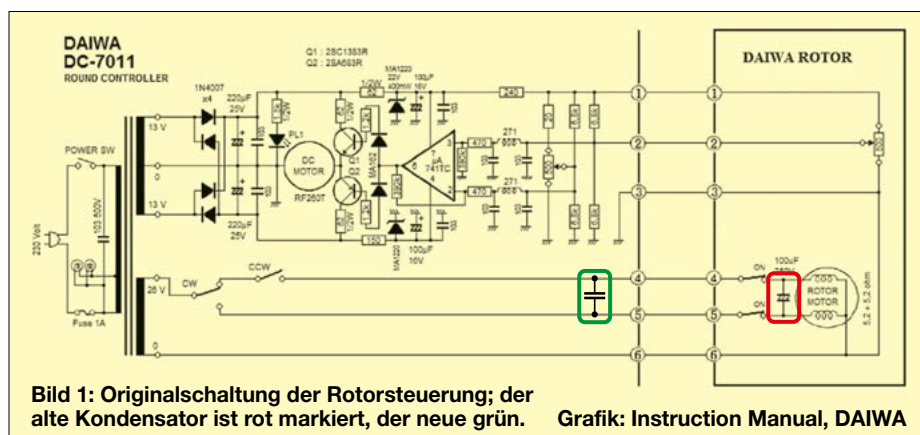


Bild 1: Originalschaltung der Rotorsteuerung; der alte Kondensator ist rot markiert, der neue grün.

Grafik: Instruction Manual, DAIWA

Elektronische Baugruppe zur Reaktivierung von Senderöhren

VOLKER KLINGMÜLLER – DK1VOK; EVA-MARIE MÜLLER-STÜLER

Elektronenröhren, die hohe Kathodenströme liefern müssen, jedoch lange gelagert oder nicht genutzt worden sind, sollte man vor ihrem Einsatz „reaktivieren“. Damit ist im Wesentlichen die Wiederherstellung der vollständigen Emissionsfähigkeit der Kathode gemeint, da es sonst zu vorzeitigen Ausfällen kommen kann. Zu diesem Zweck wurde die im Folgenden vorgestellte Baugruppe entwickelt.

Bevor man eine röhrenbestückte Endstufe nach längerer Pause wieder in Betrieb nimmt, ist es sinnvoll, die Endstufenröhren zu überprüfen. Gleiches gilt bei Exemplaren mit unbekannter Vorgeschichte,

hältlich ist (Modul 1). Die Anodenspannung lässt sich hier sehr feinfühlig mit einem Mehrgang-Potenzimeter auf 35 V einstellen. Die Heizspannung von 6,3 V erzeugt ein aus gleicher Quelle stammendes

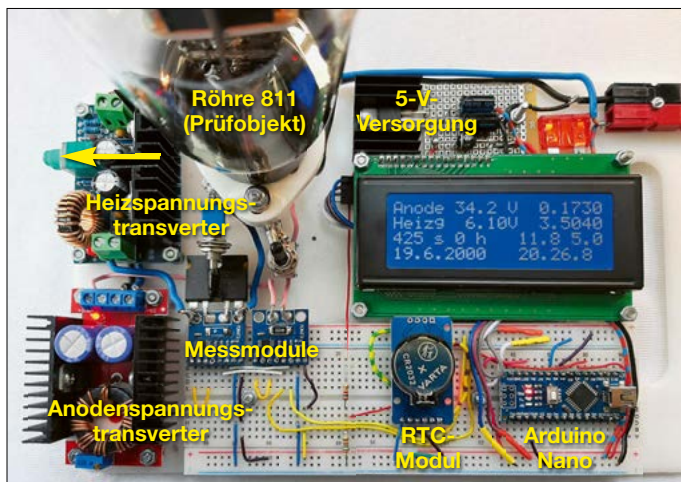


Bild 1: Aufbau der beschriebenen Reaktivierungsbaugruppe für Senderöhren vom Typ 811 auf einem Kunststoffbrett und einem Steckboard; die Achse des Potenziometers zur Einstellung der Heizspannung wurde gekürzt (Pfeil), siehe Text.

Fotos: DK1VOK

die z.B. vom Flohmarkt stammen. Auch vermeintlich neue Röhren sind höchstwahrscheinlich mehr als 25 Jahre alt. Zur Reaktivierung schlägt Frits Geerlign, PA0FRI, in [1] vor, zunächst eine Stunde lang nur die Heizung der betreffenden Röhre einzuschalten, danach Anodenspannung anzulegen und den Anodenstrom zu messen. Zu diesem Zweck habe ich die Schaltung in Bild 3 entwickelt und zunächst für Senderöhren des Typs 811 und 811A konzipiert. Sie ist aber auch für andere Röhren verwendbar und dann ggf. anzupassen, siehe z.B. [2].

Schaltungsbeschreibung

Da heutzutage kaum noch jemand ein 6,3-V-Heizspannungsnetzteil und die passende Anodenspannungsquelle in seiner Werkstatt zur Verfügung hat, werden diese Spannungen im vorliegenden Fall mithilfe von Transvertern erzeugt. Deren Eingangsspannung beträgt 12 V. Es kommen preisgünstige Fertigmodule zum Einsatz. Zur Erzeugung der Anodenspannung dient ein Aufwärts-Gleichspannungswandler vom Typ CP07021, der z.B. bei [3] er-

der Abwärtswandler CP07012 (Modul 2). Dieser hat ein sehr leichtgängiges Potenziometer. Damit die Heizspannung nicht versehentlich erhöht werden kann, sollte man den Einstellknopf entfernen und die Achse bis auf einen kleinen Stummel kürzen, Bild 1.

Mit dem Schaltkreis INA226 können Strom und Spannung (≤ 36 V) im Plus-Zweig einer Stromversorgung gemessen werden. Auf den mit diesem IC bestückten Modulen 3 und 4 befindet sich darüber hinaus ein 0,1- Ω -Shunt-Widerstand, Bild 2. Dieser ist beim Modul 2 gegen einen 0,01- Ω -Vierleiter-Shunt auszutauschen. Die Messbereichsgrenzen betragen dann 8,2 A und 36 V. Der ausgelötete 0,1- Ω -Widerstand wird beim Modul 3 zur Messung des Anodenstroms huckepack auf den vorhandenen Widerstand aufgelötet. Die resultierenden 0,05 Ω ergeben einen Strommessbereich bis 1,64 A.

Sowohl die Messwertabfrage als auch die Steuerung der Module 3 bis 6 erfolgt durch den Arduino Nano über den I²C-Bus. Die Adresse von Modul 4 in Bild 3 ist auf den Hexadezimalwert 40H und die

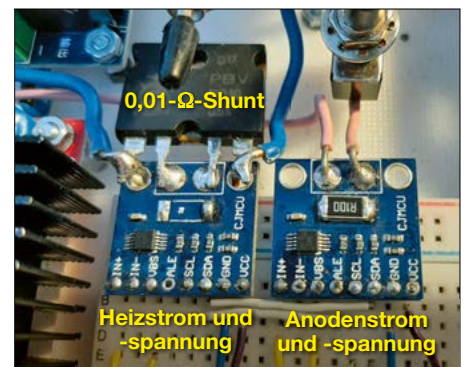


Bild 2: Strom- und Spannungsmessmodule

von Modul 3 auf 44H einzustellen. Dies geschieht mithilfe einer Lötbrücke auf der Platinenrückseite des jeweiligen Moduls. IC1, ein Linearregler vom Typ 78S05, erzeugt die 5-V-Betriebsspannung für das mit einem I²C-Portexpander ausgestattete LC-Display, die beiden Messmodule, die Echtzeituhr (RTC) und den Arduino Nano. Die Höhe der Versorgungsspannung am Eingang wird über den Spannungsteiler R1/R2 am Anschluss A0 des Arduino Nano gemessen.

Der Heizfaden einer Elektronenröhre ist ein Kaltleiter, wie die klassische Glühlampe. Im kalten Zustand beträgt der Widerstand der Heizung einer Röhre 811 nur etwa 0,2 Ω , nach 3 h Betrieb mit 6,3 V und 3,8 A hingegen 1,6 Ω , siehe Tabelle. Der Widerstand erhöht sich somit auf das Sechs- bis Achtfache. Dies bedeutet, dass beim Einschalten kurzzeitig bis zu 30 A fließen, danach im Betrieb nur noch maximal 4 A.

Aufbau

Die einzelnen Module habe ich mit M3-Schrauben auf einem Schneidebrett aus Kunststoff mit den Abmessungen 240 mm \times 150 mm \times 5 mm befestigt, Bild 1. Zur Anfertigung der Löcher ist ein 3,5-mm-Holzbohrer bestens geeignet. Die Röhrenfassung steht erhöht auf zwei M3 \times 50-Schrauben. Meine Befürchtung, dass die Fassung sehr heiß werden könnte, erwies sich als unbegründet. Nur das obere Drittel des Kolbens und besonders die Anodenanschlusskappe der Röhre erwärmen sich auf über 100 °C.

Für die Verdrahtung der Module und der wenigen Bauelemente genügte ein Steckbrett. Die Schalter S1 und S2 wurden direkt an die Röhrenfassung gelötet. Die Powerpole-Steckverbinder für die 12-V-Eingangsspannung sind mit M2-Schrauben gesichert.

Prüfablauf und Ergebnis

Der erste Schritt vor dem Einsetzen der Röhre in die Fassung sollte stets die Überprüfung des Heizfadens mit einem Ohmmeter sein. Die Heizspannung ist vor dem Einschalten zu kontrollieren –

ist sie zu hoch, bedeutet dies den Tod der Röhre.

Zuerst wird der Heizstrom manuell eingeschaltet. Eine Stunde später schaltet man auch die Anodenspannung zu. Nach 24 h ist der Reaktivierungsvorgang beendet. Die Kühlkörper der beiden Module werden zwar warm, brauchen aber keinen Ventilator.

In der Tabelle sind einige typische Prüfergebnisse aufgelistet, die als Orientierung für Werte intakter Röhren dienen können. Die 811 bzw. 811A enthält eine direkt geheizte Triode, die hier durch die Verbindung von Anode und Gitter als Diode geschaltet wurde.

■ Software

Die Arduino-Software dient derzeit nur zur Messwertaufbereitung der Ströme und Spannungen sowie zur Anzeige der abgelaufenen Zeit in Stunden. Die RTC ist dazu nicht unbedingt nötig.

Der Quelltext steht als Ergänzung zu diesem Beitrag im Download-Bereich auf www.funkamateurl.de zur Verfügung. Das Skript lässt sich beliebig erweitern, um z.B. Schaltelemente automatisch zu steuern. Hier sind der Kreativität des Nachbauers kaum Grenzen gesetzt.

■ Abschließende Bemerkungen

Das beschriebene Reaktivierungsgerät wurde für die Röhre 811 konzipiert. Es

Prüfergebnisse einiger Röhren im Vergleich zu den Messwerten von PA0FRI [1]								
Herkunft	lfd. Nr.	Typ	U_a [V]	I_a [A]	U_h [V]	I_h [A]	$R_{h/kalt}$ [Ω]	$R_{h/heiß}$ [Ω]
PA0FRI [1]		811A	34,5	0,175	6,10			
Linear-Endstufe AL-811	1	811A	35,8	0,141	6,20	3,65	0,22	1,7
Linear-Endstufe AL-811	2	811A	35,7	0,142	6,20	3,61	0,22	1,7
Linear-Endstufe AL-811	3	811A	35,8	0,161	6,20	3,75	0,22	1,7
Flohmarkt 1	4	811A	35,8	0,192	6,20	3,57	0,26	1,7
Flohmarkt 1	5	811A	35,8	0,023	6,20	4,24	0,18	1,5
Flohmarkt 1	6	811A	35,8	0,161	6,20	3,62	0,28	1,7
Flohmarkt 2	7	811	35,8	0,148	6,30	3,79	0,23	1,7
Flohmarkt 2	8	811	35,8	0,141	6,30	3,76	0,24	1,6
Flohmarkt 2	9	811	35,8	0,134	6,30	3,81	0,22	1,7
PA0FRI [1]		572B	40,0	0,250				
Neuware, Lagerbestand	1	572B	35,8	0,187	6,15	4,10	0,50	1,5
Neuware, Lagerbestand	2	572B	35,8	0,169	6,32	3,69	0,70	1,7
Neuware, Lagerbestand	3	572B	35,8	1,920	6,26	3,75	2,20	1,7

eignet sich aber auch für viele andere Röhrentypen, da Heizspannung und Anodenspannung einstellbar sind [1]. Eine jeweils passende Röhrenfassung erleichtert dann die Messung. Es ist aber auch möglich, anstelle der Röhrenfassung nur Prüflleitungen mit Krokodilklemmen zu verwenden. Dabei besteht allerdings immer die Gefahr des versehentlich falschen Anschlusses.

Im Prinzip könnte ein Akkumulator die Spannungsversorgung übernehmen. Dann kann man z. B. auf einem Flohmarkt den ersten Test einer Röhre durchführen. Der Heizstrom in dem hier vorgestellten Beispiel beträgt etwa 4 A, die der Akkumulator liefern muss [4]. Werte und Schaltbilder für zahlreiche weitere Endstufenröhren sind in [1] zu finden. Weitere Bezugsquellen für Bauteile sind [5] und [6].

Zum Schluss verweise ich noch auf zwei
lesenswerte Beiträge zu Röhrenendstu-
fen in [7] und [8]. *dk1vok@dark.de*

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Geerligs, F., PA0FRI: Reconditioning Tubes. <https://pa0fri.com/Lineairs/Tubes%20reconditioning/tube%20reconditioning.htm>
- [2] Tran, C., GM3WOJ: Conditioning GU74b/4CX 800A transmitting tubes before installation. www.qsl.net/gm3woj/conditioninggu74b.htm
- [3] Eckstein GmbH: www.eckstein-shop.de
- [4] Sokoll, P.: Virtuelles Röhrenmuseum. <https://patric-sokoll.de/roehrenmuseum/Datenbank/RoehrenTypen/811A.html>
- [5] Reichelt Elektronik: www.reichelt.de
- [6] Conrad Electronic: www.conrad.de
- [7] Lüddecke, H., DK8AR: Röhrenendstufen neu entdeckt. www.viehl-radio.de/homeda/vlf/roehrenend.pdf
- [8] Steyer, M., DK7ZB: Kurzwellen-Röhren-PAs noch selbstbauen? FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 10, S.1183-1187.

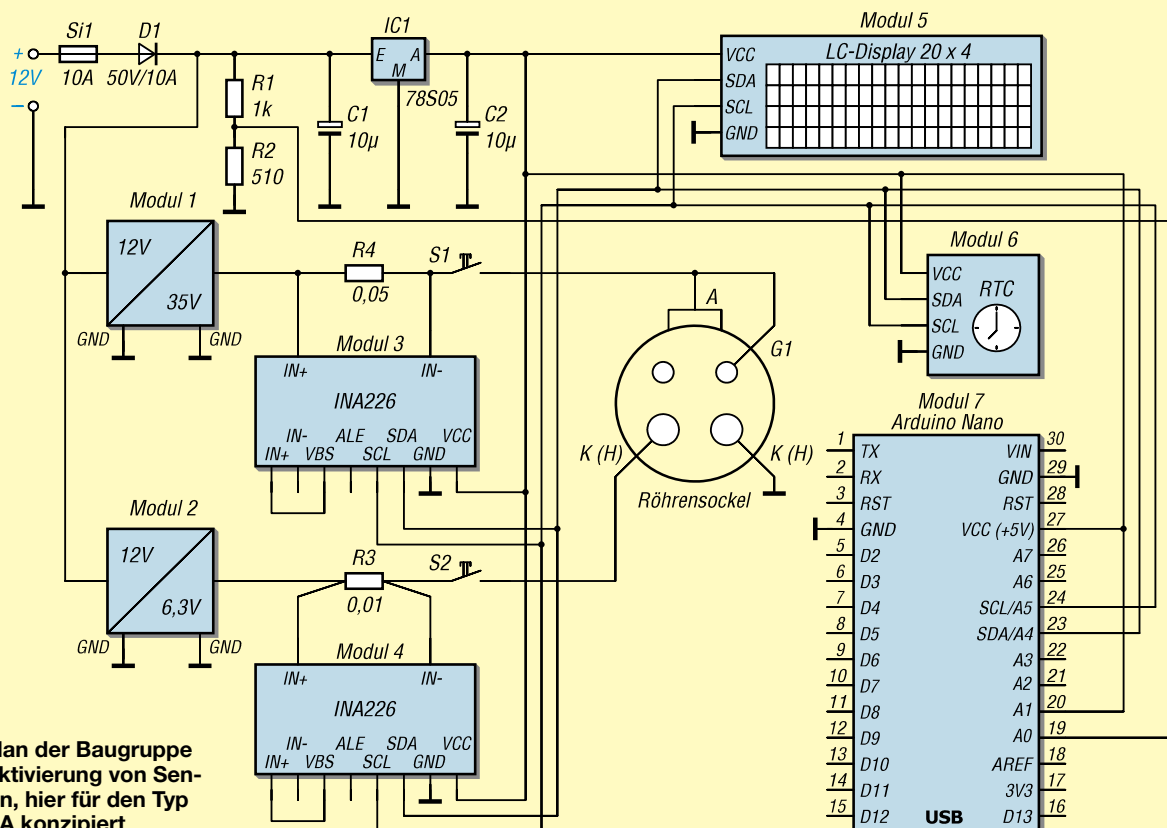


Bild 3:
Schaltplan der Baugruppe
zur Reaktivierung von Sen-
deröhren, hier für den Typ
811/811A konzipiert

HF/NF-Funktionsgenerator für das Hobby-Messlabor (1)

ANDREAS LINDENAU – DL4JAL

Signalgeneratoren mit präzisen Einstellmöglichkeiten für Frequenz und Pegel gehören zur Grundausstattung eines guten HF-Messlabors. Das nachstehend beschriebene Selbstbaugerät wird von einem Mikrocontroller gesteuert und deckt den Frequenzbereich von 1 Hz bis 30 MHz ab. Der damit sowohl für NF- als auch HF-Messaufgaben geeignete Generator ist einfach zu bedienen und erlaubt die Pegeleinstellung zwischen 0 dBm und -100 dBm. Außer einem Sinus- und Dreieckssignal kann er auch weißes und rosa Rauschen für NF-Messungen erzeugen.

Schon seit Längerem hatte ich den Wunsch, für meinen Messplatz im Hobbylabor einen Multifunktionsgenerator selbst zu bauen. Ich wollte damit z.B. das S-Meter meiner Eigenbautransceiver kontrollieren und die Empfängerempfindlichkeit messen können. Auch die Ergebnisse meiner jüngsten Experimente zur Rauschsignalerzeugung mit einem Mikrocontroller sollten mit einfließen. Entstanden

Das Funktionsprinzip ist dort gut zu erkennen. Das Ausgangssignal des DDS-Generatorschaltkreises AD9834 wird nach Filterung und Verstärkung über einen Umschalter auf ein in 8-dB-Schritten schaltbares Dämpfungsglied geführt und gelangt von dort an die Ausgangsbuchse. Die Feineinstellung des Pegels zwischen 0 dB und 8 dB erfolgt mithilfe eines D/A-Umsetzers am AD9834.



Bild 1: Fertig aufgebauter HF/NF-Funktionsgenerator mit angeschlossenem externem 48-dB-Dämpfungsglied; mit dieser Kombination lassen sich sehr geringe, präzise einstellbare Signalpegel z. B. für Empfindlichkeitsmessungen erzeugen.

Fotos: DL4JAL

ist letztlich ein vielseitig einsetzbarer Signalgenerator, Bild 1, den ich im Folgenden vorstelle.

Konzeptidee

Anknüpfend an ein älteres Bastelprojekt, das ich seinerzeit aber nicht zu Ende geführt hatte, wählte ich als Bauelement zur Signalerzeugung wieder einen DDS-Schaltkreis vom Typ AD9834CUR2 [1]. Dieser ist in der Lage, saubere sinusförmige NF- und HF-Signale zu generieren. Mich interessierte dabei der Bereich bis 30 MHz. Der Ausgangspegel sollte in einem weiten Bereich kontinuierlich einstellbar sein und möglichst kleine Werte annehmen können, um auch direkte Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern zu ermöglichen. Das Ergebnis der Entwicklungsarbeit ist ein HF/NF-Funktionsgenerator, dessen Blockschaltbild in Bild 2 zu sehen ist.

Tabelle 1: Technische Daten des HF-/NF-Funktionsgenerators

Signalformen und Frequenzbereiche	Sinussignal: 1 Hz ... 30 MHz Dreieckssignal: 1 Hz ... 3 MHz weißes und rosa Rauschen: ≈ 10 Hz ... 20 kHz
Ausgangspegel*	Sinussignal HF-Bereich: 0 ... -100 dBm Sinussignal NF-Bereich: -10 ... -113 dBV Dreieckssignal: ≈ 0 ... -100 dBm
Einstellschrittweite	Frequenz: ≥ 1 Hz Pegel: ≥ 0,1 dBm
Frequenzabweichung	0,5 · 10 ⁻⁶ (nach Kalibrierung)
Nebenwellenunterdrückung	≥ 40 dB
Anzeige	LC-Display, 2 × 16 Zeichen
Anschluss	N-Buchse, Z = 50 Ω
Bedienelemente	Dreh-Encoder, vier Taster
Versorgungsspannung	12 V

* siehe Text

vom Typ PIC18F46K22, mit entsprechender Firmware. Diese fragt auch die Bedienelemente ab und nutzt ein zweizeiliges LC-Display zur Anzeige.

Mit Ausnahme des separat zu montierenden Dreh-Encoders sind alle Baugruppen und Bedienelemente auf insgesamt drei Platinen untergebracht.

Technische Daten

Die technischen Daten des Funktionsgenerators sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Wie bei jeder Messtechnik gibt es auch hier einige Besonderheiten und Einschränkungen, die man als Nutzer kennen sollte, um einen geeigneten Messaufbau wählen und das Messergebnis richtig interpretieren zu können.

Der Ausgang der Verstärker-/Filterkombination im HF/NF-Signalweg ist mit drei Kondensatoren abgeschlossen, siehe C115, C121, C127 in Bild 3. Deshalb fällt der Maximalpegel unterhalb von 100 Hz auf geringere Werte ab. An der oberen Frequenzgrenze bei 30 MHz ist der maximale Pegel ebenfalls etwas niedriger als 0 dBm und erreicht nur etwa -2 dBm. Bei ho-

Das mit einem PIC18F13K22 erzeugte Rauschsignal durchläuft wahlweise ein aktives Filter und erscheint nach dem entsprechenden Umschalter als weißes oder rosa Rauschen am Dämpfungsglied für das Ausgangssignal. Zur Steuerung des Generators dient ein weiterer Mikrocontroller, in diesem Fall

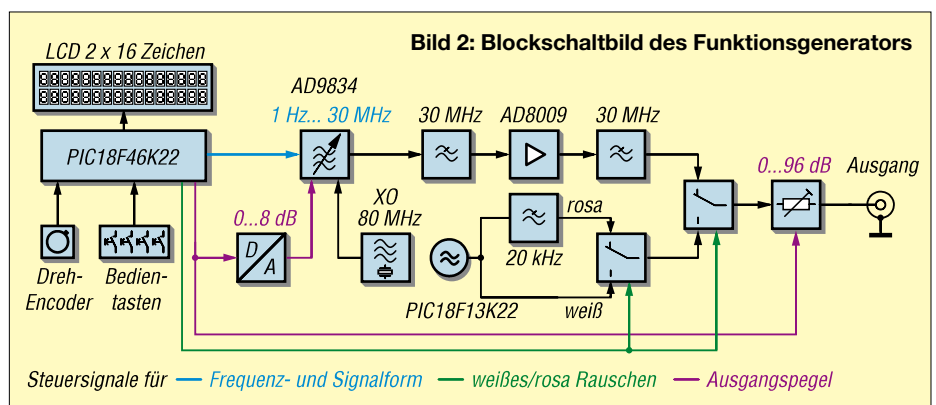


Bild 2: Blockschaltbild des Funktionsgenerators

hen Frequenzen und einem Pegel unter -60 dBm beträgt der Einstellfehler etwa $+3$ dB.

Die Bauelemente des schaltbaren Dämpfungsglieds und des Generators sind auf der Platine relativ eng benachbart. Dadurch ist ein Übersprechen nicht vollständig zu verhindern. Mit einem zusätzlichen externen Dämpfungsglied lässt sich dieser Mangel bei bestimmten Messaufgaben jedoch beheben, siehe Bild 1. Das Dreieckssignal besitzt eine obere Frequenzgrenze von etwa 3 MHz. Bei höheren Frequenzen würde es durch die Tiefpassfilter unzulässig verformt.

Ich habe für das NF-Signal einen separaten Modus programmiert mit einer Pegel-

anzeige in Dezibel, bezogen auf 1 V (dBV). Die Generatorimpedanz beträgt jedoch $50\ \Omega$ und nicht $600\ \Omega$, wie in der NF-Technik allgemein üblich. Dies ist ein Kompromiss. Mit einem geeignet bemessenen externen Dämpfungsglied ließe sich dieser kleine Nachteil gegebenenfalls kompensieren.

Der Rauschsignalpegel kann über das schaltbare Dämpfungsglied abgesenkt werden, jedoch nur in 8-dB-Schritten.

Die Frequenzgenauigkeit hängt vom 80-MHz-Taktgenerator X101 des DDS-IC ab. Mit genauer Kalibrierung erreicht man ± 15 Hz bei 30 MHz. Der Wert ist auch von der Umgebungstemperatur abhängig.

Der Frequenzgang des DDS-Generatorpegels wird mit Frequenzstützpunkten mathematisch per Software korrigiert. Die PegelEinstellung der Stützpunkte erfolgt bei der Kalibrierung. Nach einer sorgfältigen Kalibrierung beträgt die Pegelabweichung schätzungsweise ± 1 dB im Bereich von 0 dBm bis etwa -60 dBm. Bei niedrigerem Pegel ist mit einer höheren Abweichung zu rechnen.

■ Generatorplatine

Bild 3 zeigt den Schaltplan der Generatorplatine. Zentrales Element ist U102, der DDS-Generator AD9834. Gesteuert wird dieser über die serielle Schnittstelle an Steckverbinder J101, siehe auch Ver-

Bild 3: Schaltplan der Generatorplatine

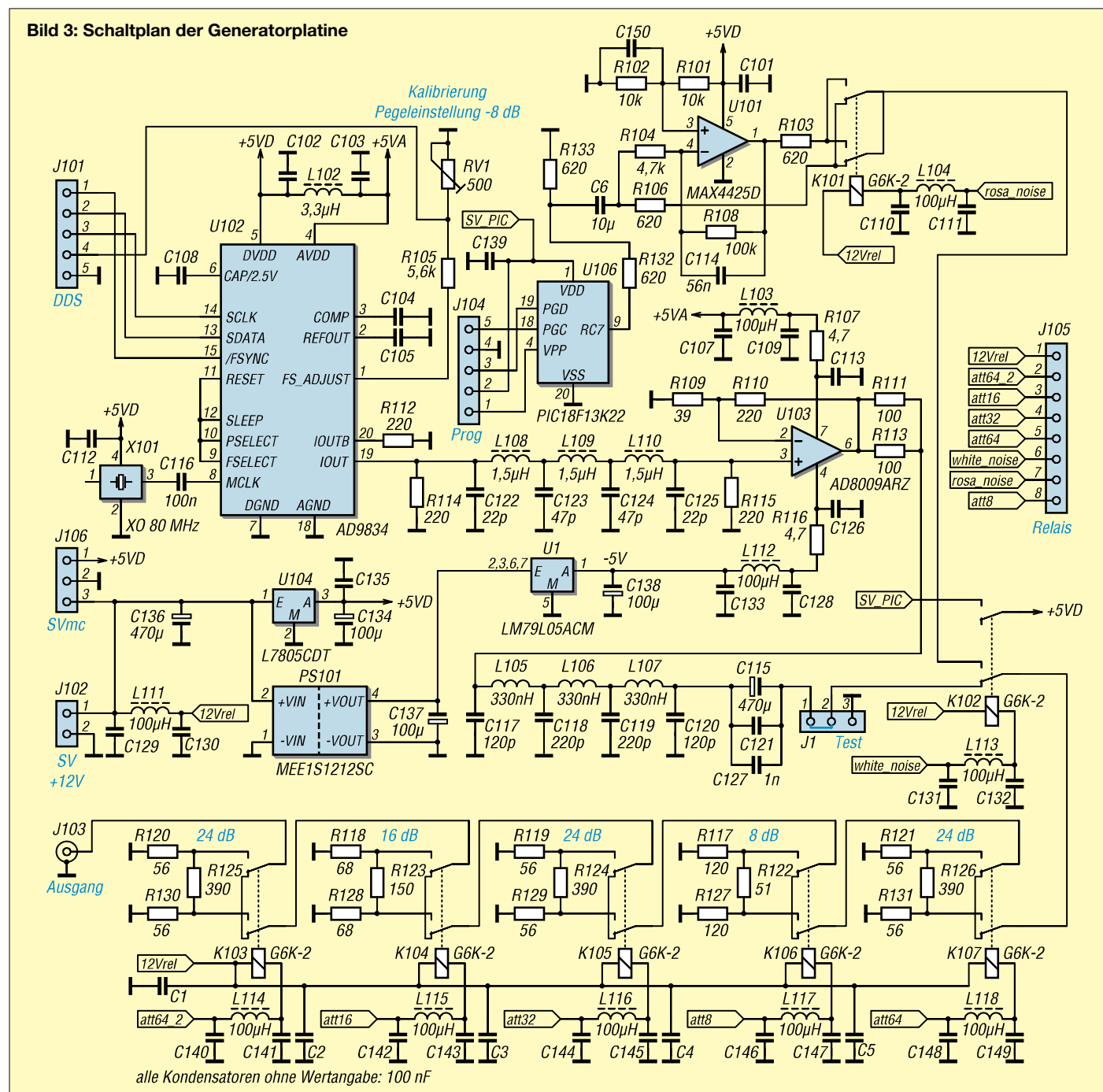
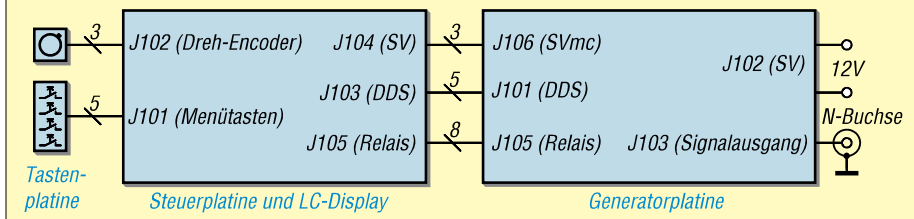


Bild 4: Platinenverbindungsplan des Funktionsgenerators



bindungsplan in Bild 4. Über diesen Weg werden Ausgabefrequenz und Kurvenform durch den auf der Steuerplatine befindlichen Mikrocontroller eingestellt. An Pin 19 und Pin 20 liegt das Ausgangssignal. Die Impedanz beträgt jeweils 200 Ω . Genutzt wird im vorliegenden Fall nur Pin 19. Pin 20 ist daher mit 220 Ω abgeschlossen. Im Signalweg folgt ein siebenpoliges 30-MHz-Tiefpassfilter zur Oberwellenunterdrückung, ebenfalls mit einer Impedanz von 200 Ω .

U103 ist ein rauscharmer 1-GHz-OPV vom Typ AD8009. Er benötigt eine bipolare Versorgungsspannung von ± 5 V. Die negative Komponente wird vom Gleichspannungswandler PS101, einem MEE 1S1212SC, aus der positiven Versorgungsspannung der Platine erzeugt und anschließend mit dem Spannungsregler U1 (LM79L05) auf -5 V stabilisiert.

Der Ausgang des AD8009 ist durch R111 und R113 auf eine Quellenimpedanz von 50 Ω eingestellt. Ich habe die Beschaltung so gewählt, dass etwa eine fünffache Verstärkung erreicht wird. Es folgt ein zweites steilflankiges 30-MHz-Tiefpassfilter, nun jedoch mit einer Impedanz von 50 Ω . Deshalb haben die Spulen und Kon-

die restliche Gleichspannung des AD8009 und unterdrücken die eventuelle Schwingneigung des Verstärkers.

Der dreipolige Steckverbinder J1 erlaubt die Auftrennung des Signalwegs zu Testzwecken. Damit lässt sich z. B. die Funktion des schaltbaren Dämpfungsglieds überprüfen. Durch die in Bild 3 eingezeichnete Verbindung zwischen Pin 1 und Pin 2 wird das Signal zu den Kontakten des Relais K102 weitergeleitet. Dieses hat die Funktion des in Bild 2 angedeuteten Umschalters und erlaubt die Auswahl zwischen Sinus- bzw. Dreieckssignal und Rauschen.

Das schaltbare Dämpfungsglied arbeitet mit den Relais K103 bis K107. Ich habe die Dämpfungsglieder etwas verschachtelt auf der Platine angeordnet, um eine möglichst hohe Übersprechdämpfung zu erreichen. Hinter dem letzten Relaiskontakt im Signalweg folgt die SMA-Buchse J103, die über ein kurzes Kabel mit der Buchse an der Frontplatte verbunden ist. Ich habe dort eine N-Buchse eingebaut, da mir diese als die beste Wahl in Bezug auf Kontaktsicherheit und Robustheit erschien.

U106 arbeitet als Rauschgenerator. Sein Ausgangssignal liegt am Portpin RC7.

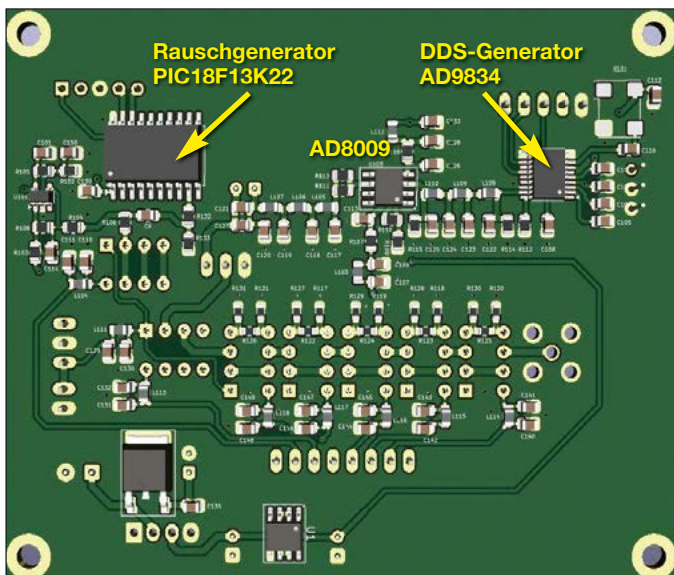
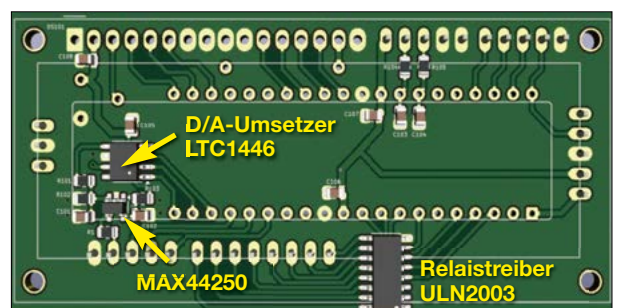


Bild 5: Unterseite der Generatorplatine mit den SMD-Bau-elementen (3D-Darstellung aus dem Layout-Programm); Abmessungen: 90,4 mm x 74,9 mm

densatoren andere Werte als beim vorangegangenen Filter. Die bereits erwähnten Kondensatoren C115, C121 und C127 am Ausgang des Tiefpassfilters blocken

Bild 6: Unterseite der Steuerplatine; Abmessungen: 81,3 mm x 39,4 mm



Relais K101 schaltet wahlweise auf das direkte Rauschsignal oder auf den Ausgang des OPV U101 (MAX44250). Dieser arbeitet als aktives Filter und ist so beschaltet, dass aus dem weißen ein rosa Rauschen wird, indem die Pegel der hohen Frequenzanteile abgesenkt und die der tiefen angehoben werden.

Bild 5 vermittelt einen Eindruck von der SMD-Bestückungsseite der Platine und zeigt die Positionen einiger Bauelemente. Ich habe es als 3D-Darstellung mithilfe des Layout-Programms KiCad erstellt, ebenso Bild 6. Auf der jeweiligen Oberseite der Platine befinden sich die bedrahteten Bauelemente und Steckverbinder, von denen hier nur die Lötäugen zu sehen sind.

Bild 7: Beim Auflöten von ICs mit kleinem Pin-Abstand entstehende Zinnbrücken ...



Bild 8: ... lassen sich mithilfe von Entlötlitze leicht entfernen, sodass am Ende saubere Lötstellen entstehen.

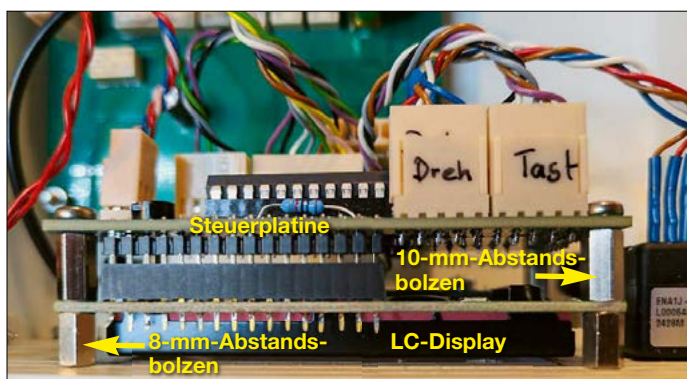


Hinweise zu den Steckverbindungen

Die für die Steckverbinder verwendeten PSK-Kontakte werden üblicherweise gecrimpt. Mir war die Spezialzange jedoch zu teuer. Die Kontakte lassen sich auch sehr gut löten. Die Verbindungen bestehen aus Litze mit 0,14 mm² Querschnitt, die ich aus Kabelstücken angefertigt habe (Bestellnummer LIYCY 25-5 bei [2]). Beim Einfädeln in den Stecker muss man die beiden oberen Laschen des Kontakts mit einer Flachzange etwas zusammendrücken. Der Kontakt sitzt erst dann richtig fest, wenn es hörbar „klick“ gemacht hat. Der kleine Widerhaken am Kontakt ist dann im Steckergehäuse eingerastet.

Auflöten des AD9834

Das Auflöten des AD9834 im TSSOP-Gehäuse mit 0,65 mm Pin-Abstand erscheint sehr schwierig. Ich beschreibe



daher kurz meine eigene Vorgehensweise: Zuerst streiche ich die Löt pads auf der Platine ganz dünn mit einer Kolophoniumumlösung ein. Dann platziere ich den IC möglichst genau und löte einen der Pins an, sodass das Bauteil ab jetzt nur wenig verrutschen kann. Es wird dann nochmals ausgerichtet und dann ein gegenüberliegendes Pin angelötet. Stimmt die Position jetzt immer noch, verlöte ich alle restlichen Pins. Es macht nichts, wenn trotz aller Vorsicht einige Zinnbrücken entstehen, wie in

Bild 11:
Generatorplatine
im Gehäuse

Bild 9:
Hinter der Gehäuse-
frontplatte mon-
tierte Steuerplatine

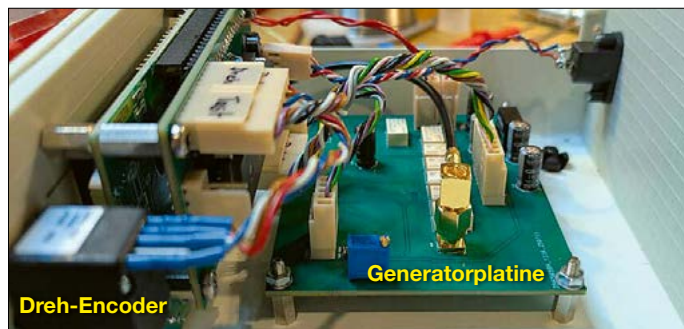


Bild 7. Diese lassen sich mithilfe von Entlötlitze problemlos entfernen, Bild 8. Das Beispiel zeigt einen FT232RL, der ebenfalls einen Pin-Abstand von 0,65 mm hat.

Kontrolle der Dämpfungsglieder

Es hat sich gezeigt, dass eine einfache Kontrollmessung mit dem Ohmmeter an den Pins 4 und 5 der Relais gegen Masse durchaus sinnvoll ist. Der jeweilige Wider-

stand zwischen Kontaktpin 4 und Masse muss immer den gleichen Wert wie der zwischen Kontaktpin 5 und Masse haben. Ist dies nicht der Fall, liegt ein Aufbau-

fehler vor, z.B. eine kalte Lötstelle oder ein defekter Widerstand. Letzteres hatte ich bei einem 8-dB-Dämpfungsglied mit dem 120-Ω-Widerstand erlebt. Optisch schien dieser in Ordnung zu sein.

Steuerplatine und Display

Steuer- und Generatorplatine sind über drei mehrpolige Kabel miteinander verbunden, siehe Bild 4. Erstere besitzt auch Anschlüsse für die Bedienelemente und das Display. Letzteres wird von unten auf die Platine gesteckt. In der 3D-Darstellung in Bild 6 habe ich das Display weggelassen, damit man die ICs sehen kann. Die Steuerplatine wird im Abstand von etwa 8 mm hinter die Frontplatte des Gehäuses geschraubt, Bild 9. Zwischen Display und Steuerplatine kommen 10 mm lange Abstandsbolzen zum Einsatz.

Hauptelement der Steuerplatine ist der Mikrocontroller PIC18F46K22 im 40-poligen DIL-Gehäuse, siehe Bild 10. Dessen Software ist für sämtliche Funktionen des Generators zuständig. Sie sorgt auch für die Abfrage des Dreh-Encoders und der Bedientasten sowie für die Anzeige auf dem LC-Display.

Die 12-V-Relais für die Signalauswahl und das schaltbare Dämpfungsglied auf der Generatorplatine werden mithilfe eines Treiberschaltkreises ULN2003 angesteuert. Der DDS-Schaltkreis ist über die Schnittstelle an J103 angebunden. Mithilfe des 12-Bit-D/A-Umsetzers vom Typ LTC1446 wird am Pin 1 des AD9834 auf der Generatorplatine der Pegel des Ausgangssignals im Bereich von 0 dB bis 8 dB Dämpfung eingestellt. Die minimale Schrittweite beträgt 0,1 dB. (wird fortgesetzt)

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Analog Devices: Datenblatt AD9834. www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ad9834.pdf
- [2] Reichelt Elektronik: www.reichelt.de
- [3] Analog Devices: Datenblatt LTC1446. www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/1446fa.pdf

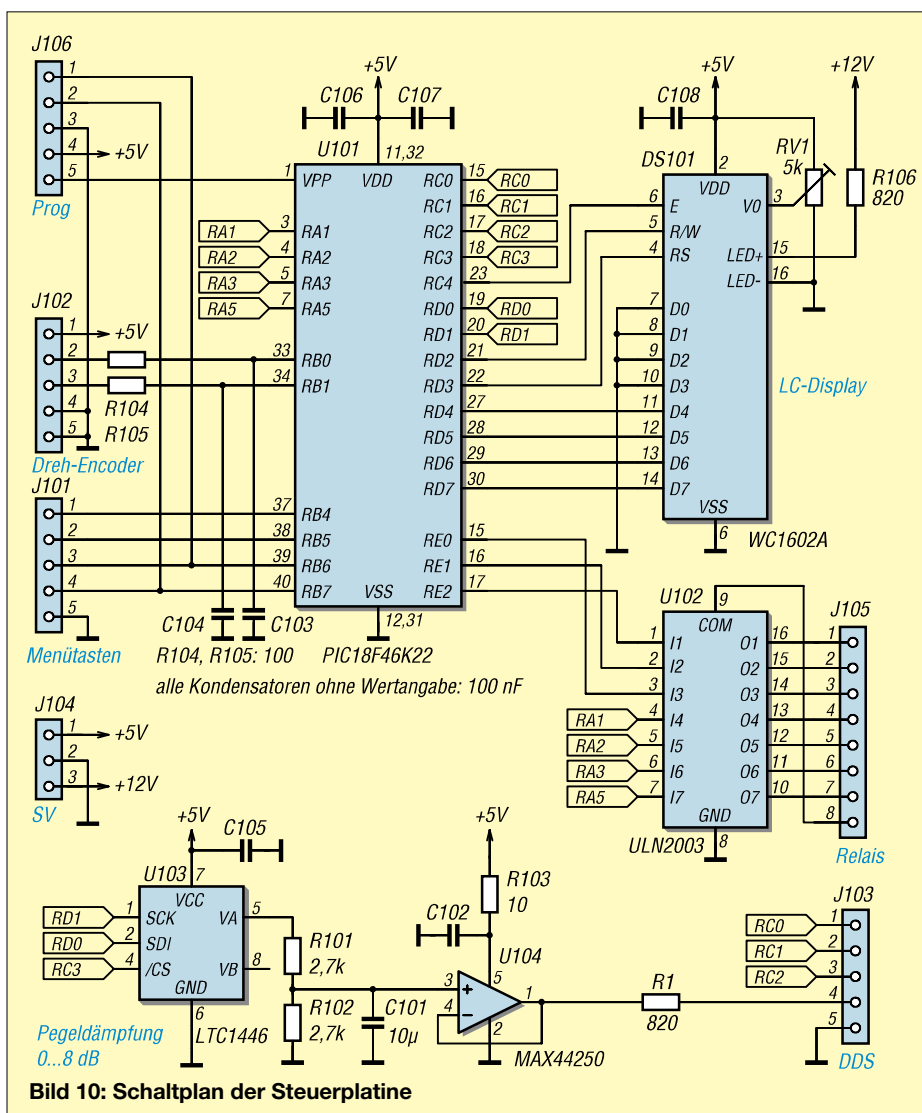


Bild 10: Schaltplan der Steuerplatine

Experimente mit einem preisgünstigen Endstufenbausatz

Dipl.-Ing. BERND WUSCHKO – DM7GBW

Versandhändler aus China haben auf den einschlägigen Internetplattformen auch billige Module und Bausätze für Funkamateure im Angebot. Dazu gehört z. B. der KW-Endstufenbausatz, um den es im Folgenden geht. Obwohl das ebenfalls angebotene Fertigmodul mit weitgehend identischer Bestückung die propagierten Daten bei Weitem nicht erreicht [1], kann es sich doch lohnen, den Bausatz zu kaufen. Dessen Einzelteile sind eine preiswerte Experimentierplattform für eigene Versuche, zu denen nachstehend einige Anregungen gegeben werden.

Etwa zeitgleich mit der Veröffentlichung in [1] hatte ich auf Ebay unter der sperrigen Artikelbezeichnung *70W SSB linear HF Power Amplifier DIY kits For YAESU*

unterschiedliche Bestückungsvarianten testen konnte. Damit ließen sich Erkenntnisse und Erfahrungen beim Aufbau von HF-Leistungsverstärkern sammeln.

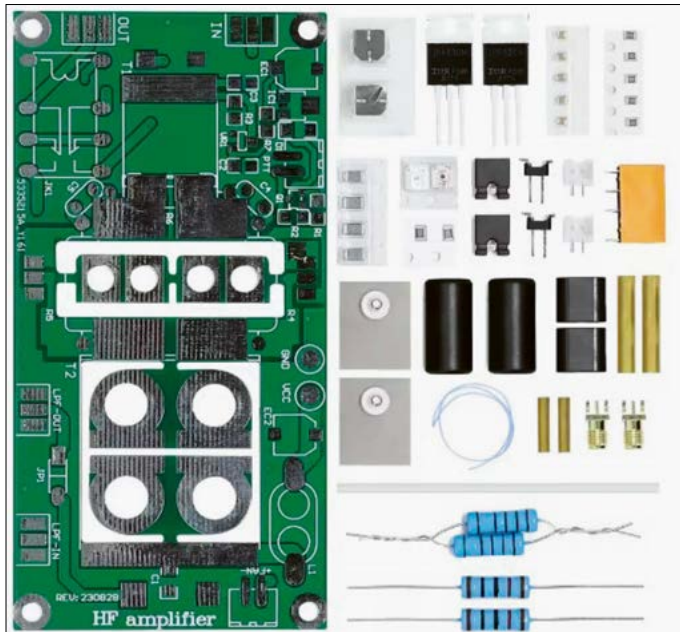


Bild 1: Bestandteile des Bausatzes für eine KW-Endstufe mit zwei MOSFETs vom Typ IRF530; dieser bildet eine gute Ausgangsbasis für Experimente mit unterschiedlichen Bestückungsvarianten einer Gegentaktendstufe.

Fotos und Screenshots: DM7GBW

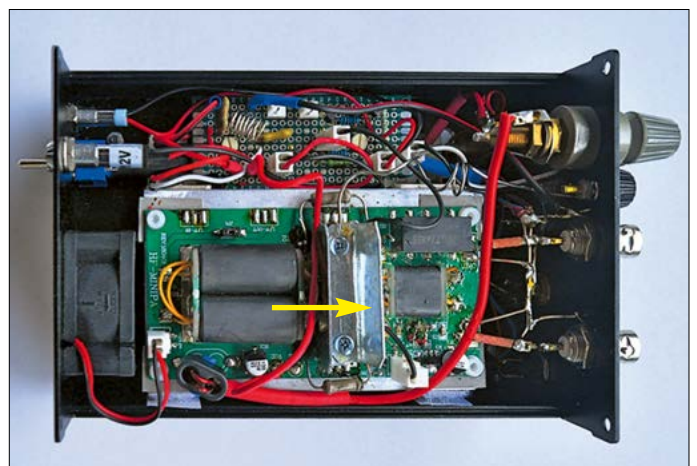
FT-817 KX3 Ham Radio zufällig einen Bausatz bestellt, dessen Grundsaltung der genannten Endstufe entsprach. Angesichts der im genannten Beitrag beschriebenen Messergebnisse machte ich mir jedoch Gedanken über eine Modifikation, da ich den Verstärker auch auf den höheren KW-Bändern nutzen wollte.

Die Idee zur Nutzung kostengünstiger MOSFET-Schalttransistoren für KW-Endstufen stammt von amerikanischen Funkamateuren. Auf der Basis identischer Grundsaltungen werden derzeit verschiedene modifizierte Baugruppen angeboten. Nur die hier diskutierte Variante bietet vom Leiterplatten-Layout her die Möglichkeit, technisch besser geeignete UHF-Linear-Verstärkertransistoren, z. B. MRF186, direkt einzusetzen.

Der Bausatz wurde daher für mich zu einer Experimentierplattform, auf der ich

Für Leser, die ebenfalls gern experimentieren und sich mit dem praktischen Aufbau von HF-Verstärkerschaltungen beschäftigen möchten, gebe ich nachstehend einige Anregungen.

Bild 2: Prototyp der aus dem Experimentierbausatz hervorgegangenen KW-Endstufe im geöffneten Gehäuse; auf die Endstufentransistoren wurde ein zusätzlicher Kühlwinkel montiert (Pfeil).



■ Aufbau des Endstufenmoduls

Zum Bausatz gehörten alle benötigten Bauelemente, Doppellochkerne und Ferrithülsen sowie die unbestückte Platine, siehe Bild 1. Hinzu kamen Messinghülsen und Wickeldraht zum Anfertigen der Übertrager. Einen passenden Kühlkörper muss man selbst beschaffen. Gut für den Versuchsaufbau geeignet ist z. B. ein Profilkühlkörper mit den Abmessungen 100 mm × 75 mm × 40 mm und einem Widerstand von 1,5 K/W [2].

Das erste Problem bestand darin, dass zu diesem Bausatz keine Montageanleitung und kein Schaltplan mitgeliefert wurden. Da es sich bei solchen Erzeugnissen jedoch oft um sogenannte *Open-Source-Projekte* handelt, gehen die Distributoren offenbar davon aus, dass der Anwender schon irgendwie die Unterlagen im Internet finden wird.

Nach zeitintensiver Suche bin ich dann auf die Website von Christoph Schwärzler, OE1CGS, gestoßen [3]. Dieser hatte sich dankenswerterweise die Mühe gemacht, eine Dokumentation zu dem Bausatz zu erstellen, bestehend aus einer ausführlichen Montageanleitung, einem Schaltplan und Hinweisen zu den Tiefpassfiltern sowie zum Gehäuse. Diese Anleitung empfehle ich als Hilfestellung zur Bestückung der Platine und für die Anfertigung der Übertrager, da ich aus Platzgründen hier nicht darauf eingehen kann.

Transistorbestückung

OE1CGS macht im Anhang der Montageanleitung die Feststellung, dass die Universal-Schalt-MOSFETs IRF530N für diese Anwendung aus technischen Gesichtspunkten keine gute Wahl darstellen, und bestätigt damit die in [1] gewonnenen Erkenntnisse. Die besagten Transistoren sind allerdings spottbillig und können nach einem Ausfall für wenig Geld nachgekauft werden.

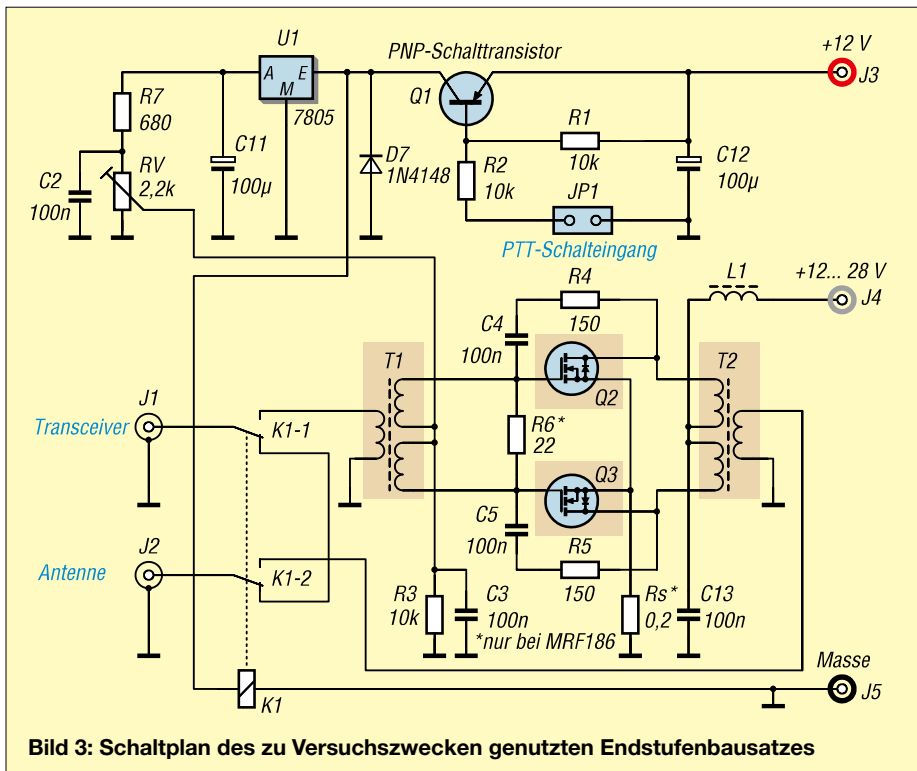


Bild 3: Schaltplan des zu Versuchszwecken genutzten Endstufenbausatzes

Solche Transistoren – es gibt davon viele ähnliche Typen im TO220-Gehäuse – wurden ursprünglich für den Einsatz in Schaltnetzteilen entwickelt und können wegen des hohen Bedarfs in großen Stückzahlen kostengünstig produziert werden.



Bild 4: Der MRF186 ist ein Doppel-MOSFET, der bis in den UHF-Bereich einsetzbar ist.

Aus diesem Grunde war es wahrscheinlich auch möglich, diesen Endstufenbausatz für etwa 20 € anzubieten.

Ich wollte die Endstufe als „Nachbrenner“ für mein QRP-Funkgerät im Portabeinsatz nutzen. Dabei war es mir wichtig, dass die Ausgangsleistung zwischen 14 MHz und 28 MHz mindestens 30 W erreichte.

OE1CGS verweist auf die Website von Robert Brown, M0RZF, der vorschlägt, Transistoren des Typs FQP13N10 – ebenfalls im TO220-Gehäuse – einzusetzen, die z.B. bei [4] erhältlich sind. Schon meine ersten Versuche mit diesen Transistoren waren erfolgreich. Im KW-Frequenzbereich oberhalb 14 MHz ergab

sich eine Verdopplung der Ausgangsleistung gegenüber den angegebenen Messwerten in [1].

Eine weitere Möglichkeit bestand darin, einen HF-Leistungs-MOSFET vom Typ MRF186 einzusetzen, der z.B. auf Ebay angeboten wird. Hier handelt es sich um einen Doppeltransistor, der für den Einsatz bis 1 GHz und eine maximale Leistung von 120 W (PEP) bei 28 V Betriebsspannung konzipiert ist, Bild 4. Für den Einsatz dieses Transistors habe ich mich dann letztlich entschieden.

Montage des MRF186

Der Schaltplan der Verstärkerplatine ist in Bild 3 dargestellt. Dort sind die Endstufentransistoren hervorgehoben und ebenso die Übertrager. Diese vier Komponenten bilden das eigentliche Experimentierfeld dieser Platine. Die Übertrager lassen sich beispielsweise durch

Wicklungsänderungen an unterschiedliche Impedanzen anpassen.

Der MRF186 passt genau in den Leiterplattenausschnitt, in dem im Original die beiden IRF530 sitzen. Man muss nur zwei neue Löcher im Abstand von 28 mm in den darunter anzuordnenden Kühlkörper bohren und diese mit M3-Gewinde versehen.

An der großen Messinglasche mit den offenen Löchern liegen die beiden Source-Anschlüsse. Man kann sie direkt mit Masse verbinden. Dies ist jedoch bei den IRF530N nicht möglich, weil sich an deren Kühlfahnen die Drain-Anschlüsse befinden. Sie müssen daher elektrisch isoliert montiert werden, und dies beeinträchtigt zwangsläufig die Wärmeabführung.

Die beiden rechteckigen Fahnen am MRF186 sind die hochohmigen Gate-Anschlüsse, während an den abgeschrägten Fahnen die Drain-Anschlüsse liegen, die auf die Seite des Ausgangsübertragers T2 kommen müssen.

Ich habe zur zusätzlichen Kühlung auf die MRF186 zwei 0,6 mm dicke, verzinkte Stahlblechwinkel montiert, siehe Bild 2. Die Leiterplatte wurde elektrisch isoliert auf den Aluminium-Kühlkörper geschraubt. Nur die Transistorsysteme im MRF186 sind elektrisch und thermisch direkt mit dem Kühlkörper verbunden. Von den beiden Blechwinkeln geht ein 0,8 mm dicker Cr23Al5-Widerstandsdraht mit einem Wert von etwa 0,2 Ω zum zentralen Massepunkt zwischen den beiden BNC-Buchsen. In Bild 3 ist dieser mit Rs bezeichnet. Er wirkt als zusätzliche Gegenkopplung. Der Widerstand R6 darf nur beim Einsatz des MRF186 bestückt werden.

Die Zuführung der Versorgungsspannungen und der Masseanschluss erfolgten beim Testaufbau über die farbigen Klemmen J3 bis J5. Der Kühlkörper ist auch vom Gehäuse der Endstufe isoliert zu befestigen. Alle Masseleitungen verlaufen

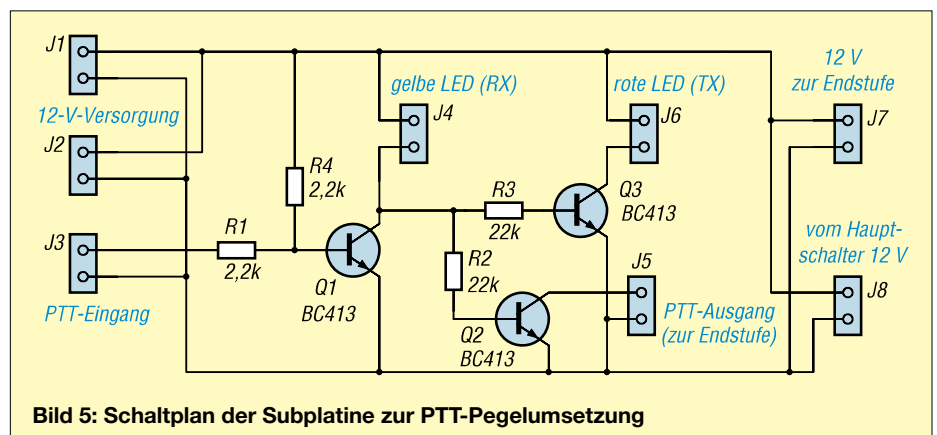


Bild 5: Schaltplan der Subplatine zur PTT-Pegelumsetzung

sternförmig zur schwarzen Masseklemme J5 in Bild 3. An die graue Klemme J4 wird die Betriebsspannung der Leistungstransistoren gelegt. Diese darf zwischen 12 V und 28 V betragen. Es bietet sich an, in Reihe mit dieser Einspeisung ein Amperemeter zur Kontrolle des Drainstroms zu schalten.

Über die rote Klemme J3 erhalten die übrigen Schaltungsbestandteile eine Versorgungsspannung von 12 V. Dies betrifft die 5-V-Spannungsstabilisierung für die Gate-Anschlüsse und die Sende-Empfangs-Umschaltung. Ich habe noch einen 12-V-Lüfter und LEDs zur Signalisierung des Betriebszustands ergänzt.

PTT-Pegelumsetzung

Die ursprüngliche PTT-Steuerung ist so konstruiert, dass der Schließer eines externen Relais bei Senden den Widerstand R2 an der Basis des Transistors Q1 mit Massepotenzial verbindet. Dies erfolgt an JP1 in Bild 3. Q1 schaltet daraufhin die 12-V-Betriebsspannung an den Eingang des Spannungsreglers U1, der dann über R7 und RV die Gate-Spannung für die Ruhestromeinstellung der Endstufentransistoren bereitstellt.

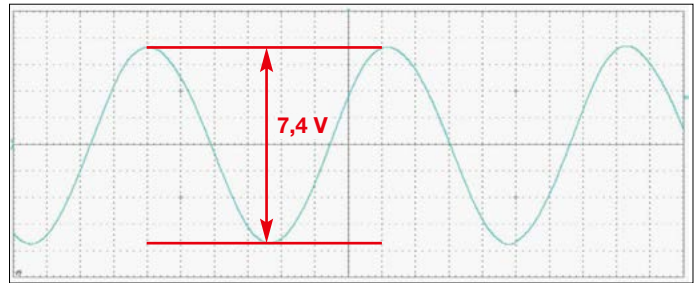
Wenn JP1 direkt an den PTT-Ausgang eines Transceivers angeschlossen wird, kann es passieren, dass der Spannungsunterschied zwischen dessen *High*-Potenzial und 12 V beim Empfang bereits ausreicht, um Q1 durchzusteuern. Die Endstufe würde dann permanent aktiv und im Signalweg bleiben. Dies verhindert die Pegelumsetzungsbaugruppe gemäß Bild 5. Hier tritt der Transistor Q2 an die Stelle des Schließers eines PTT-Relais, die anderen Transistoren dienen zur LED-Steuerung der Statusanzeige.

Tipps zur Inbetriebnahme

Ich habe den Verstärker zunächst über die rote Klemme an ein 12-V-Labornetzteil mit Strombegrenzung angeschlossen und ein Milliampereometer in Reihe geschaltet. Die graue Klemme für die Spannung der Endstufentransistoren blieb zunächst ungeschaltet. Erwartungsgemäß lag die Stromaufnahme in diesem Zustand bei null. Nach dem Zurückdrehen des Schleifers des Bias-Einstellwiderstands RV1 auf masseseitigen Anschlag schloss ich die PTT-Brücke JP1. Daraufhin klickte das Relais hörbar und die Stromaufnahme entsprach der des Relais.

Anschließend prüfte ich durch langsames Erhöhen der Bias-Spannung, ob sich an den Gate-Anschlüssen des MRF186 eine Vorspannung zwischen 0 V und maximal 5 V einstellen ließ. Dann wurde diese

Bild 6:
Kurvenform
des Signals am
Ausgang der End-
stufe bei 28 MHz,
siehe Text



Spannung wieder auf null gestellt, bevor ich an die graue Klemme über einen Strommesser die Endstufen-Versorgungsspannung von 12 V anschloss. Mit RV wurde die gemeinsame Stromaufnahme beider Transistoren auf etwa 1 A eingestellt. In diesem Fall betrug die jeweilige Gate-Spannung ungefähr 2 V.

Die Einhaltung dieser Vorgehensweise hat sich bewährt und ist daher zu empfehlen. Sie hilft, mögliche Bestückungs- oder Verdrahtungsfehler rechtzeitig aufzudecken und dadurch Bauelementeschäden zu vermeiden.

Messungen mit Oszilloskop und Netzwerkanalysator

Zur Funktionsprüfung hatte ich an den Eingang des Verstärkers einen HF-Genera-

rator angeschlossen, der ein sinusförmiges Ausgangssignal zwischen 1 MHz und 30 MHz liefern konnte. Der Ausgang war mit einem Dummy-Load 50 Ω /100 W abgeschlossen. Dort hatte ich mit dem Oszilloskop die Kurvenform der Ausgangsspannung kontrolliert. Durch geringfügige Veränderung der Bias-Spannung ließ sich ein Kompromiss zwischen Verstärkung, möglichst sauberer Sinus-Kurvenform und Ruhestromaufnahme finden. Das in Bild 6 dargestellte Oszillogramm zeigt ein solches Messergebnis, allerdings nur bei ungefähr 140 mW Ausgangsleistung. Leider war hier der Maximalpegel des ansteuernden HF-Generators erreicht.

Die mit einem Netzwerkanalysator gewonnenen Messergebnisse sind in Bild 7

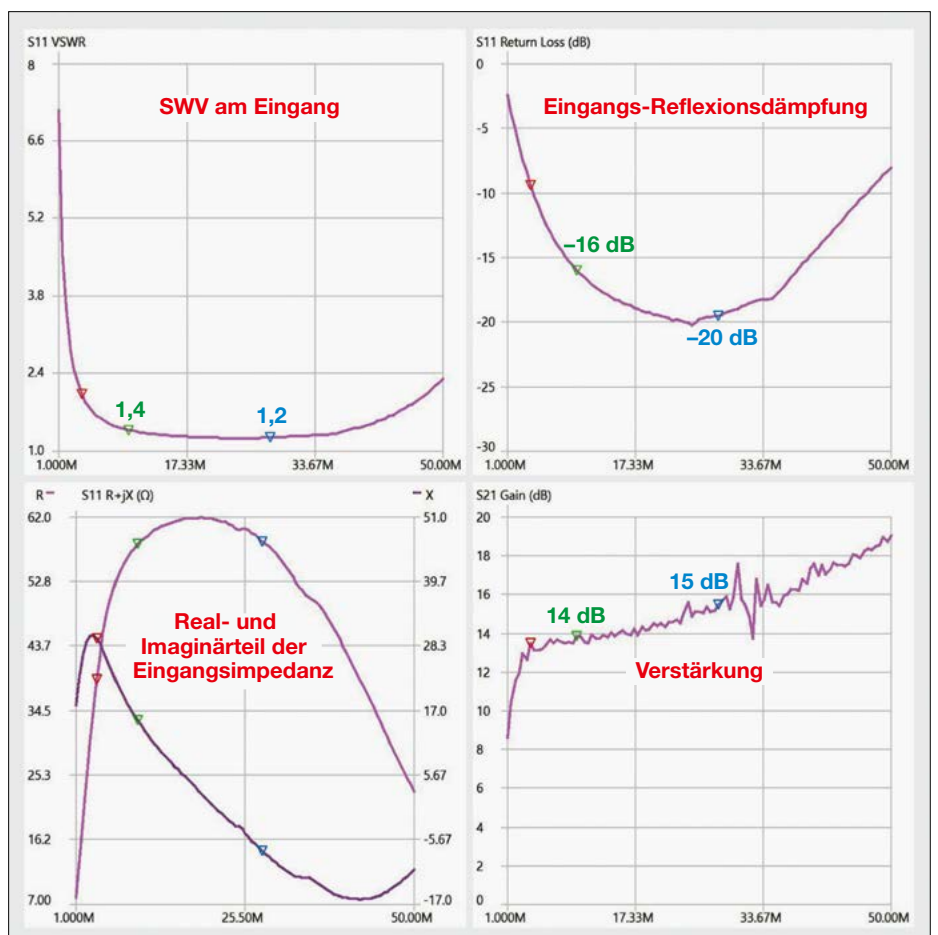
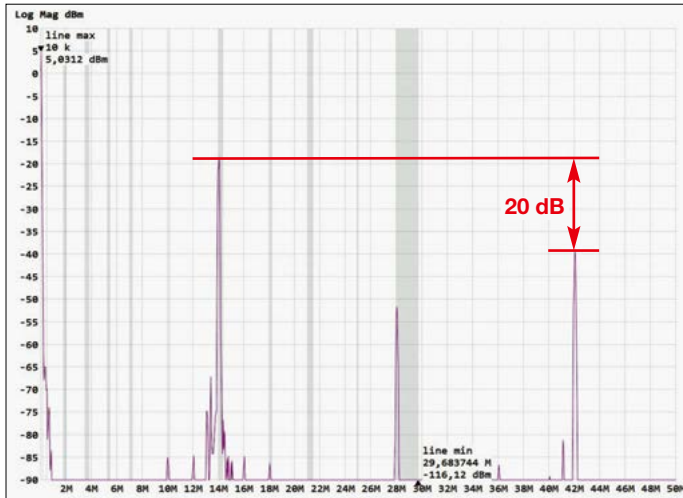


Bild 7: Mit einem Netzwerkanalysator ermittelte S-Parameter und Eingangsimpedanz des Verstärkers im Frequenzbereich von 1 MHz bis 50 MHz; der grüne Marker steht jeweils bei 10 MHz und der blaue bei 30 MHz.



dargestellt. In dem für meine Anwendung interessanten Frequenzbereich von 10 MHz bis 30 MHz lagen das Eingangs-SWV bei $s \leq 1,4$ und die Verstärkung zwischen 14 dB und 15 dB.

Ausgangssignalspektrum

Die Messung des Signalspektrums am Verstärkerausgang ergab das in Bild 8 dargestellte Ergebnis. Die Differenz zwischen Grund- und Oberwellen ist deutlich geringer als gesetzlich gefordert [5], was bei Gegentaktstufen zunächst nicht Ungewöhnliches ist. Um den geforderten Wert von mindestens 40 dB zu er-

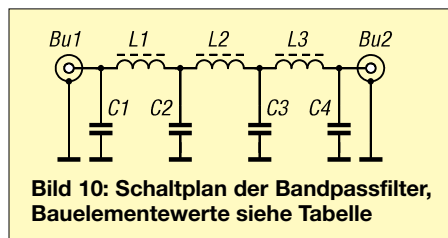


Bild 10: Schaltplan der Bandpassfilter, Bauelementwerte siehe Tabelle

Bandabhängige Bestückung der Tiefpassfilter*

Band	C1, C4 [pF]	C2, C3 [pF]	L1, L3 [μH]	L2 [μH]
80 m	510	1300	2,64	3,26
40 m	330	750	1,51	1,79
30 m	180	470	0,95	1,19
20 m	180	390	0,77	0,90
15 m	130	270	0,53	0,61
10 m	82	180	0,36	0,42

* siehe auch [3]

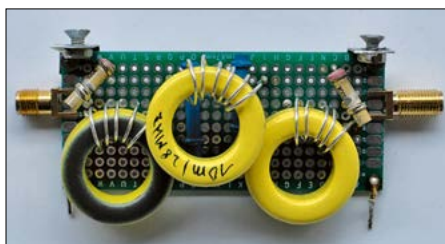


Bild 11: Beispiel für ein aufgebautes Tiefpassfilter, hier auf einer Lochrasterplatte und für das 10-m-Band dimensioniert

Bild 8: Ausgangssignalspektrum der Endstufe bei einem 14-MHz-Eingangssignal ohne Tiefpassfilter ...

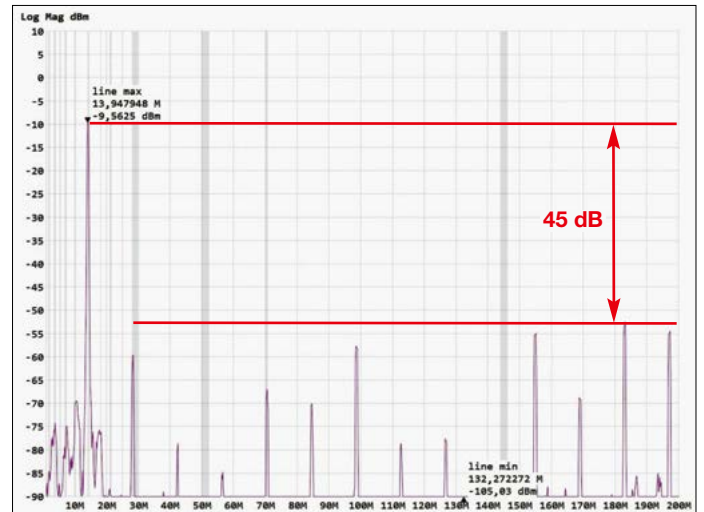


Bild 9: ... und mit einem nachgeschalteten siebenpoligen Tiefpassfilter gemäß Schaltplan in Bild 10

reichen, ist also ein entsprechend dimensioniertes Tiefpassfilter am Verstärkerausgang erforderlich, Bild 9. Normalerweise sollte man diese Messung bei maximaler Ausgangsleistung vornehmen. Leider stand mir aber kein geeigneter HF-Generator als Steuersender zur Verfügung. Mein Transceiver kam dafür nicht infrage, weil er keine kontinuierliche Leistungseinstellung zuließ und geeignete Dämpfungsglieder nicht vorhanden waren. Die grundsätzlichen Aussagen zu den Pegelverhältnissen gelten aber auch bei reduzierter Leistung.

Tiefpassfilter

Bei 28 MHz lag der Pegel der zweiten Oberwelle übrigens nur noch 15 dB unterhalb der Grundwelle, was die Notwendigkeit eines Tiefpassfilters nochmals unterstrich.

Bild 11 zeigt ein auf einer Lochrasterplatte aufgebautes Tiefpassfiltermodul, hier für das 10-m-Band. Der Schaltplan ist in Bild 10 dargestellt. Die Spulen wurden auf Ringkerne T68-6 gewickelt. Eine gute Unterstützung bei der Dimensionierung der Bauelemente für Tiefpassfilter bietet z.B. [6].

Ursprünglich war geplant, sechs solcher Filtermodule mit jeweils unterschiedlicher Grenzfrequenz in baugleichen Gehäusen unterzubringen. Die Umschaltung sollte über einen Drehschalter erfolgen. Den Einsatz von Relais wollte ich vermeiden, um die Spannungszuführung zur Filterbaugruppe zu sparen. Dies hat sich aber leider nicht bewährt, weil es immer

wieder zu wilden Schwingungen im UKW-Bereich kam. Nur mit einem Filtermodul für jeweils ein einziges Kurzwellenband arbeitete die Schaltung stabil. Nun möchte ich mehrere solcher Module in getrennte Metallgehäuse einbauen. Dies

könnte aber das Thema eines separaten Beitrags werden.

Abschließende Bemerkungen

Der IRF530 ist zwar ein leistungsfähiger Schalltransistor, aber seine Signalverstärkung ist aufgrund der hohen Gate-Kapazität oberhalb von 10 MHz nicht mehr ausreichend. Für niederfrequente Bänder ist er jedoch eine gute Wahl. Ob die Ausgangsleistung des Verstärkers mit dem MRF186 auch bei 24 V zufriedenstellend ist, muss noch untersucht werden. Dies ist vermutlich eine Frage der Anpassung mit den beiden Transformatoren, was in einem späteren Beitrag diskutiert werden könnte.

dm7gbw@dark.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Meyer, I., DK3RED: Getestet: 30-W-Verstärkerbaugruppe für den KW-Bereich. FUNKAMATEUR 73 (2024) H. 12, S. 972–973
- [2] Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG: 26452 Sande, Tel. (044 22) 955-333, www.reichelt.de Artikel-Nr. V 7331G
- [3] Schwärzler, C., OE1CGS: 50W-HF-Verstärker. www.oe1cgs.at/50w-hf-verstaerker
- [4] Conrad Electronic SE, 92530 Wernberg-Köblitz, Tel. (096 04) 40 87 87; www.conrad.de
- [5] Bundesnetzagentur: Verfügung Nr. 33/2007, Amateurfunk: Richtwerte für unerwünschte Aussendungen gemäß § 6 Abs. 4 Satz 2 der Amateurfunkverordnung (AFuV). www.bnetza.de/amateurfunk → Verfügungen und Mitteilungen
- [6] LeLeivre.com: Chebyshev Lowpass Filter Designer. https://leleivre.com/rf_chebyshev_LPF.html
- [7] Steyer, M., DK7ZB: VMOSFETS als Kurzwellen-Sendeverstärker. FUNKAMATEUR 46 (1997) H. 7, S. 820–823
- [8] Brown, R., M0RZF: Economy HF amplifier project. www.m0rzf.co.uk/PA_Old/index.html
- [9] Arnold, H., DL2EWN: Breitbandige KW-Linearendstufe mit HF-Leistungs-MOSFET. FUNKAMATEUR 57 (2008) H. 7, S. 741–744; H. 8, S. 866–869; H. 9, S. 956–960

DigiMatch – Antennenkoppler mit symmetrischem Ausgang

ARNO HAUSMANN – DK1KX

Als Speiseleitung für eine symmetrische Antenne sollte im besten Fall eine „Hühnerleiter“ zum Einsatz kommen. Lässt sich diese nicht bis ins Shack zu einem Antennenkoppler führen, ist beispielsweise das nachfolgend vorgestellte Selbstbauprojekt DigiMatch verwendbar. Es besteht aus einer symmetrischen Anpasseinheit und einer Steuerbox zur Fernbedienung.

Im KW-Bereich, insbesondere für die unteren Bänder, kommen häufig Dipolantennen zum Einsatz. Deren Bemessung auf die halbe Wellenlänge bestimmt die mit optimalem Wirkungsgrad nutzbare untere Resonanzfrequenz. Um zusätzlich eine hohe Gleichtaktunterdrückung, also we-

Eine symmetrische Antenne hat demgegenüber durch ihre Gleichtaktunterdrückung deutliche Vorteile. Im Idealfall bleibt die Störquelle ohne Auswirkung auf das Empfangssignal, in der Praxis sind die Störungen zumindest um etliche Dezibel gedämpft. Doch nicht selten sind



Bild 1: Ansicht zweier komplett bestückter und in Gehäuse eingebauter Antennenkoppler DigiMatch, hier die Seite mit den Anschlüssen der Zweidrahtleitung **Fotos: DK1KX**

niger Rauschen und Störungen, zu erzielen, ist die Zuleitung symmetrisch auszuführen.

■ Entwicklung

Der Vorgänger des nachfolgend beschriebenen DigiMatch war 2020 ein Antennenkoppler mit Steuerungseinheit für endgespeiste Antennen. Dabei befand sich der Antennenkoppler oben am Antennenmast und speiste direkt den Antennendraht. Das elektrische Gegengewicht bestand aus dem Mast und der Potenzialleitung mit der zusätzlich kontaktierten Dachrinne. Generell ist das eine gut funktionierende Multi-bandantenne, bei der aber prinzipbedingt unerwünschte Erdströme auftreten. Beim Senden war das unauffällig, doch beim Empfang von schwachen Stationen störte ein zum Teil erheblicher Rauschpegel. Außerdem machte sich bemerkbar, dass in nahezu jedem Haushalt eine Vielzahl elektronischer Störer vorhanden ist, die meist ein unsymmetrisches Rauschpotenzial gegen Erde aufweisen.

es genau die paar Dezibel, die für eine erfolgreiche Funkverbindung vonnöten sind.

Um den zur Verfügung stehenden Platz sowie die Ressourcen zum Aufhängen einer Dipolantenne optimal zu nutzen, ist die Zwangsanpassung mithilfe eines Antennenkopplers eine gute Lösung. So lässt sich die Antenne zusätzlich auf allen KW-Bändern oberhalb der halben Wellenlänge anpassen und somit zum Senden nutzen.

Da die Anschlussimpedanz jedoch frequenzabhängig ist und sich teilweise bereits im Abstand weniger zehn Kilohertz erheblich ändert, muss der Antennenkoppler einen großen Variationsbereich mit kleinen Schrittweiten aufweisen. Einstellbare Blindkomponenten in Form von Spulen und Kondensatoren sind in diesem Zusammenhang unabdingbar.

Manuell einstellbare Antennenkoppler befinden sich üblicherweise im Shack. Doch nicht immer lässt sich die Zweidrahtleitung bis dorthin führen. Zwar gibt es

Technische Daten des DigiMatch

Bänder	160 m bis 10 m (6 m, 4 m)
Anpassbereich	20 Ω bis 5 k Ω
Belastbarkeit	750 W mit Reserve
Steuerbox	OLED-Display, Dreh-Encoder, CAT-Schnittstelle optional
Anpasseinheit	symmetrisch, Konfiguration als Tiefpassfilter, Balun am Koaxialkabeingang
Steuerleitung	Twisted-Pair
Spannungsversorgung	Steuerbox 13,8 V direkt, Anpasseinheit via Steuerleitung

auch automatisch abstimmbare Antennenkoppler, die sich zum Anpassen einer symmetrischen Antenne samt ebensolcher Zuleitung eignen. Doch diese sind überwiegend als konventionelle L-Koppler aufgebaut. Sie besitzen lediglich einen Balun am Übergang zum Koaxialkabel. Angepasst wird dann jedoch nur ein Antennenast, da der andere direkt mit dem Balun verbunden ist und erst durch diesen ein symmetrisches Antennensystem entsteht.

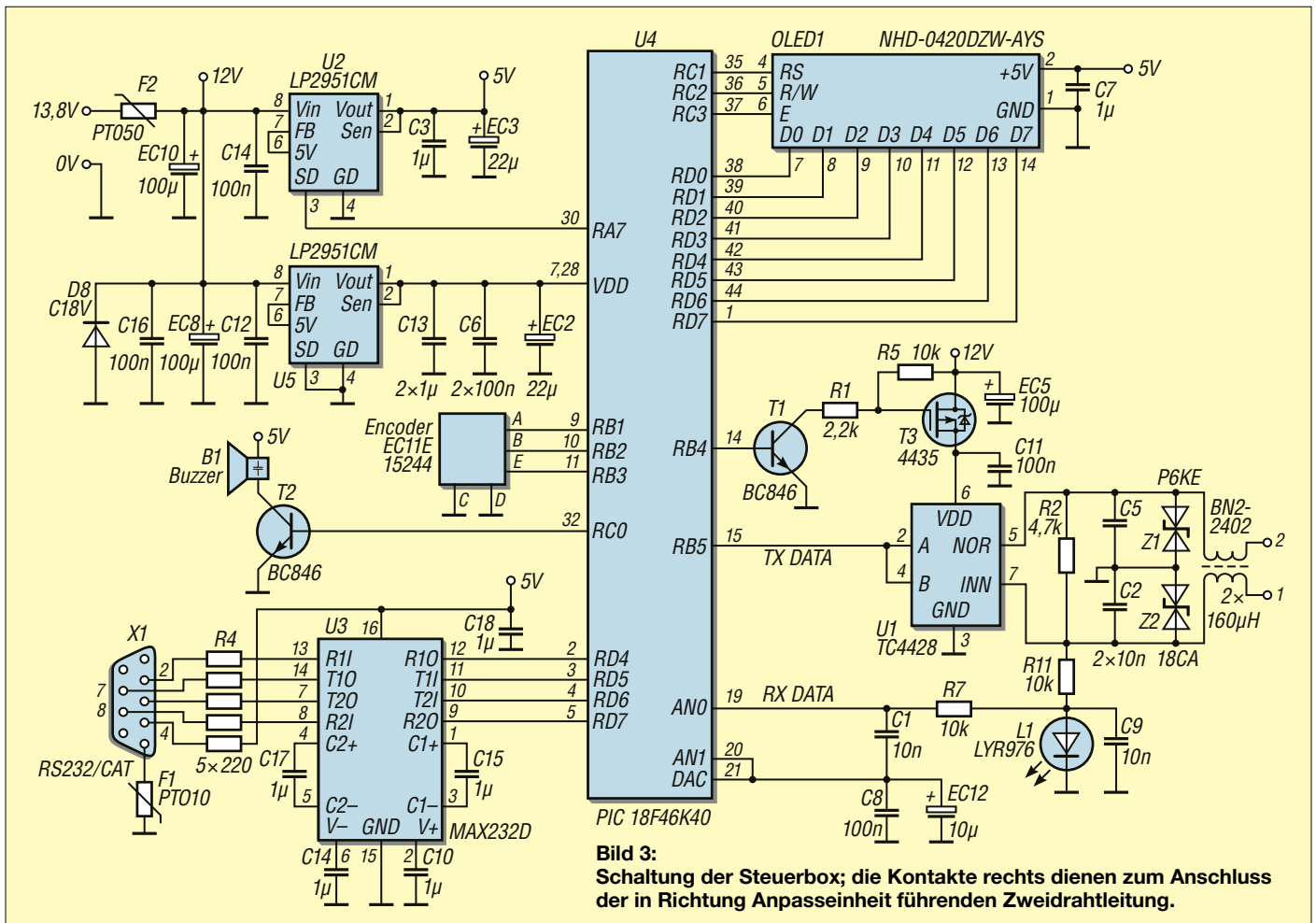
Zwei wirklich symmetrisch arbeitende Antennenkoppler, die sich für die Montage am Fußpunkt der Antenne eignen, sind in [1] und [2] beschrieben. Deren Steuerung erfolgt von dem ohnehin meist im Shack vorhandenen PC über eine RS485-Schnittstelle.

■ Grundaufbau und Anforderungen

Das DigiMatch besteht aus zwei Komponenten: der fernbedienbaren Anpasseinheit (Bild 1) direkt an der Antenne bzw. deren symmetrischer Speiseleitung sowie der Steuerbox (Bild 2) neben dem Transceiver. Beide sind lediglich mittels einer simplen Steuerleitung verbunden. Das HF-Signal gelangt wie gewohnt über das parallel verlegte, möglichst dämp-



Bild 2: Die auf dem Stationstisch befindliche Steuerbox dient zur Fernbedienung der Anpasseinheit und fragt automatisch etwa einmal pro Minute die aktuellen LC-Einstellwerte ab.

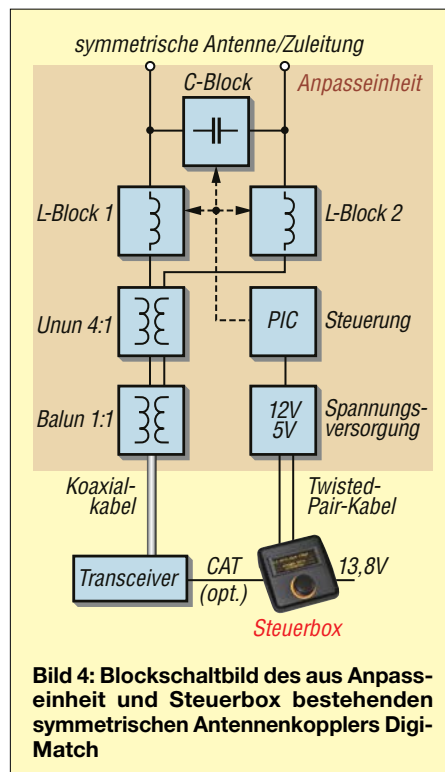


fungsarme Koaxialkabel vom Transceiver zur Anpasseinheit. Als Steuerleitung genügt Klingeldraht, Zwillingslitze oder Twisted-Pair. Diese Leitung bildet die Grundlage für einen einfachen, aber robusten Datenbus, der aufgrund seines bipolaren Datensignals gleichzeitig die Versorgungsspannung der Anpasseinheit bereitstellt.

In der Anpasseinheit kommen bistabile Relais mit zwei Spulen zum Einsatz, wobei eine zum Einschalten und die andere zum Ausschalten genutzt wird. Die auf diese Weise betätigten Kontakte verbleiben bis zur erneuten Ansteuerung selbst ohne Spannung im vorgegebenen Zustand. Bei der Verwendung von bistabilen Relais lässt sich somit die Stromaufnahme minimieren, was gerade bei einer ferngespeisten Anpassung von Vorteil ist. Hinsichtlich der Konstruktion mussten folgende Anforderungen erfüllt werden:

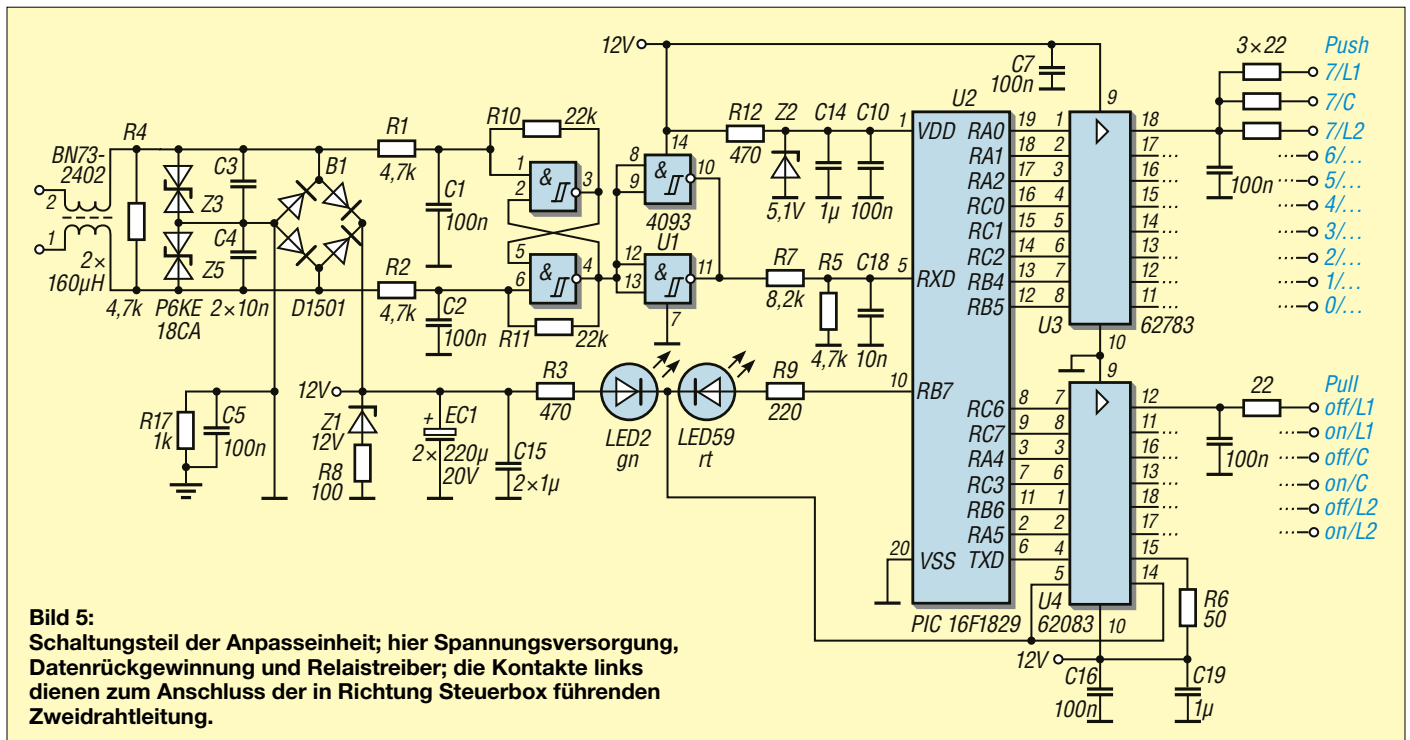
- Die für die in Deutschland zulässige Sendeleistung ausgelegte Anpasseinheit sollte ein echter symmetrischer L/C-Aufbau mit Tiefpassverhalten sein, dessen Bauteile im Hinblick auf geringe Verluste hohe Güte besitzen und mit $20\ \Omega$ bis $5\ k\Omega$ einen großen Bereich für die Anschlussimpedanz ermöglichen.

- Der verwendete Strombalun muss eine hohe Gleichtaktunterdrückung besitzen.
- Die mit OLED-Display und Dreh-Encoder ausgestattete Steuerbox sollte



sich mit einer Hand bedienen lassen, aber auch eine RS232-Schnittstelle (CAT) zur automatischen Bandumschaltung besitzen.

- Im Frequenzbereich von 160 m bis 10 m gefundene Anpassungen sollten sich in einer integrierten Datenbank abspeichern und von dort per Kopfdruk wieder abrufen lassen.
- Die Fernsteuerung nebst Rückmeldung (Handshake) und die Stromversorgung der Anpasseinheit erfolgen über einen dem RS485-Standard ähnlichen Zweidrahtbus als offenes ASCII-Datenprotokoll. Dies lässt prinzipiell die Steuerung mehrerer Geräte, z.B. Antennenkoppler, Antennenrotor und Antennenhalter, über einen gemeinsamen Bus zu.
- Das großzügig bemessene Gehäuse der Anpasseinheit musste für den Außenbereich geeignet und der Nachbau des DigiMatch mit Amateurmitteln einfach möglich sein.
- Der Mikrocontroller der Steuereinheit war mit einem Bootloader auszustatten, mit dessen Hilfe sich von einem Windows-PC aus über ein USB-Kabel Software-Updates und Erweiterungen einladen lassen.



■ Funktion und Aufbau der Steuerbox

Die Steuerbox ist ein kompaktes Tischgerät zur autarken Steuerung und Verwaltung der Frequenz- und Abstimmeeinstellungen der Anpasseinheit. Es ermöglicht die bequeme Bedienung sowie die zuverlässige Speicherung bandbezogener Konfigurationsdaten für den Multibandbetrieb. Die Stromversorgung kann von einem 10-W-Steckernetzteil mit 13,8 V erfolgen. Das zum Einsatz kommende, kontrastreiche OLED-Display ist selbst bei ungünstigen Lichtverhältnissen gut ablesbar. Ein multifunktionaler Dreh-Encoder mit Tastfunktion erlaubt eine intuitive Navigation durch die Menüstruktur und die präzise Einstellung der Spulen-Kondensator-Kombinationen in der Anpasseinheit. Über den KX-Steuerbus und die Zweidrahtleitung wird ein Datenpaket an die Anpasseinheit gesendet. Das bipolare Datensignal dient gleichzeitig zur Spannungsversorgung der Anpasseinheit, wodurch ein separat geführtes Kabel entbehrlich

ist. Außerdem ist eine Stromschleife vorhanden, über die Rückmeldungen der Anpasseinheit ausgewertet werden. Derzeit sind dies die LC-Einstellwerte und die Temperatur im Gehäuse der Anpasseinheit.

Jede Anpassung erfolgt zunächst manuell bei einer am Transceiver verringerten Sendeleistung. Als Abstimmanzeige kann ein separates SWV-Messgerät oder das in modernen Transceivern ohnehin meist vorhandene SWV-Instrument dienen. Mit etwas Probieren und Geschick sollte sich auf allen Bändern nahe der oberen und unteren Bandgrenze sowie in deren Mitte nahezu $s = 1$ einstellen lassen. Die ermittelten LC-Kombinationen werden per Knopfdruck mit der dazugehörigen Frequenz in der Datenbank der Steuerbox abgespeichert, um sie dann bei einem Bandwechsel wieder schnell abrufen zu können. Zur automatisierten Frequenz/Bandumschaltung in Verbindung mit kompatiblen Transceivern oder vorhandenen Steuerungen habe ich eine CAT-Schnittstelle

im RS232-Standard vorgesehen. Diese ermöglicht auch Software-Updates.

■ Funktion und Aufbau der Anpasseinheit

Analog- und Digitalteil der Anpasseinheit sind auf 285 mm × 225 mm großen, 2 mm dicken FR4-Platinen untergebracht, die über verteilte Kontaktreihen miteinander verbunden und mithilfe von Abstandshaltern verschraubt sind. Dies gewährleistet neben dem robusten Aufbau und der räumlichen Trennung von HF- und Steuerleitungen die Vermeidung von Kopplungen.

Auf dem Analogteil befindet sich u. a. der zwischen zwei Platinen eingebaute 1:1-Strombalun, der für einen Frequenzbereich von 1 MHz bis 70 MHz entworfen wurde. Er dient als Mantelwellensperre (*Common Mode Choke*) zur Erzwingung symmetrischer Ströme. Ich verwende zur Reduktion von Verlusten, zur Verbesserung des Wirkungsgrads und der Signalqualität zwei verklebte Ferritringkerne FT240-43. Vier

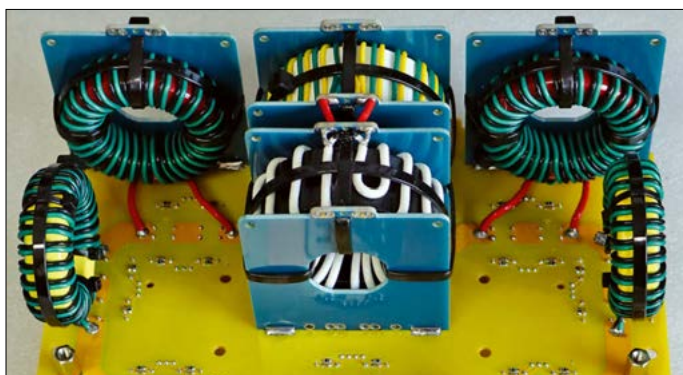


Bild 6:
Analogteil der Anpasseinheit mit montiertem Balun/Unun (Mitte) und je zwei Anpassspulen

Bild 7:
Innenansicht der Steuerbox, deren Anschlüsse auf der Rückseite der Gehäuseoberschale herausgeführt sind



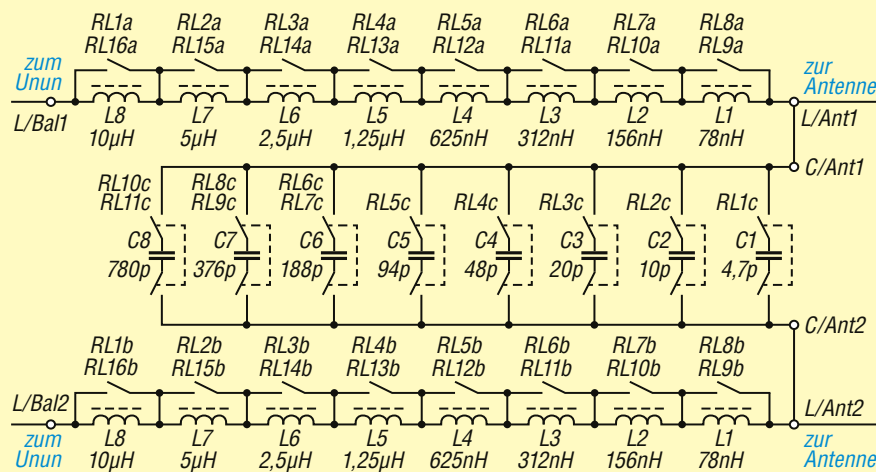


Bild 8: Kontakte, Spulen und Kondensatoren der beiden L-Blöcke (oben und unten) und des C-Blocks (Mitte) in der Anpasseinheit

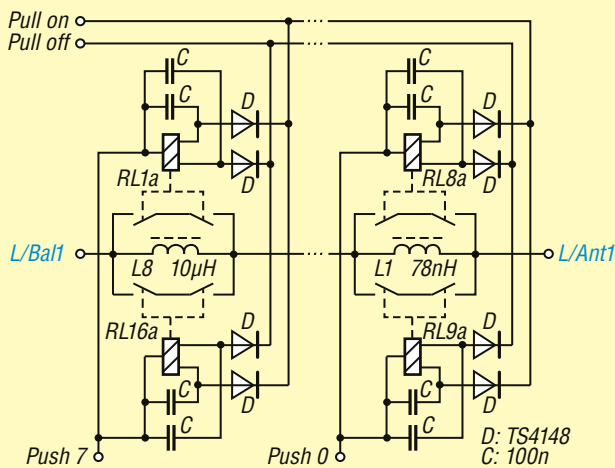


Bild 9: Ansteuerung der Relais in einem der beiden, hier nur auszugsweise dargestellten L-Blöcke der Anpasseinheit

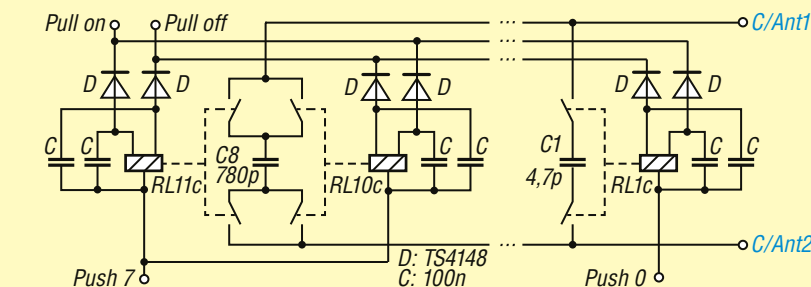


Bild 10 (unten): Prinzip der Ansteuerung der Relais im C-Block der Anpasseinheit

versilberte PTFE-Litzen (AWG16) kommen als Wicklungen zum Einsatz. Es schließt sich ein symmetrischer 4:1-Übertrager nach *Sevick* an, der als Impedanztransformator dient. Gleichzeitig stellt dieser eine galvanische Verbindung aller Anschlüsse – also gegen Masse – her, was das beste Mittel gegen statische Aufladungen der Antenne ist. Es finden zwei ebenfalls verklebte Ferrittringkerne FT240-67 und 25-Ω-PTFE-Koaxialkabel Verwendung. Der Einbau erfolgt auch in diesem Fall stehend zwischen zwei Platinen. Das symmetrisch aufgebaute LC-Transformationsnetzwerk besteht aus zwei Reihen von je acht Spulen und einem dazwischen angeordneten Block mit acht Kondensatoren. Um eine hohe Güte zu errei-

chen, kommen sechs Luftspulen (vier davon aus 4-mm-Kupferrohr) und zwei Spulen auf Eisenpulverringkernen T225-2 und T200-6 zum Einsatz. Für Letztere nutze ich versilberte PTFE-Litze mit AWG16, da diese spannungs- und temperaturfest ist. Bis auf die Stützkondensatoren kommen im Kondensatorblock Keramik Kondensatoren Class-1, NPO/COG mit 6 kV Spannungsfestigkeit zum Einsatz, die einen sicheren Betrieb im zulässigen Leistungsbereich ermöglichen und eine ausreichende Langzeitstabilität besitzen. Die gasdichten, bistabilen Netzrelais besitzen je zwei Kontakte. Letztere weisen eine hohe Stromtragfähigkeit und eine geringe Kontaktkapazität auf. Außerdem werden zum Überbrücken jeder Spule je-

weils zwei Relais verwendet, ebenso bei den drei Kondensatoren mit den höchsten Kapazitäten. Dies minimiert die Verluste und verhindert durch die Kontaktreihenschaltung Spannungsüberschläge.

Die Relais im Analogteil sind als Matrix 8 × 3 angeordnet, sodass die acht Ausgänge (*Push 7* bis *Push 0*) des Schaltkreises U3 (62783) zusammen mit den drei Anschlusspaaren (*Pull on*, *Pull off*) des U4 (62083) zum Schalten der bistabilen Relais ausreichen. Die Ansteuerung erfolgt paketweise während der Abstimmung oder beim Abruf einer Einstellung aus dem Speicher. Damit ergeben sich insgesamt $2^8 \cdot 2^8 = 65\,536$ Abstimmungsschritte.

Dazu wertet der Mikrocontroller U2 (PIC 16F1828) die über den Zweidrahtbus eintreffenden Daten aus, steuert mithilfe der DMOS-Treiber-ICs U2 und U3 die Relais und gibt über eine über den gleichen Bus realisierte Stromschleife Rückmeldungen zur Steuerbox aus.

Auf der Platine des Digitalteils ist auch der Schaltungsteil untergebracht, mit dem aus dem Signal des Datenbusses die Versorgungsspannung der gesamten Anpasseinheit gewonnen wird.

Das robuste, wettergeschützte Gehäuse besteht aus Polycarbonat, weist als Schutzart IP68 auf und erfüllt den Standard UL 94 5VA. Es lässt sich somit, z. B. unter einem Vordach oder in wetterfester Einhausung, auf Dauer im Außenbereich verwenden.

Schlussbemerkungen

Viele auf den Kurzwellenbändern aktive Funkamateure erleben die Faszination am Hobby beim Selbstbau und Optimieren von Antennen. Hierzu zählt auch der Selbstbau von funktechnischen Geräten, wie einem Antennenkoppler.

Der bei mir seit fünf Jahren im Dauereinsatz befindliche und im Signalweg nach einer Endstufe angeordnete DigiMatch bietet die Möglichkeit – oder die Notwendigkeit – passende Spulen und Ringkerne selbst zu bewickeln und einzulöten, da diese nicht käuflich erhältlich sind. Ich habe das DigiMatch in der Zwischenzeit auch mit Erfolg an unterschiedlichsten Antennensystemen getestet.

Leiterplatten samt SMD-Bestückung und Bauteilsätze sind bei entsprechender Nachfrage von bei erhältlich. arno@dk1kx.de

Literatur

- [1] Graubner, N., DL1SNG: Selbstbau eines symmetrischen Antennenkopplers für 1 kW. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 1, S. 61 – 63; H. 2, S. 178 – 181; H. 3, S. 298 – 301; H. 4, S. 409 – 411
- [2] Graubner, N., DL1SNG: Ferngesteuerter symmetrischer Antennenkoppler für 200 W. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 7, S. 762 – 765; H. 8, S. 864 – 867; H. 9, S. 979 – 982

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

zum Anzeigenteil

weiter zu nächsten redaktionellen Seite

Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:

Werner Dreckmann, DH4KAV

Krokusweg 16 b

53819 Neunkirchen-Seelscheid

E-Mail: dh4kav@aatis.de

■ Vorstandstreffen in Baunatal

Am 11.10. traf sich der erweiterte Vorstand zu seiner jährlichen Klausurtagung, welche dieses Jahr in Baunatal stattfand. Schon am Vorabend stattete uns der 1. Vorsitzende des DARC e.V., Christian Entsfellner, DL3MBG, in der „Alten Schmiede“ des Hotels Stadt Baunatal einen Besuch ab.

Der AATiS steht kurz davor, die Mitgliederzahl von 700 zu erreichen. Die zukünftigen Erfordernisse eines Vereins dieser Größe machen weitere Maßnahmen im Bereich der Digitalisierung notwendig, von der in erster Linie die Mitgliederverwaltung und die Materialwirtschaft betroffen sein werden. Verschiedene Softwarelösungen werden momentan dafür getestet.

Vorgaben des Finanzamtes machen ab 2027 die Unterscheidung zwischen Mitgliedern und Nichtmitgliedern beim Direktverkauf von Medien notwendig, weshalb die Einführung von digital lesbaren Mitgliedsausweisen erwogen wird.

Weitere Themen waren die Organisation der Mitgliederversammlung und des Bundeskongresses in Goslar sowie geplante Veranstaltungen mit AATiS-Beteiligung im Jahr 2026. Neben der traditionellen Teilnahme an Messen, wie der Ham Radio, dem Funktag Kassel und der UKW-Tagung Weinheim, wurde auch die zukünftige Beteiligung an Veranstaltungen diskutiert, die sich weniger an Funkamateure, sondern eher an unsere Zielgruppe der Multiplikatoren und Lehrkräfte richten.

Diese Thematik wird auch in die zukünftige Ausgestaltung der Kooperation mit dem DARC e.V. einfließen, die ebenfalls auf dem Vorstandstreffen diskutiert wurde.



Für die kommende Mitgliederversammlung im März 2026 wurde ein Vorschlag zur Abstimmung einer Satzungsänderung erarbeitet, welche die Ausarbeitung einer Beitragsordnung ermöglichen soll und die Vereinsziele im Hinblick auf die MINT-Bildung besser



hervorhebt. Die zehnstündige Marathonsitzung schloss mit einem gemeinsamen Abendessen im Hotel ab. Die geplanten Satzungsänderungen werden den Mitgliedern zusammen mit der Einladung zur Jahreshauptversammlung, welche am 6.3.2026 stattfindet, zugestellt.

■ Die Geschichte vom Lehrer Lämpel

Seit 40 Jahren prägt nun der Lehrer Lämpel das Logo unseres Vereins. Die Zeichnung des schrulligen Lehrers mit der Morsetaste wurde von einem Mitglied bei einer frühen AATiS-Veranstaltung in Stuttgart mit Hand und Bleistift erstellt.



Lämpel nach der Explosion
Zeichnung: Wilhelm Busch (gemeinfrei)

Den älteren Mitgliedern ist diese Figur aus der Bildergeschichte „Max und Moritz“ des 1908 verstorbenen Dichters und Zeichners Wilhelm Busch bekannt. Bei jüngeren Generationen ist dies kaum noch der Fall. Auf die Frage nach der abgebildeten Person wurden schon Antworten wie „Martin Luther mit Waage“ und „Meister Lampe“ genannt. Zum einen wollte Wilhelm Busch das Klischeebild eines Lehrers seiner Zeit darstellen, zum anderen ist Lämpel auch eine tragische Figur, die einem hinterlistigen Sprengstoffanschlag der Schüler Max und Moritz zum Opfer fällt und nur schwerverletzt überlebt. Gewalt gegen Lehrer scheint also auch schon im Nachklang der Biedermeierzeit ein Thema gewesen zu sein.

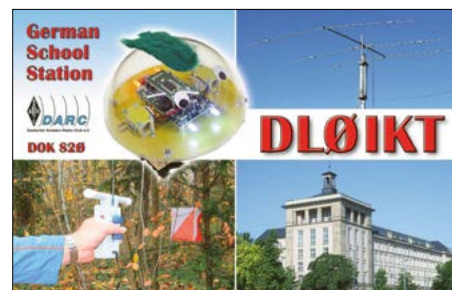
Daher fragen wir uns, ob das Logo noch zeitgemäß ist, oder ob der AATiS seiner Corporate Identity einen neuen Anstrich verleihen sollte. Oder sind „Die Gelben mit dem Lehrer Lämpel“ zu einer Marke mit so hohem Wiedererkennungswert geworden, dass das bisherige Design möglichst wenig verändert werden sollte?

Um hier zu einem Meinungsbild zu kommen, würden wir uns über kritische Zuschriften unserer Leser an dh4kav@aatis.de freuen.

■ Aktuelle Liste der aktiven Schulstationen

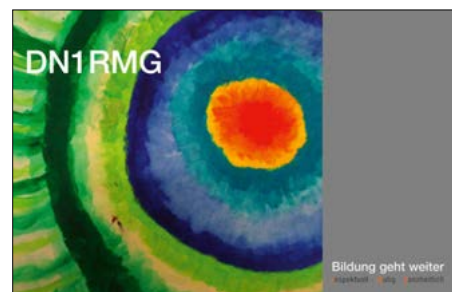
Eine aktualisierte Liste aktiver Schulstationen liegt wieder zum Abruf per E-Mail bereit. Die Liste soll zur Vernetzung und Kontaktaufnahme der Schulstationen für Skeds, Kooperationen und zum Erfahrungsaustausch dienen. Sie enthält inzwischen 52 Stationen, davon 14 aus dem europäischen Ausland. Die jeweils aktuelle Liste lässt sich unter schoolstations@aatis.de anfordern. Eingetragene Stationen erhalten automatische Updates.

Als Schulstationen gelten Amateurfunkstationen an Schulen, Hochschulen, beruflichen Bildungseinrichtungen und MINT-Bildungsstätten (z.B. bei Museen und Bildungsvereinen), auch wenn diese nur temporär aktiv sind.



Für einen Eintrag in die Liste werden folgende Angaben benötigt: Name und Anschrift der Bildungseinrichtung, Rufzeichen der Schulstation oder genutzte Ausbildungsrufzeichen, Kontaktdaten des zuständigen Fachlehrers bzw. Stationsverantwortlichen und eine formlose Einwilligung zur Weitergabe der Kontaktdaten an andere Stationen.

Angaben über eine eventuell vorhandene Website, auf der die Schule über ihre Amateurfunk- und MINT-Aktivitäten informiert, sind ebenfalls erwünscht. Anträge auf Eintrag können an die zuvor genannte E-Mail-Adresse gerichtet werden.



■ Neue/r Kassierer/in gesucht

Mathias Dahlke, DJ9MD, hat seit 2021 beim AATiS e.V. das Vorstandsamt des Kassierers inne. Nach fünf Jahren möchte er dieses Amt zur kommenden Mitgliederversammlung am 6.3.2026 vertrauensvoll an eine/n Nachfolger/in übergeben. Mitglieder, die sich dazu berufen fühlen – gerne auch mit Erfahrung im Finanzwesen – können ihr Interesse bei vorstand@aatis.de bekunden und/oder sich mit Fragen zu Amt und Aufgaben direkt an Mathias unter dj9md@aatis.de wenden. Mathias wird dem/der neuen Amtsinhaber/in während der Einarbeitungsphase hilfreich zur Seite stehen.

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX

Postfach 25 43, 37015 Göttingen

E-Mail: cbjf@funkamateure.de

■ Stabo xm 5010e

Achtet man bei Autobahnfahrten darauf, lassen sich noch immer zahlreiche Lastkraftwagen mit Antennen für den 11-m-CB-Funk entdecken. Hauptsächlich an Berufskraftfahrer im Transportwesen wenden sich mobile automatische Funkwarnbaken, die auf Fernfahrerkänen des CB-Funks mit Ansagen „Achtung Gefahrenstelle“ auf in Fahrtrichtung einer Autobahn liegende Tagesbaustellen hinweisen. So auf einen potenziellen Stau aufmerksam gemacht, lassen sich Auffahrunfälle vermeiden. Schon dieser lokale „Ver-

der Frontseite, hier an deren linkem Rand. Direkt darüber ist der Doppeldrehknopf zum Ein-/Ausschalten und zur stufenlosen Einstellung der NF-Lautstärke zugänglich. Über den äußeren Einstellring wählt man die Ansprechschwelle der manuellen Rauschsperre (*Squelch*). Alternativ findet die integrierte ASC-Funktion die korrekte *Squelch*-Einstellung selbst.

Beiderseits des Displays liegen Bedientasten. Diese sind hintergrundbeleuchtet und so auch bei Nachtfahrten mit abgedunkelter Fahrerkabine problemlos bedienbar. Über fünf Tasten links vom Display schaltet man unter anderem zwischen AM und FM um, aktiviert den Suchlauf und wechselt auf die Not- und Anrufkanäle. Auf Letzteren laufen die eingangs erwähnten Ansagen der Warnbaken. Außerdem sind fünf Speicherplätze mit häufig verwendeten Frequenzen belegbar. Für die Kanalwahl sind zwei Pfeiltasten rechts vom Display zuständig. Alternativ dienen hierfür zwei Tasten auf der Oberseite des mitgelieferten Handmikrofons.



Mit dem xm 5010e hat Stabo ein neues AM/FM-Mobilgerät vorgestellt. Das DIN-Einbaugerät passt in den genormten Autoradioschacht.

Werkfoto

kehrsfunk“ sollte bei häufigen Autobahnfahrten Grund genug sein, ein Fahrzeug mit CB-Funk auszustatten.

Stabo war bereits zu Beginn des CB-Funks in Deutschland, also vor nun über 50 Jahren, mit Geräten auf dem hiesigen Jedermannfunkmarkt vertreten. Basierend auf den gesammelten Erfahrungen, entwickelt man regelmäßig Funkgeräte mit hohem Nutzwert. Das jüngste Beispiel ist das AM/FM-Mobilgerät *Stabo xm 5010e* für Sprechfunk mit 4 W auf bis zu 80 Kanälen. Dies ist ein DIN-Einbaugerät (178 mm × 50 mm × 157 mm, Masse 1066 g) mit montiertem DIN-Rahmen für den Autoradioschacht, lässt sich also in entsprechend ausgestatteten Fahrzeugen mit wenig Aufwand installieren. Der DIN-Einbaurahmen ist bei Bedarf abnehmbar, sodass der Einbau ins Fahrzeug auch per mitgeliefertem Haltebügel möglich ist. Das Funkgerät lässt sich zusätzlich zum 12-V-Kfz-Bordnetz in Lkw mit 24 V betreiben und erkennt dies selbst, sodass eine manuelle Umschaltung nicht erforderlich ist.

Im Zentrum der Frontplatte liegt das gut ablesbare große LC-Display mit Hintergrundbeleuchtung. Es zeigt neben dem Funkkanal und dessen Frequenz die Sendart sowie weitere Parameter an. Das rechte Drittel der Gerätefront ist mit dem nach vorn strahlenden eingebauten Lautsprecher belegt. Als Einschubgerät liegt die sechspolige Buchse zum Anschluss des Handmikrofons ebenfalls auf

Weiteres zur Ausstattung in Stichworten: integrierte SWV-Messung mit Messton; mehrere Störfilter; Zweikanalüberwachung; VOX; *Noise Gate*; Roger-Piep; Quittungston; Displayeinstellungen für Farbe, Helligkeit und Kontrast; Ausblendspeicher für den Suchlauf; sechs Ländernormen wählbar. Zum Lieferumfang gehören das Funkgerät mit Stromversorgungskabel und Handmikrofon, ein Entriegelungsbügel für den DIN-Einbaurahmen, zwei zusätzliche Haltebügel mit Schrauben für Funkgerät und Mikrofon, eine gedruckte Bedienungsanleitung. Letztere steht zudem unter <https://stabo.de/stabo-xm-5010e> als PDF-Datei zum Herunterladen bereit.

■ Neue PMR446-Allgemeinzuteilung

Im Amtsblatt 21/2025 vom 5.11. hat die BNetzA mit der Verfügung 91/2025 eine neue „Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Geräte geringer Reichweite (SRD)“ veröffentlicht. Dieses Dokument fasst bisher 18 einzelne SRD-Allgemeinzuteilungen zusammen, einschließlich der für den PMR446-Jedermannfunk. Der entsprechende Abschnitt lautet wie folgt: *Diese Kategorie umfasst tragbare, von einer Person mitgeführte oder manuell bediente Geräte (kein Betrieb als Basisstation oder Signalverstärker (Repeater)), die nur eingebaute Antennen nutzen, um eine bestmögliche gemeinsame Nutzung zu erreichen und funktechnische Störungen zu minimieren. PMR446-Geräte werden*

Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Geräte geringer Reichweite (SRD) Vfg. 91/2025

November 2025

Hiermit wird die Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Funkanwendungen geringer Reichweite (SRD) gemäß § 210 Satz 2 Nummer 2 des Telekommunikationsgesetzes (TKG) bekanntgemacht.

Diese Allgemeinzuteilung wird gemäß § 210 Satz 3 Nummer 1 TKG zusätzlich auf der Internetseite der Bundesnetzagentur unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/Allgemeinzuteilungen> veröffentlicht.

Gemäß § 210 Satz 3 TKG gilt diese Allgemeinzuteilung zwei Wochen nach dieser Bekanntmachung als bekannt gegeben.

Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Geräte geringer Reichweite (SRD)

Auf Grund des § 91 TKG werden hiermit Frequenzen zur Nutzung durch die Allgemeinheit für Funkanwendungen (Geräte) geringer Reichweite zugewiesen.

Am 5.11. hat die Bundesnetzagentur in ihrem Amtsblatt eine neue „Allgemeinzuteilung von Frequenzen zur Nutzung durch Geräte geringer Reichweite (SRD)“ veröffentlicht. Diese betrifft auch Handfunkgeräte für PMR446-Sprechfunk. Screenshot: DL1AX

im Peer-to-Peer-Modus mit geringer Reichweite betrieben und dürfen weder als Teil eines Infrastrukturnetzes noch als Repeater verwendet werden.

Zulässig ist demnach nur direkter Funkverkehr zwischen tragbaren Geräten mit nicht abnehmbaren Antennen. Funkbetrieb über Relaisfunkstationen oder Verbindungen ins Internet sind nicht zugelassen. Die maximale Sendeleistung beträgt weiterhin 500 mW ERP.

CB-Kalender

täglich	Untereibe-Runde 20 Uhr auf Kanal 78 FM (26,935 MHz) und 76 FM (26,915 MHz) Region Harz und Börde ab 19.30 Uhr auf Kanal 28 FM (27,285 MHz) Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
mittwochs	OWL-Runde 21 Uhr auf Kanal 4 AM (27,005 MHz)
freitags	CB-Funk-Runde Oberberg 21 Uhr auf Kanal 32 FM (27,325 MHz) SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz) Chiemgaurunde 21 Uhr auf Kanal 26 USB (27,265 MHz)
samstags	CB-Rhönrrunde 21 Uhr auf Kanal 22 FM (27,225 MHz) NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) OWL-Runde 22.30 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr Kanal 7 FM (27,035 MHz) Kanal-32-Runde 23.59 Uhr auf Kanal 32 USB (27,325 MHz), http://chat.bergdx.de
sonntags	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,055 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) Rhein/Main-SSB-Funkrunde 10 Uhr auf Kanal 14 USB (27,125 MHz) AM-Nostalgierunde Bergisches Land 10 Uhr auf Kanal 6 AM (27,025 MHz) SSB BLN/BRB 19 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz), https://dh7aao.0101.at AM-Runde Teutoburger Wald Kanal 4 AM (27,005 MHz)
so. – do.	Funkrunde Schwerin 19 Uhr auf Kanal 3 FM (26,985 MHz)
20. 12.	Berg-DX 22 bis 00 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)

Kurzwelle in Deutsch

Liste analoger deutschsprachiger Sendungen auf Kurz- und Mittelwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Channel 292* – 6070, 9670 (dt., engl., niederl.; D-r)
0000-2400	Radio Eule – 1500 (München; 10 W)
0400-2300	Funklust („Little Joe“) – 1485 (Erlangen; 0,01/0,1 kW)
0500-0525	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0500-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; zeitw. Relaisendungen)
0525-0530	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0530-0725	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (D-o)
0600-0630	Deutscher Wetterdienst – (5905) 6180 (Seewetterbericht; D-p)
0600-0757	China Radio International – 17 615, 17 720 (Musikprogramm)
0700-0715	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
0700-0725	Radio Rumänien International – 11620
0700-0800	RNI Goldrausch – 6070 (Sa; D-r)
0700-1600	Radio Gloria – 6140 (via Radio Onda; LUX)
0700-1959	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
0725-0730	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
0730-1000	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So – 0900; D-o)
0757-1557	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (Sa/So; engl., dt.; D-w)
0757-2300	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 6160 (engl., dt.; D-w)
0758-1500	Radio Europa 24 – 6150 (dt., engl., niederl.; D-d)
0800-1600	„Weihnachtsmarathon“ – 9670 (25. + 26. 12.; GB)
0800-1800	Radio Mi Amigo – 6085 (dt., engl., franz., niederl.; D-k)
0820-0830	Radio Bukarest – 909, 1593 (So)
0900-1000	RNI Goldrausch – 6070 (So; D-r)
0900-1000	Welle 370 – 6095 (D-n; 1. So/Monat)
0900-1030	St. Martini Gemeinde Bremen – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
0900-1100	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; Sa nach 4. So/Monat; D-r)
0900-1100	Magyar Radio 4 – 873, 1188, 1350
0900-2100	Museumradio AM 1476 – 1476 (Bad Ischl; Sa/So -2200)
0930-1030	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Sa; D-o via HCJB)
1000-1100	Gemeindehilfsbund – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1000-1100	Radio DARC – 6070 (D-r), 9670 (GB); So
1000-1100	Radio Mi Amigo – 6085 (Fr; D-k)
1000-1200	Radio SE-TA 2 – 6115 (unregelmäßig Sa/So; D-h)
1100-1127	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1200	AK biblische Ethik in der Medizin – 3995, 5920 (Mo-Do; D-o via HCJB)
1100-1200	Radio Joystick – 11 805 (1. So/Monat; GB)
1100-1200	Radio PowerRUMpel – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1100-1200	Radio Temeswar (Timisoara) – 630
1100-1600	Shortwaveservice – 6005 (D-k)
1115-1130	Radio Vatikan – 6140 (Mo-Sa via Radio Gloria; LUX)
1130-1200	Evang. Missions-Gemeinden – 6055 (Sa, So; D-n)
1200-1230	Deutscher Wetterdienst – (5905) 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1200-1300	Radio Bukarest – 909, 1593 (Mo-Sa)
1200-1300	SM Radio Dessau – 6070 (D-r), 6095 (D-n; 2. So/Monat)
1200-1300	Welle 370 – 6070 (D-r; 4. So/Monat)
1200-1400	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (D-o; Sa, So 1030-1330)
1225-1325	Stimme von Türkiye – 15 270
1300-1327	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1300-1400	Radio PowerRUMpel – 6070 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1300-1430	Welle 370 – 810 (Berlin; 3. So/Monat)
1300-1500	JAKE-FM – 6070 (dt., engl.; 4. So/Monat; D-r)
1330-1400	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (So; D-o via HCJB)
1400-1800	Radio HCJB Deutschland – 3995, 5920 (Sa, So -1830; D-o via HCJB)
1430-1457	Radio Slowakei International – 6005 (D-k)
1500-1515	Radio Vatikan – 6140 (via Radio Gloria; LUX)
1500-1555	Radio Rumänien International – 13 640
1557-0100	ShortwaveRadio/Shortwave Gold – 3975 (engl., dt.; D-w)
1600-1630	Deutscher Wetterdienst – (5905) 6180 (Seewetterbericht; D-p)
1600-1655	Stimme Koreas – 6170, 9425
1600-1700	Radio DARC – 9670 (Mo; D-r)
1600-1757	Radio China International – 5970, 7380 (Musikprogramm)
1700-1730	Polnischer Rundfunk – 1386 (LTU)
1700-1800	Radio PowerRUMpel – 3955 (Fr nach 2. So/Monat; D-r)
1700-1800	Schweizer Radio und Fernsehen – 3985 (D-k)
1700-1800	Welle 370 – 3955 (D-r; 2. So/Monat)
1700-2000	Shortwaveservice – 3985 (D-k)
1700-2300	Radio Sylvia – 3955 (-1900), 6070 (1. Sa/Monat; D-r)
1800-1827	Radio Slowakei International – 3985 (D-k)
1800-1830	Licht des Evangeliums – 3995, 5920 (Mo-Fr; D-o via HCJB)
1800-1855	Stimme Koreas – 6170 , 9425
1800-1900	Korches-Radio – 6070 (2. So/Monat; D-r)
1800-1957	Radio China International – 6160, 7305 , 9615 (Musikprogramm)
1800-2100	NDR – „Gruß an Bord“ – 24. 12.: 6030 (FRA), 6080 (UZB), 9635 (D-n), 11 650 (FRA), 13 830 (D-n), 15 770 (USA)
1810-1900	Radio Tunis Chaîne Int. – 963
1825-1925	Stimme von Türkiye – 5945

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1830-1855	Missionswerk Neues Leben – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1830-1858	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
1855-1900	Die Lutherische Stunde – 3995 , 5920 (D-o via HCJB)
1900-1930	Radio Taiwan International – 5900 (BUL)
1900-1955	Stimme Koreas – 6170 , 9425
1900-2000	Radio DARC – 3955 (D-r); Mo zusätzlich 6070 (D-r)
1900-2000	Radio Kairo – 9410 (unregelmäßig)
1900-2000	Radio Neumarkt (Targu Mures) – 1197, 1323 , 1593 (Mo-Sa)
1900-2000	Stimme Indonesiens – 3325, 4755
1905-1935	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Plattdeutsch; Mo-Fr; D-o)
1935-2100	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Sa, So 1900-; D-o)
2000-2028	Stimme Vietnams – 9730, 11 885
2000-2030	Deutscher Wetterdienst – (5905) 6180 (Seewetterbericht; D-p)
2000-2100	KBS World Radio – 3955 (GB)
2000-2100	Radio DARC – 1476 (So; Bad Ischl)
2100-2200	Radio ZP 30 (Abendjournal) – 3995 , 5920 (Di-Sa; D-o via HCJB)
2100-2200	SM Radio Dessau – 1476 (So; Bad Ischl)
2200-0559	Channel 292* – 3955 (dt., engl., niederl.; D-r)
2200-2300	C.M.Obrecht – 3955 (letzter Sa/Monat; D-r)
2200-2300	Radio HCJB Deutschland – 3995 , 5920 (Mo, So 2100-; D-o via HCJB)

Sendungen im DRM-Modus

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-2400	Funklust (ex: biteXpress) – 15 785 (Erlangen)
0000-2400	Berliner Hochschule für Technik – 26 040 (geplant)
0900-1400	Radio SE-TA 2 – 6195 (Tests, unregelmäßig, dt., engl., franz.; D-ws)
1900-1955	Radio Rumänien International – 7235

* vermietet Sendezeit an verschiedene Anbieter;
Info: www.channel292.de

Viele Stationen strahlen ihre Programme über Relaisstationen aus, die zum Teil außerhalb des Ursprungslandes liegen. Deren Standorte sind wie folgt gekennzeichnet:

BUL – Bulgarien (Kostinbrod)
D – Deutschland (-d Datteln, -h Hartenstein, -k Kall/Eifel, -n Nauen, -o Weenermoor/Ostfriesland, -p Pinneberg, -r Rohrbach, -w Winsen/Aller, -ws Waldheim/Sachsen)
FRA – Frankreich (Issoudun)
GB – Großbritannien (Woofferton)
LTU – Litauen (Viesintos)
LUX – Luxemburg (Junglinster)
USA – USA (Okeechobee, FL)
UZB – Usbekistan (Taschkent)

Die am besten hörbaren Frequenzen sind in **Fettdruck** wiedergegeben. **Hans Weber**

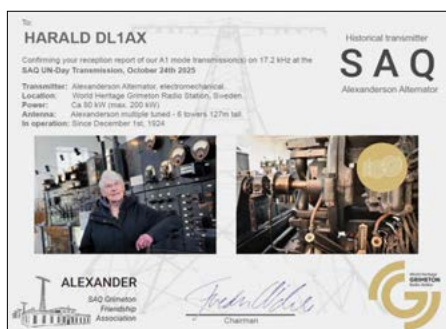
Am 1. 11. hat *RNZ Pacific*, der internationale Auslandsdienst von Radio New Zealand, seinen *Cyclone Watch Service* auf Kurzwelle aktiviert. Die jährliche Zyklon-Saison im Süd-



Foto: RNZ Pacific

Die AM-Sendefrequenzen und -zeiten für den *RNZ Pacific Cyclone Watch Service* für die Zyklon-Saison 2025/2026 lauten wie folgt:

Bereits Mitte Oktober hatte der neuseeländische Wetterforscher Chris Brandolino von *Earth Sciences New Zealand* vorhergesagt, dass mit bis zu vier schweren tropischen Zyklonen zu rechnen sei. Wie Brandolino gegenüber *RNZ Pacific* erklärte, gingen diese Wirbelstürme oft mit starken Winden und niedrigem Luftdruck einher, was zu Sturmfluten führe. „Man muss bedenken, dass ein tropischer Wirbelsturm ein Gebiet ist, kein Punkt.“ Das Zentrum eines Zyklons mag woanders liegen, doch auch deren Ausläufer könnten zu erheblichen Zerstörungen und Überschwemmungen oder Erdrutschen durch lang anhaltenden Starkregen führen. Der dringende Rat



Elektronische QSL für die Sendung von SAQ Grimeton auf 17,2 kHz anlässlich des Tags der Vereinten Nationen 2025 **QSL: DL1AX**

■ **Deutscher Wetterdienst**

In Europa strahlten bis vor einigen Jahren einige öffentlich-rechtliche Rundfunkstationen täglich aktuelle Wetterberichte für die internationale Seeschifffahrt auf Lang- und Mittelwelle aus, darunter die BBC, *Norddeutscher Rundfunk* und *Deutschlandradio*. Aus Kostengründen stellte man diese Sendungen ein und baute die Sendeanlagen ab, wodurch deren große Reichweite verloren ging.

■ Contest für Kurzwellenhörer

Vom 1.12. bis 31.12. findet wieder für alle interessierten Kurzwellenhörer der BC-DX-Contest *Top 10 DX* statt. Ziel ist es, im Frequenzbereich von 2300 kHz bis 30 000 kHz Hörfunkstationen aus zehn verschiedenen Ländern zu empfangen und dies mit eindeuti-



Der Top DX Radioclub lädt alle BC-DXer zur Teilnahme am Kurzwellenhörer-Contest im Dezember ein. Foto und Screenshot: Top DX Radioclub

Abschließend der Hinweis, dass sich neben dem WRTH auch der *Shortwave Frequency Guide* aus dem Klingenfuss-Verlag sowie Frequenzlisten aus dem Internet (siehe z.B. <http://eibispace.de>) eignen, um Empfangsziele für den Contest zu finden.

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	DATE	UTC	FREQ.	STATION ID	COUNTRY	LANGUAGE	SINPO	TX	DETAILS
2	The date of reception dd.mm.yyyy	The time in UTC hh:mm	Frequency in kHz	The name of the Station	Where the TRANSMITTER can be found	Language of the broadcast	Numeric 5 digits	The CITY of the TRANSMITTER site	The details of the broadcast (general description without specific details cannot be accepted)
3	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
4	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
5	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
6	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
7	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
8	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
9	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
10	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
11	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
12	dd.mm.yyyy	hh:mm	kHz	The name of the Station	Country	Language	SINPO	City	Maximal details please
13									
14	Name			Your Name					
15	Address			Your address (postal)					
16	QTH locator			6 char Maidenhead locator code					
17	RX			Your receiver in the contest					
18	Antenna			Your antenna in the contest					
19									
20	01.12.2022	0:00	5950	WRMI	USA	English	34333	Okechobee	EXAMPLE

Für Logs des BC-DX-Contests soll ein solches Formular verwendet werden.

 Ihr Partner für
weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => **kostenlos:**
ADDX-Info-Paket anfordern:
www.addx.de/info.php

Ausbreitung Dezember 2025

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH

nám. 9. května 142

CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Es sieht so aus, als werden wir den 25. Sonnenfleckenzyklus als „bittersüß“ in Erinnerung behalten. Diesen Begriff prägte unlängst Joe, NJ1Q. Als der 25. Zyklus vor sechs Jahren begann, waren sich die Astronomen einig, dass er ziemlich niedrig ausfallen würde. Am Ende war er schließlich ziemlich hoch (süß). Trotzdem waren die Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwellen besonders im Mai und Juni wirklich miserabel und somit irgendwie bitter für uns.

Nach den relativ hohen Zyklen 21 und 22 fiel die mittlere Sonnenaktivität bis zum Zyklus 24 ab. Obwohl ein weiteres Absacken erwartet wurde, begann kurz nach dem Beginn des 25. Zyklus ein Anstieg. Deshalb erwartete man danach ein hohes Maximum.

Der Monat mit dem Sonnenfleckenmaximum war Oktober 2024 mit einer geglätteten Sonnenfleckenzahl $R_{12} = 160,8$. In diesem Jahr hofften wir auf ein zweites Maximum. Allerdings wurde die Entwicklung durch die Aktivität des Erdmagnetfeldes gebremst. Nicht zuletzt waren wir in der Lage, den grundlegenden Einfluss des interplanetaren Magnetfeldes zu studieren, dessen Polarität und dessen Intensität online verfügbar sind. Speziell interessiert uns die longitudinale Bz-Komponente auf der Webseite www.solarham.com.

Für Dezember 2025 gelten folgende Vorhersagen für die Sonnenfleckenzahl R : NO-AA/SWPC 125,3; SIDC (WDC-SILSO) 109 (klassische Methode) und 121 (kombinierte Methode). BOM SWS (Australien) sagt $R = 155,5$ voraus. Für unsere Tabellen gilt $R = 96$.

Denjenigen, die die neueste Entwicklung allzu negativ sehen, sei gesagt, dass es trotzdem einige sehr gute Tage gab. Beispielsweise um den 17. und 18. Oktober, als die Sonnenaktivität anstieg, oder um den 23. und 24. Oktober, als während der geringer werdenden Aktivität das geomagnetische Feld ruhig

blieb. Eine interessante Ausnahme war der 28. Oktober, als eine Störung die MUF speziell in mittleren Breiten nach oben trieb.

Während der erwarteten fallenden Sonnenaktivität wird es weniger günstige Tage geben. Solange sich die Sonne noch in der Periode des Maximums ihres 11-Jahreszyklus befindet, sollten wir weiterhin unsere Aufmerksamkeit den Öffnungen der oberen Kurzwellenbänder schenken.

Von Messungen und Beobachtungen im Oktober 2025 erhielten wir folgende Mittelwerte: SIDC $R_i = 114,6$; DRAO SF = 140,0 und von Wingst $A = 17,0$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für April 2025 ist $R_{12} = 133,3$.

Es geht nun in den kommenden fünf Jahren möglicherweise kontinuierlich abwärts.

Legende zu den Diagrammen

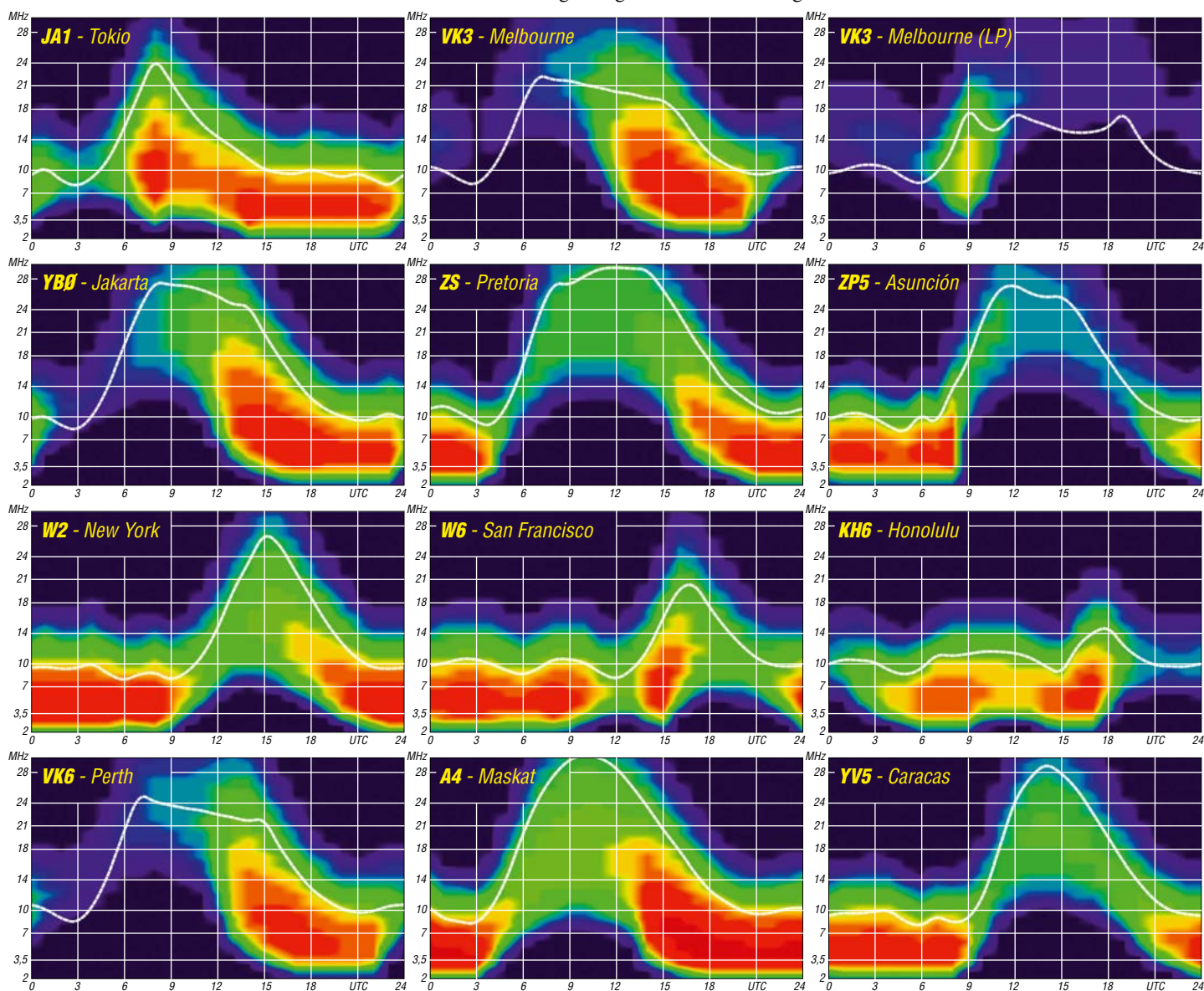
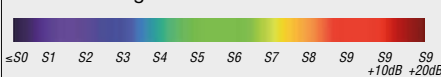
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@darf.de

■ Neu: Tschechische Aussichtstürme



Unsere tschechischen Funkfreunde haben ein neues Diplomprogramm gestartet, das sich lückenlos in die bereits bestehenden xOTA-Programme einfügt und mit ihnen verbinden lässt. Der

Projektautor Ivan, OK2IH, bat Ruda, OK2QA, die deutschen Funkamateure in unserer Zeitschrift darüber zu informieren.

Das Programm bezog sich bisher auf Aussichtstürme in Tschechien, umfasst jetzt aber auch Türme in den Nachbarländern, die in Grenznähe liegen. Das Programm trägt den Namen *Tschechische und slowakische Aussichtstürme – OK & OM Towers On The Air*. Diese Erweiterung ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit mit dem Slowakischen Amateurfunkverband (SZR), der die Idee unterstützt hat, auch slowakische Funkamateure in das gemeinsame Diplomsystem einzubeziehen.

In die Datenbank wurden 172 slowakische Aussichtstürme (Präfix OMR) aufgenommen, die ab dem 1. Dezember 2025 vollständig aktiviert und gearbeitet werden können, genauso wie die tschechischen Türme.



Turm bei Málkov (jetzt OKR-1102) westlich von Chomutov, 2015 Foto: Kerstin, DE5KUS

Mit diesem Schritt entsteht ein gemeinsames Projekt für die Tschechische und die Slowakische Republik, das Funkamateure beider Länder verbindet, die Zahl interessanter Standorte erweitert und neue Möglichkeiten für Aktivitäten und Diplomherausforderungen bietet.

Das Programm verbindet die Tätigkeit der Funkamateure mit körperlicher Aktivität und dem Entdecken der Schönheit der Landschaft. Sein Hauptziel ist es, Einzelpersonen, Familien und Freunde zu motivieren, Aussichtstürme zu erkunden und gleichzeitig die Aktivität auf den Amateurfunkbändern zu fördern.

Befindet sich der Aussichtsturm in einem entsprechenden Gebiet, lässt sich eine einzige Aktivierung für mehrere Programme gleichzeitig werten – es genügt, das Logbuch und die Nachweise korrekt zu führen. Das Diplom kann sowohl von Aktivierern (Stationen, die direkt von einem Aussichtsturm senden) als

auch von Jägern (Stationen, die mit Aktivierern Verbindungen herstellen) erworben werden. Für das Diplom zählen alle Verbindungen, die ab dem Projektstart am 1.8.2025 durchgeführt wurden.

Alle notwendigen Informationen und Regeln, die Liste der anerkannten Aussichtstürme, Registrierungsmöglichkeiten und die Eingabe der Verbindungen sind auf der offiziellen Projektwebsite www.rozhledny.eu in mehreren Sprachen, u.a. auch auf Deutsch, verfügbar. Diplommanager ist Ivan Holinka, OK2IH, der das Projekt vorbereitet und verwaltet hat. Neu ist seit Ende Oktober eine interaktive Karte auf oben genannter Website, auf der alle Türme markiert sind.

Tnx Info Ruda Klvana, OK2QA

■ Bergfunkbuch

Jean, F6GLZ, schreibt bei <https://cqgma.info> über sein Buch: „Mein Buch ist derzeit nur in meiner Muttersprache (Französisch) erhältlich. Der Titel lautet: *La radio d'amateur en montagne* (Amateurfunk in den Bergen). Es richtet sich in erster Linie an Anfänger, die sich mit dem Thema vertraut machen möchten. Der erste Teil befasst sich mit den Betriebsprinzipien von SOTA und GMA, wobei ich den Unterschied zwischen den beiden Programmen beschreibe. Der zweite Teil beinhaltet Tipps und Tricks, die ihnen den Einstieg in unser Hobby erleichtern können. Dieser Beitrag hat keinen kommerziellen Hintergrund, ich möchte lediglich meine Erfahrungen mit Anfängern teilen. Das Buch ist auf den Websites von *Bookmundo* und *Kobo* erhältlich.“

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ Zwei Jubiläen im Oktober

Als am 10. und 11. Oktober 1959 der erste WADM-Contest auf den KW-Bändern stattfand, konnte sicher keiner ahnen, dass es diesen Wettbewerb, bei dem zur Abwechslung einmal nur DM-Stationen das Ziel der Begierde waren, auch nach 65 Jahren, wenn auch mit geändertem Namen und modifizierter Ausschreibung, noch immer ausgetragen werden würde.

Der WADM-Contest (Worked All DM) fand zunächst nur in der Sendart Telegrafie statt. Für DM-Stationen zählte jede erfolgreich geloggte Verbindung mit ausländischen Stationen. Jedes neue DXCC-Gebiet wurde als Multiplikator gewertet. QSOs der DM-Stationen untereinander zählten nicht. Bei ausländischen Stationen wurden wiederum nur Verbindungen zu Stationen mit dem Präfix DM berücksichtigt. Als Multiplikatoren zählten für sie die Bezirkskenner, die sich aus dem letzten Buchstaben des DM-Rufzeichens ableiten ließen. Mit der internationalen Zuweisung der Rufzeichenpräfixe Y2 bis Y9 an die DDR war im

Jahr 1980 auch die Umstellung der bisherigen Amateurfunkgenehmigungen auf ein neues Rufzeichensystem verbunden. Das führte auch zur Umbenennung des Wettbewerbes in WA-Y2-Contest.

Die letzte Namensänderung fand 1990 im Zusammenhang mit der Wiedervereinigung statt. Seit diesem Zeitpunkt führt der DARC e.V. diesen traditionsreichen Funkwettbewerb unter dem Namen WAG-Contest (*Worked All Germany*) erfolgreich weiter. Anders als beim ersten Wettbewerb zählen heute auch alle innerdeutschen Verbindungen und zusätzlich ist neben CW auch SSB zugelassen.

Am ersten WADM-Contest beteiligten sich mehr als 1000 Stationen aus 67 DXCC-Gebieten. Die „Nichtabrechner“ im Contest waren auch 1959 bereits ein Thema. Letztendlich wurden 798 Logs aus 44 DXCC-Gebieten zur Auswertung eingereicht.

Den jeweils ersten Platz belegten DM2AGB unter den Einzelstationen und DM3CI unter den Kollektivstationen. Von den 13 SWLs aus DM erreichte DM-0704/K den 1. Platz. Insgesamt reichten 119 SWLs aus 23 Ländern ihre Logs zur Abrechnung ein. UA3-12804 belegte mit 11016 Punkten den 1. Platz unter den ausländischen SWLs.

Auch im 65. Jahr war das Interesse an diesem Wettbewerb ungebrochen. Es gingen 2371 Logs beim Veranstalter ein. Die Entwicklung

der SWL-Beteiligung war in den vergangenen fünf Jahren leicht rückläufig. 2024 reichten neun SWL-Stationen aus sechs Ländern ihre Logs ein. Aus Deutschland waren dies DE3GSF (515 QSOs, 96 625 Punkte) und DE7WAB (413 QSOs, 20 650 Punkte). Den ersten Platz unter den ausländischen Teilnehmern belegte die polnische SWL-Station SP7-003-24 (351 QSOs, 100 035 Punkte).

Das zweite Jubiläum fand nur wenige Tage vor dem WAG-Contest statt. Franz Krause, DL2AXM, aus dem DARC-OV X41 (Altenburger Land) konnte da seinen 104. Geburtstag begehen. Seine Begeisterung für Telegrafie, die er auch vielen anderen vermitteln konnte, hat nicht nachgelassen und so war er auch wieder aktiver Teilnehmer am 65. WAG-Contest. Er dürfte national und weltweit zu einer ganz kleinen Gruppe von Funkamateuren gehören, die in dieser „Alters“-Liga die Möglichkeit haben, noch immer dieses faszinierende Hobby ausführen zu können. Seine Antenne ist übrigens eine Indoor-Magnetic-Loop.

Literatur

- [1] www.darc.de/der-club/referate/conteste/wag-contest/wag
- [2] DM2ABB: Ergebnis des WADM-Contestes vom 10.10. bis 11.10.1959. FUNKAMATEUR 9 (1960) H. 1, S. 17–20
- [3] www.darc.de/der-club/distrikte/x/ortsverbaende/41
- [4] www.qrz.com/db/DL2AXM

DX-QTC

Bearbeiter:

Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR

Hinter den Höfen 4

27305 Bruchhausen-Vilsen

E-Mail: dx@dl2vfr.de

URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC

Berichtszeitraum: 8.10. bis 4.11.2025

Cond

Der Beobachtungszeitraum wies vom 8. bis zum 11.10. zunächst so gut wie keine Flares bei einem Fluxindex von 120 bis 130 aus. Das geomagnetische Feld war wenig aktiv und um den 9./10.10. zudem sehr ruhig. In der zweiten Oktoberdekade nahmen die C- und M-Flares wieder deutlich zu und der solare Flux erreichte Werte über 160. Der WAG-Contest profitierte am Samstagabend von der positiven Phase einer Störung und ermöglichte bis spät in den Abend gute DX-Bedingungen selbst auf den oberen Bändern. Anschließend konnten mitunter auroramodulierte Signale registriert werden.



Der Oktober verabschiedete sich mit guten Bedingungen. Das kam den Teilnehmern des WWDX-SSB-Teil entgegen. Lagen die MuF2-Werte für den 3000-km-Sprung zu Beginn des Oktober noch nachts bei 12 MHz und zur Tagesmitte bei 25 MHz, konnten wir nun in der Nacht noch Werte bis 14 MHz und am Tage deutlich über 30 MHz verbuchen. Mit Novemberbeginn nahm dann die Flareaktivität, die Ende Oktober fast zum Erliegen kam, wieder zu.

DXpeditionen – Rückblick

PJ6Y kam nach 13 Tagen auf 56 594 QSOs, wobei 5844 Verbindungen in CW geführt worden sind und sich der Rest auf SSB und FT8/FT4 etwa gleich aufteilt. Bei FW5K stehen 37 808 QSOs im Log, mehr als die Hälfte davon in FT8 und FT4. E51MWA konnte 20 290 Kontakte loggen. Hier gab es zunächst Probleme mit der Stromversorgung und teilweise auch mit der Funkausrüstung. Schließlich fiel selbst der Notstrom durch Brand komplett aus. So war man gezwungen, den Sendebetrieb früher einzustellen.

6O3T versuchte bereits 2024 zu funkeln, jedoch ohne Erfolg. Nun konnte man tatsächlich aktiv werden, hatte jedoch mit vielen Störungen zu kämpfen. Bei über 70 000 QSOs fanden nur etwas mehr als 5000 in CW oder SSB statt, alle übrigen QSOs wurden in FT8 oder FT4 bei ei-



ner Doppel-QSO-Rate von mehr als 16 % durchgeführt. Europa profitierte zu fast 70 % von dieser DXpedition.

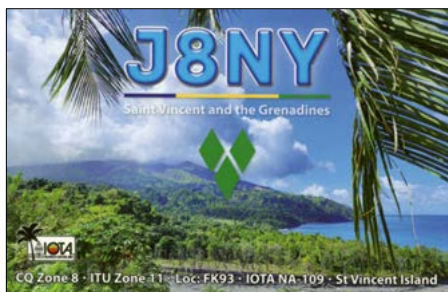
XF4B wurde nur kurz aktiv, bereitet aber eine längere Aktivität in der Zukunft vor. Es kamen weniger als 1000 QSOs, und das fast nur mit Amerika, zustande. FT8-Betrieb war aufgrund von PC- und Internetproblemen nicht möglich.

Kurz-Infos

Ein längerer Ausstand der Mitarbeiter der kanadischen Post sorgt für Probleme, wohl nicht nur beim QSL-Versand von AT2AH und 3G1P. – VK9AFP lebt auf Christmas Island, IOTA OC-002, und wurde bislang auf 10 m in SSB beobachtet. – RI1FJ am 29.10. in CW auf 15 m war das Werk eines Piraten. – EX0ET ist im Dezember unter DU9ET auf 160 m in CW aktiv. – VA2RC wohnt und funkt jetzt auf IOTA NA-038.

Vorschau

Afrika: SM0HPL wird noch bis zum 8.12. unter 5X7W von 80 m bis 10 m in CW, FT4 und FT8 funken. QSL via LoTW, OQRS über M0OXO oder via Club Log. DL1BUG ist noch bis zum 11.12. von 80 m bis 10 m in CW und SSB unter TY5FR zu arbeiten. QSL via Heimatrufzeichen, sowohl Büro als auch direkt, und über Club Log. CR7BNW gab bekannt, dass er von Dezember 2025 bis Juni 2026 unter TL8BNW in SSB und FT8 aktiv sein wird. Auf den Bändern 40 m, 20 m, 15 m und 10 m kommt ein Dipol zum Einsatz. QSOs werden in das LoTW und nach QRZ.com geladen. ZS6RI wird für die nächsten ein bis zwei Jahre im Wechselrhythmus (sechs Wochen aktiv, sechs Wochen Pause) unter 7Q5C in CW ab 40 m aufwärts funken. QSL via Club Log und LoTW. Es gibt keine Papierkarten.



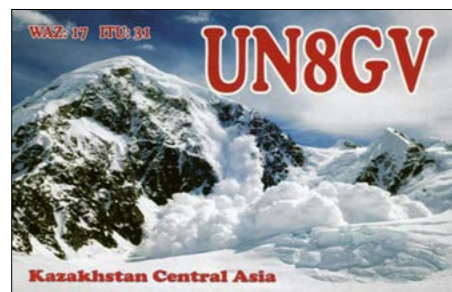
Amerika: PY1SAD ist noch bis 7.12. unter 8R1TM in CW, SSB und digital auf allen Bändern aktiv. Typische Funkzeit ist 2300 UTC bis 0200 UTC, an den Wochenenden auch länger.

QSL via LoTW, eQSL, QRZ oder direkt an das Heimatrufzeichen. – Vom 24.11. bis 4.12. können wir mit VP9/WE9G auf 160 m bis 6 m in FT8, CW und SSB rechnen. QSL via LoTW, OQRS auf Club Log sowie über das Heimatrufzeichen.

W9MR, W9AP, K9EL, N9LQ und K9KE bringen vom 30.11. bis 12.12. TO9W von St. Martin, IOTA NA-105, in die Luft. Vorgesehen sind die Bänder 160 m bis 10 m in CW, SSB, FT8 und FT4. QSL via OQRS auf Club Log und über das LoTW. – TG9/AF4CZ ist eine Urlaubsaktivität vom 7.12. bis 5.1. im Bereich 40 m bis 10 m in FT4 und FT8, vielleicht auch mal in SSB. QSL via LoTW.

OZ0J geht vom 21.12. bis 2.1. unter PZ5OZ vom Standort PZ5RA in SSB, CW, FT8 und vielleicht RTTY in die Luft. Bedient werden die Bänder 160 m bis 6 m und Bestätigungen gibt es über LoTW, OQRS auf Club Log und das Heimatrufzeichen via Büro. – C6AQQ ist für den CQWW-DX-Contest in CW und darüber hinaus vom 27.11. bis 4.12. in CW, FT8 und FT4 von IOTA NA-001 aktiv. QSL via EA5GL direkt.

W2GD funkt im CQWW unter P44W und konzentriert sich außerhalb des Wettbewerbs vom 24.11. bis 1.12. auf die WARC-Bänder in CW. QSL via LoTW und direkt über N2MM. – PJ7UK ist von Sint Maarten, IOTA NA-105, vom 28.11. bis 7.12. aktiv und auch im CQWW vertreten. QSL via LoTW. – CE2GT und CE2YWW haben für Ende November/Anfang Dezember eine kurze Aktivität von IOTA SA-050 unter 3G9S in Aussicht gestellt.



Asien: Im Zeitraum vom 25.11. bis 3.12. aktiviert ein Team unter XU7RRC die Insel Ta Kiev mit IOTA AS-133. Gefunkt wird von 80 m bis 10 m in CW, SSB und FT8. QSL via RZ3EC und LoTW.

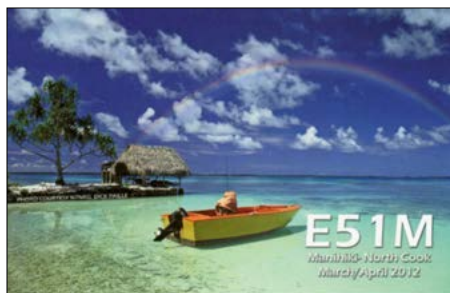
AB1F geht vom 25.11. bis 5.12. nach Thimpu und aktiviert die Bänder von 40 m bis 10 m, vielleicht auch 160 m und 80 m in SSB mit 100 W. QSL für A52AA via Heimatrufzeichen und

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		17 m	
VE6WZ	1826 0500	J62K	18080 2000
80 m		15 m	
9L8MD	3515 0500	9U1RU	21021 1000
		9Y4M	21050 1400
40 m		12 m	
PJ6Y	7082 0500	9L8MD	24898 1000
30 m		10 m	
KH2/AH0G	10105 1300	3B9/M0CFW	28380 1200
20 m		PJ4K	28922 1600
VP2V/N4XTT	14040 1900		

LoTW. – DL7MDX ist im Zeitraum 1. bis 10.12. unter **8Q7HT** während seines Urlaubs von IOTA **AS-013** gelegentlich von 40 m aufwärts in FT8 zu arbeiten. QSL via Heimatrufzeichen.

Vom 21. bis 27.12. plant ein Team, bestehend aus S21YLJ, S21AM, S21RC, S21FIA und S21RED, die Aktivierung der Insel Kutubdia mit IOTA **AS-127** unter **S21DX**. Der Betrieb soll auf 160 m bis 10 m in SSB und FT8 erfolgen. QSL via LoTW und über EB7DX.



Ozeanien: JA1ADT reiht sich vom 10. bis 17.12. unter **T88AC** in die zahlreichen japanischen Aktivitäten von Palau mit IOTA **OC-009** ein. QSL via LoTW.

Antarktis: F4FKT hat noch einmal präzisiert, dass er unter **FT4YM/p** in SSB und digital von Concordia Station mit IOTA **AN-016** und vielleicht auch unter **FT4YM** von Dumont d'Urville auf Petrels Island mit IOTA **AN-017** arbeiten wird. QSL via F5PFP.

■ Teilnahme am CQWW in CW

Für den Contest am letzten Novemberwochenende haben sich angekündigt: 3B8M (via

M0OXO), 3B9KW (LoTW), 5X7W (LoTW), C6AAQ (via EA5GL direkt), CR2M (LoTW), E2A (E21EIC), EK8A (EK6SS), FS/K0CD (hc), HQ9X (IOTA NA-057, via KQ1F), J38W (LoTW), KH6J (AH6OZ), KH0W (KC0W direkt), LX7I (LoTW), P44W (LoTW, N2MM direkt), PJ4A (LoTW), PJ5C (LoTW, PA4O), PJ7UK (LoTW), S79/OK6RA (OK6RA direkt), T88AR (LoTW), TI5/VA3RA (VE3IKV direkt), TK0C (LoTW), TY5FR (DL1BUG) und V47T (W2RQ).

■ Noch einmal 3Y0K

Wenn es um viel Geld geht, hört der Spaß schnell auf. Die für Anfang 2026 geplante DXpedition nach Bouvet Island bleibt mit einem Budget von 1,7 Mio. US-\$ als die vermutlich bislang teuerste DX-Unternehmung der Geschichte davon nicht verschont. Ein offener Brief von K1LZ, vielerorts in sozialen Medien und auf Webseiten publiziert, brachte finanzielle und vertragliche Unstimmigkeiten zu Tage. Mangelnde Transparenz wurde zudem thematisiert. In der Konsequenz werden wohl Teammitglieder das Projekt verlassen und man darf spekulieren, ob das finanzielle und andere Lücken hinterlassen wird. Inzwischen ist der Container mit der Ausrüstung auf dem Weg nach Südafrika.

QSL-Splitter

Im LoTW sind bestätigt worden: 3B9/M0CFW, 9Y4M, A41CK, B14VIP, G13TME, HD8G, V6D und YN2RP. Einen Büroeingang gab es für J8NY. Direkt wurde XE1XR via EA5GL empfangen.

gen, DL6WT. Ergebnis UHF-Contest: Den jeweils 1. Platz belegte in der Klasse A DM50DMS (50 Jahre Deutsche Märchenstraße), in Klasse B Harry, DK2GZ, und in Klasse C Heiko, DL8QS. Auch hier herzlichen Glückwunsch den Klassensiegern und vielen herzlichen Dank allen Teilnehmern und unserem Auswerter Herbert, DF7DJ. Der nächste VHF/UHF-Contest folgt am 1.1.2026.

Termine: DARC-Weihnachtscontest: 26.12., 0830 UTC ... 1059 UTC, auf 40 m und 80 m Bei unserem Mitglied Thomas, #4327, hat es einen Rufzeichenwechsel gegeben: Aus DO1TSW ist DL1TSW geworden – herzlichen Glückwunsch!

Allen Freunden der Telegrafie wünscht die AGCW einen ruhigen Jahresausklang, ein frohes Weihnachtsfest und einen guten Rutsch ins neue Jahr!

An dieser Stelle vielen Dank an alle neuen Mitglieder und Wiedereinsteiger für die Stärkung unserer Gemeinschaft.

Ingo Lübberstedt, DJ2XY

■ Neues aus dem HSC

Der HSC-Marathon 2025 läuft zum Ende Dezember aus. Noch besteht die Chance, an einer Verlosung teilzunehmen, für die jeder registriert ist, der mindestens 100 Punkte im HSC-Marathon 2025 erreicht hat. Der Ge-

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ SO-125 durchgehend aktiv

AMSAT-EA teilte mit, dass der FM-Repeater von SO-125 nun durchgehend aktiviert bleibt. Der Uplink ist 145,875 MHz, ohne CTCSS, und der Downlink ist 435,666 MHz.

■ BOTAN neu im Orbit

Informationen über BOTAN des Chiba Institute of Technology sind unter <https://sites.google.com/p.chibakoudai.jp/gardens-04/home-english> verfügbar. Von der IARU wurden die Frequenzen 145,825 MHz für APRS und 437,375 MHz GMSK für Telemetrie koordiniert. Auf dieser Frequenz wurde auch eine CW-Bake empfangen. BOTAN wurde am 10.10. via Kibo-Modul aus der ISS in den Orbit ausgesetzt. Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten ist 65 942.

■ E-kagaku-1 neu im Orbit

E-kagaku-1 der The e-kagaku Association of Global Science and Education ist ein 1U-CubeSat. Neben einer CW-Bake steht auch ein Digitalker zur Verfügung. Mehr Informationen sind unter <http://ekagaku-sat.net> verfügbar. Von der IARU wurde der Downlink 145,840 MHz koordiniert. E-kagaku-1 wurde am 10.10. via Kibo-Modul aus der ISS in den Orbit ausgesetzt. Die NORAD-Nummer für die Keplerdaten ist 65 943.

CW-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ AGCW-DL



Das Ergebnis der AGCW-Handtaschenparty auf dem 40-m-Band im September 2025 steht fest: Den 1. Platz haben Marek, DL1EFW, in der Klasse A, Mario, DM4MN, in der Klasse

B und Lothar DJ8EW, in der Klasse C errungen. In der Klasse D (SWL) gab es keine Teilnehmer. Herzlichen Glückwunsch den Klassensiegern und vielen herzlichen Dank allen Teilnehmern und unserem Auswerter Friedrich, DF1OY. Die nächste Handtaschenparty findet am 7.2.2026 dann auf dem 80-m-Band statt.

Nach dem AGCW-VHF/UHF-Contest im September sind für VHF 45 Logs und für UHF 23 Logs beim Auswerter eingegangen. Ergebnis VHF-Contest: Den jeweils 1. Platz belegten in der Klasse A Eric, DH7FFE, in Klasse B Harry, DK2GZ, und in Klasse C Jür-

winn ist ein hochwertiges Twin-Paddle. Näheres dazu auf der HSC-Website. Den aktuellen HSC-Marathon-Score kann man online ermitteln, indem man sein Log unter <https://hsc.dj1yfk.de> hochlädt.

Link des Monats: Neben anderen interessanten Informationen bietet das eham.net auch Nutzerbewertungen zu Amateurfunkgeräten aller Art: www.eham.net/reviews/index

KW-CW-Conteste (Auswahl) im Dezember:
ARRL 160 m Contest CW: 5.–7.12., 2200 UTC ... 1600 UTC

PRO CW Contest: 6./7.12., 1200 UTC ... 1159 UTC

ARRL 10 m Contest CW: 13./14.12., 0000 UTC ... 2359 UTC

Croatian DX Contest CW: 20./21.12., 1400 UTC ... 1359 UTC

DARC-Weihnachtscontest: 26.12., 0830 UTC ... 1159 UTC

Original QRP Contest: 27./28.12., 1500 UTC ... 1500 UTC

RAEM International HF Contest: 28.12., 0000 UTC ... 1159 UTC

Das HSC-Komitee wünscht allen Funkfreunden eine besinnliche Weihnacht und ein gesundes, erfreuliches neues Jahr 2026. Weitere Infos unter: www.highspeedclub.org

Holger Matthiessen, DK4LX

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)

Neumarkstr. 8, 45770 Marl

E-Mail: dl1ybl@darf.de

Digital Voice

■ SXceiver-Board als Plattform für TETRA-Hotspots im Amateurfunk

Der digitale Sprechfunk (*Digital Voice*, DV) gewinnt im Amateurfunk stetig an Bedeutung. Während Standards wie DMR, C4FM, NXDN, P25 und D-STAR bereits weit verbreitet sind, rückt TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*), ein professioneller Bündelfunkstandard, zunehmend in den Fokus experimentierfreudiger Funkamateure. Die Herausforderung bestand bisher in der Verfügbarkeit von geeigneter und erschwinglicher Hardware, um als Funkamateure Zugang zu diesem System zu erhalten oder um eine eigene Infrastruktur aufzubauen.

Das Hauptziel war die Entwicklung einer TETRA-TMO-„Mikrozelle“ – vergleichbar mit einem DMR-Hotspot, jedoch ohne Analog-Digital-Umsetzung, also mit reiner TETRA-Signalisierung. Zunächst wurde die

Technische Realisierung

Die Realisierung eines TETRA-Hotspots mit dem *SXceiver*-Board ist ein sehr gutes Beispiel für eine moderne SDR-nahe Architektur, bei der komplexe Protokolle in Software auf einem Host-Computer abgebildet und nur die essenziellen HF-Funktionen (die physikalische Schicht, PHY) in spezialisierter Hardware ausgelagert werden. Die Gesamtlösung besteht aus drei Kernkomponenten:

1. Auf dem Host-Computer (SBC) – typischerweise ein Raspberry Pi Modell 3, 4 oder neuer – laufen das Linux-Betriebssystem und die eigentliche Ham-TETRA-Applikation.
2. *SXceiver*-Board: Ein RF-HAT-Tochterboard, direkt auf die GPIO-Leiste des Raspberry Pi aufgesteckt, dient als Schnittstelle zwischen der digitalen Welt (SBC) und der analogen Funkwelt (Antenne).
3. Ham-TETRA-Software: Die Open-Source-Software, entwickelt von *rats-ry* [2], implementiert den TETRA-Protokollstapel (MAC-Layer und höher) und steuert den *SXceiver* über SPI und GPIOs.

Die Kommunikation zwischen dem Raspberry Pi und dem *SXceiver* erfolgt primär über eine schnelle SPI-Schnittstelle, über welche die digitalen I/Q-Daten für das Senden (TX) und den Empfang (RX) sowie Konfigurationsbefehle übertragen werden.

ger genutzt. Für die reine TETRA-Funktion ist der AT86RF215 jedoch der entscheidende Baustein.

- TCXO (*Temperature Controlled Crystal Oscillator*): Ein hochpräziser und temperaturstabiler Referenzoszillator (typ. 0,5 ppm) ist absolut entscheidend für TETRA, da die $\pi/4$ -DQPSK-Modulation und die schmale Kanalbandbreite von 25 kHz eine extrem hohe Frequenzgenauigkeit erfordern. Standard-Quarzoszillatoren von SBCs oder günstigen SDRs genügen hierfür nicht.
- HF-Filterung und -Verstärkung: Das Board enthält die notwendigen Bandpassfilter für die Amateurfunkbänder, z. B. für 70 cm, sowie eine Endstufe für eine geringe Sendeleistung (QRPP, typischerweise 10 dBm bis 20 dBm, also 10 mW bis 100 mW), was für einen Hotspot-Betrieb ausreichend ist.

Die technische Meisterleistung des *SXceiver*-Boards liegt darin, den komplexen HF-Transceiver-IC AT86RF215 so auf einer Platine zu integrieren, dass er stabil und mit der notwendigen Präzision (TCXO) von einem Einplatinencomputer, einem Raspberry Pi, angesteuert werden kann.

Die Ham-TETRA-Software ist der „intelligente“ Teil des Systems. Während das *SXceiver*-Board die physikalische Schicht (Layer 1) bereitstellt, implementiert die Ham-TETRA-Software auf dem Raspberry Pi die höheren Protokollschichten (Layer 2 und 3).

- TETRA-Protokollstapel: Die Software codiert und decodiert die TETRA-Datenframes, verwaltet die Zeitschlitzze und übernimmt die Synchronisation. TETRA ist ein TDMA-Verfahren mit vier Zeitschlitz pro Frequenz.
- Modulations-Interface: Die Software generiert den digitalen Datenstrom, der via SPI an den *SXceiver* gesendet wird, welcher diesen dann in das $\pi/4$ -DQPSK-modulierte HF-Signal umwandelt.
- Netzwerk-Konnektivität (IPSC): Die Ham-TETRA-Software ermöglicht die Anbindung des Hotspots an das Internet. Sie kann sich mit TETRA-Servern oder -Netzwerken, z. B. Brandmeister- oder privaten Servern, über das IP-Protokoll (IPSC) verbinden.

Funktion als TETRA-Hotspot

Durch das Zusammenspiel der Komponenten entsteht ein vollwertiger TETRA-Hotspot mit beeindruckendem Funktionsumfang. Das System kann je nach Konfiguration der Ham-TETRA-Software in verschiedenen Modi betrieben werden.

1. TMO-Hotspot (*Trunked Mode Operation*): Dies ist der häufigste Anwendungsfall. Der Hotspot verbindet sich über das Internet mit einem TETRA-Netzwerk. Mit einem TETRA-Handfunkgerät kann man über den Hotspot auf dieses globale oder regionale Netz zugreifen. Das Handfunkgerät bucht sich beim Hotspot ein, welcher als Mini-Basisstation agiert. Anrufe des Nutzers, z. B. zu einer bestimmten Gesprächsgruppe, werden vom Hotspot empfangen, über die Ham-TETRA-Software demoduliert, in IP-Pakete umgewan-



Raspberry Pi mit
SXceiver-Board als
TETRA-Hotspot

Foto: DL1YBL

Verwendung des bereits veröffentlichten *Ham-TETRA-TMO-Stacks* untersucht, der sich noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befand. Leider stieß man dabei auf einige Probleme und beschloss, von Grund auf neu zu beginnen. Letztendlich führte dies dazu, dass C++ als Hauptprogrammiersprache für den *TETRA-Stack* gewählt wurde.

Das *SXceiver*-Board, entwickelt von einer Gruppe finnischer Funkamateure um Tatu Peltola, OH2EAT, adressiert diese Lücke. Es handelt sich dabei um eine spezialisierte Transceiverplatine, die in Kombination mit einem Einplatinencomputer wie dem Raspberry Pi und der Ham-TETRA-Software als vollwertiger TETRA-Hotspot oder sogar als kleine Basisstation (TMO/DMO) fungieren kann.

Ich habe mir dieses Board problemlos unter [1] bestellt und sehr zügig erhalten. Es macht einen professionellen Eindruck und ist bis auf die Stiftleiste für den Raspberry Pi komplett bestückt.

Das Herzstück des *SXceiver*-Boards ist seine spezialisierte HF-Hardware. Im Gegensatz zu universellen SDRs wie RTL-SDR oder HackRF ist das Board für den spezifischen Anwendungsfall optimiert: den Betrieb von Schmalband-Digitalfunkmodi, insbesondere TETRA. Es enthält folgende Kernkomponenten:

- Primärer Transceiver-IC (z. B. AT86RF215): Dies ist ein moderner Dualband-HF-Transceiver (Sub 1 GHz und 2,4 GHz). Für die Ham-TETRA-Anwendung ist der Sub-1-GHz-Teil (z. B. im 70-cm-Band, 430 MHz bis 440 MHz) relevant. Dieser ist in der Lage, die für TETRA erforderliche Modulationsart $\pi/4$ -DQPSK direkt zu erzeugen und zu demodulieren. Er verfügt über einen integrierten digitalen Basisband-Prozessor, der die I/Q-Datenströme verarbeitet.
- Zusätzlicher Transceiver (z. B. ADF7021): Viele HF-Hotspots wie MMDVM nutzen diesen IC für FSK-basierte Modi. Im *SXceiver*-Design wird er oft als flexible Option für andere Modi oder als Referenzempfänger

delt und an den Server gesendet. Umgekehrt werden Anrufe aus dem Netz vom Hotspot empfangen und über das *SXceiver*-Board auf der lokalen Frequenz ausgesendet.

2. DMO-Gateway (*Direct Mode Operation*): Der Hotspot kann auch als Brücke zwischen dem lokalen Direktmodus (DMO) und dem Netzwerk (TMO) dienen. Dabei kommunizieren Funkgeräte lokal im DMO (Simplex). Der Hotspot hört diesen Verkehr auf einer DMO-Frequenz mit und leitet ihn gefiltert nach Gesprächsgruppen ins TMO-Netz weiter.
3. Eigenständige TMO-Basisstation (*Single-Cell*): In einer fortgeschrittenen Konfiguration kann die Ham-TETRA-Software selbst als einfacher TETRA-Switch (Basisstations-Controller) fungieren. Der Hotspot baut eine lokale, in sich geschlossene TETRA-Funkzelle auf, z. B. für ein Fieldday-Gelände oder ein Gebäude. Mehrere Funkgeräte können sich ohne Internetverbindung lokal einbuchen und miteinander über den Hotspot kommunizieren.

Während MMDVM (*Multi-Mode Digital Voice Modem*) eine universelle Plattform für die FSK-basierten Modi DMR, NXDN, P25, D-STAR und C4FM ist, adressiert die *SXceiver*/Ham-TETRA-Lösung speziell den TETRA-Standard. Die technische Hürde dabei ist die komplexere $\pi/4$ -DQPSK-Modulation und das strikte TDMA-Timing, welches eine präzisere und leistungsfähigere Hardwarebasis erfordert, als sie für MMDVM typischerweise nötig ist.

Ausblick und Potenzial

Die Entwicklung des *SXceiver*-Boards und der Ham-TETRA-Software hat das Potenzial, die Nutzung von TETRA im Amateurfunk maßgeblich zu erhöhen.

Bisher war der Einstieg in TETRA für Funkamateure teuer. Es wurden entweder ausgemusterte professionelle Basisstationen, die teuer, stromhungrig und komplex sind, oder modifizierte Handfunkgeräte im Basisstationsmodus, z. B. Motorola MTM800, benötigt. Die Lösung mit einem Raspberry Pi und der *SXceiver*-Platine bietet eine extrem kostengünstige, kompakte und stromsparende Alternative. Die geschätzten Gesamtkosten liegen im niedrigen dreistelligen Eurobereich.

Als Open-Source-Softwareprojekt mit verfügbarer *SXceiver*-Hardware lädt die Lösung zum Experimentieren ein. Funkamateure können nicht nur das System nutzen, sondern auch die Software weiterentwickeln, den TETRA-Standard im Detail studieren und eigene Anwendungen, z. B. die Datenübertragung über TETRA, erforschen.

Ähnlich wie bei DMR-Hotspots ermöglicht die *SXceiver*-Lösung den Aufbau einer flächendeckenden *Last-Mile*-Infrastruktur (letzter Abschnitt eines Kommunikationsnetzes, der physisch bis zum Endkunden reicht) durch die Nutzer selbst. Funkamateure in Regionen ohne TETRA-Repeater-Abdeckung können sich so einfach an das globale Netz anbinden.

Die Ham-TETRA-Software befindet sich in aktiver Entwicklung. Zukünftige Versionen werden voraussichtlich mehr TETRA-Features, z. B. SDS-Kurznachrichten und GPS-Positionsdaten, sowie eine verbesserte Stabilität und Netzwerkintegration bieten.

Kommende Revisionen des *SXceiver*-Boards könnten eine höhere Sendeleistung, verbesserte Filterung oder die Integration weiterer Funktionen wie ein integriertes Display oder Ethernet bieten, um den Aufbau von vollwertigen Repeatern anstelle von Hotspots zu erleichtern.

Die aktuelle Lösung ist als Hotspot konzipiert und verfügt nur über eine geringe Sendeleistung. Sie ersetzt keine Hochleistungs-Repeater an exponierten Standorten und ist (noch) keine Plug-and-Play-Lösung für Endanwender, denn der Aufbau und die Konfiguration erfordern technisches Verständnis.

Fazit

Das *SXceiver*-Board ist eine hoch entwickelte HF-Platine, die als physikalische Schnittstelle (Layer 1) für digitale Funkstandards dient. In Kombination mit einem Raspberry Pi und der Ham-TETRA-Software wird sie zur bisher kostengünstigsten und flexibelsten Plattform für den Betrieb eines TETRA-Hotspots im Amateurfunk. Auch lässt es sich mittels *SDR++*, *SDR++ Server* [3] und *QUISK* [4] für andere Sende-/Empfangsarten nutzen.

Die technische Realisierung löst die hohen Hardware-Anforderungen des TETRA-Standards. Das System ermöglicht Funkamateuren den vollen Zugriff auf TMO-Netzwerke, DMO-Gateways und sogar den Aufbau lokaler *Single-Cell*-Basisstationen.

Das *SXceiver*-Projekt senkt die Eintrittsbarriere für TETRA im Amateurfunk drastisch und kann zu einer erhöhten Aktivität und Weiterentwicklung in diesem Bereich führen. Ich werde weiter über das Board im praktischen Betrieb berichten. **Jochen Berns, DL1YBL**

Literatur und Bezugsquellen

- [1] *SXceiver*: Full duplex SDR transceiver for Raspberry Pi. <https://sxceiver.com>
- [2] <https://github.com/rats-ny/Ham-TETRA>
- [3] <https://github.com/AlexandreRouma/SDRPlusPlus/releases>
- [4] *SXceiver*: Installing and using Quisk with *SXceiver*. <https://sxceiver.com/doc/using-quisk>
- [5] <https://github.com/tejeez/sxxciv>

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ OQRP-Contest

Für die „Zeit zwischen den Jahren“ lädt die *QRP-Contest-Community* zum 59. Original-QRP-Contest (OQRP) ein. Es ist, so wie seit einigen Jahren, wieder möglich, Verbindungen sowohl in CW als auch in SSB zu loggen. Der Erfolg dürfte wesentlich größer sein als in den sonstigen Wettbewerben mit einer ausgewiesenen QRP-Klasse, da man sich direkt mit Gleichgesinnten in derselben oder einer sehr ähnlichen Leistungsklasse auf den Bändern messen kann.

Der Contest findet vom 27. Dezember 2025, 1500 UTC, bis zum 28. Dezember 2025, 1500 UTC, in den CW- und SSB-Abschnitten der Bänder 80 m, 40 m und 20 m statt. In dieser Periode ist eine Mindestpause von 9 h einzulegen, die im Log anzugeben und in einem Stück zu absolvieren ist oder auf zwei Abschnitte verteilt werden kann.

Um Verwechslungen mit eventuell gleichzeitig laufenden anderen Wettbewerben zu vermeiden, sollten die Teilnehmer *CQ OQRP* bzw. *CQ Original-QRP-Contest* rufen. Die Teilnahme ist in drei Klassen möglich:

- VLP mit maximal 1 W Sendeleistung,
- QRP mit maximal 5 W Sendeleistung,
- MP mit maximal 20 W Sendeleistung.

Bei jedem QSO sind RST, laufende dreistellige Nummer und / (Schrägstrich) gefolgt von der Teilnehmerkategorie auszutauschen, also z. B. 559 001/VLP.

Es dürfen mehrere Sender oder Transceiver betrieben werden, diese aber nie gleichzeitig. Eine separate SSB-Klasse gibt es nicht – die Ergebnisse werden in einer gemeinsamen Liste enthalten sein. Auf diese Weise ist es jeder Station möglich, in beiden Sendarten gemischt aktiv zu werden und, da eine Station in beiden Sendarten geloggt werden kann, noch den einen oder anderen Punkt oder Multiplikator mehr zu erreichen.

Die vollständige Ausschreibung ist auf der Website www.qrpcc.de → *Contestrules* → *OQRP-Contest (deutsch)* verfügbar. Logs bitte bis zum 31. Januar 2026 möglichst im STF- oder Cabrillo-Format an oqrpcc@qrpcc.de sen-

den – und dabei an den Handmade-Bonus denken. Dieser lässt sich in Höhe von 15 % oder 30 % anrechnen, wenn der Sender aus einem Bausatz bzw. als Unikat entstand.

Die Punkteberechnung erfolgt durch den Auswerter anhand der eingegangenen Logs. Die Postadresse für Papierlogs ist auf der oben genannten Website aufgeführt. Der Auswerter berechnet vier Punkte für eine Verbindung mit einer Conteststation, deren Log vorliegt. Alle anderen Verbindungen zählen einen Punkt. Daher ist jedes Log wichtig und willkommen, auch wenn es beispielsweise nur eine Handvoll Einträge auf einer Ansichtskarte vom Urteilsort sind oder man gar nicht beabsichtigt, einen der vorderen Plätze zu belegen.

Zur Log-Aufbereitung einer „Zettelwirtschaft“ eignet sich die Windows-Version des Programms *LM* von DL8WAA, das z. B. auf <https://lm.software.informer.com/4.6> verfügbar ist. Auch *Arcomm* stellt ein Contestprogramm für den O-QRP-Contest kostenlos zur Verfügung. Dessen Download ist von www.qsonline.de/kontest.htm#hamoqrp möglich; das Programm für den O-QRP-Contest ist relativ weit unten auf der Website zu finden.

Tnx Info Lutz Gutheil, DM6EE

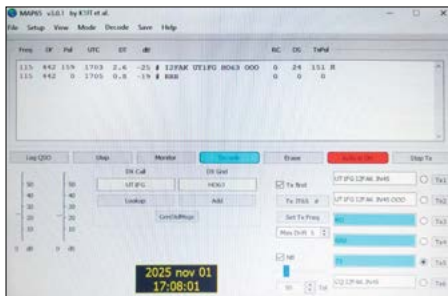
UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
 Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
 E-Mail: df2zc@funkamateure.de

Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
 Am Fort 6, 13591 Berlin
 E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ UT1FG/mm quert den Nordatlantik

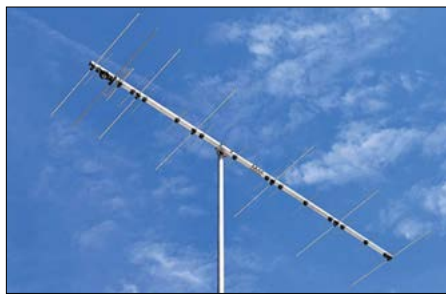
Yuri war mit seinem Schiff *Brant* vom 27. 10. bis 4. 11. im Nordatlantik unterwegs, von Kanada ins südliche Waterford. Dabei kreuzte er zwangsläufig eine ganze Reihe von Wasser-Squares in den Großfeldern FN, GN, GO, HO und IO. Nachdem diesmal der Aufbau von Antenne und Station (IC706MKII, 250-W-PA) problemlos vonstatten gegangen war – Murphy hatte wohl anderswo zu tun – verlegte sich Yuri bei Mondaufgang auf EME-Funk. Zum Glück herrschten ab dem 29. 10. mäßige, Tage später sogar sehr gute Bedingungen auf der Strecke Erde–Mond. Mit seinen gut 250 W Sendeleistung an der 7-Element-Yagi-Antenne (Antennas-Amplifiers; YU1CF) erreichte UT1FG nach Abzug der Kabeldämpfung zwar nur knapp 1800 W ERP, doch für viele 4-Yagi-Stationen genügte das im WSJT-Mode JT65B bereits.



Screenshot vom QSO zwischen UT1FG (HO63) und I2FAK (JN45) am 1. 11. Screenshot: I2FAK

Hinzu kam, dass UT1FG aus 20 m Höhe direkt über das Salzwasser abstrahlte und durch Groundgain-Effekte ab und zu in der Spitze maximal 6 dB mehr Gewinn erzielte. Diese Phasen, während denen sich die Wellenzüge ideal überlagerten, dauerten zwar stets nur ein paar Minuten, für QSOs reichte das aber. Im Zuge des ansteigenden Mondes kam es mehrmals zu solchen Überlagerungseffekten. Der vergleichsweise große vertikale Öffnungswinkel von 40° trug außerdem noch seinen Teil dazu bei, dass Yuri bis zu Mondhöhen von 25° über dem Horizont erfolgreich per EME funken konnte. Deshalb zählte UT1FGs Log an den besten Tagen der Überfahrt 14 komplette QSOs via Mond, nach I, DL, SM, PA und RA. In Summe hat er während der Atlantiküberquerung rund 80 Funkverbindungen via Mond getätigt.

Das alles ist noch umso beeindruckender, wenn man weiß, dass sich das Schiff aufgrund von Sturm und Wellen mitunter heftig bewegt



Selbst mit nur einer 7-Element-Yagi-Antenne lässt sich über den Mond funken.

Werkfoto: www.antennas-amplifiers.com

hat. Bei DF2ZC war manchmal deutlich zu sehen, wie der Sync wegen eines Wellentals wegging und nach 20 s zurückkehrte. Doch die größte Sorge, dass die Antenne die hohen Windgeschwindigkeiten nicht überstehen würde, war zum Glück unbegründet. Eine beachtliche Leistung ist es auch, weil UT1FG an Bord empfangsmäßig in einige Richtungen mit einem Rauschpegel von bis zu S7, der von den vielen elektronischen Systemen an Bord herrührt, zu kämpfen hat.

In Meteorscatter-Schlagweite zu Europa wurde dann auf FSK441 gewechselt. Gegenüber dem aktuell gebräuchlichen MSK144-Mode hat FSK441 den Vorteil, dass selbst leiseste und extrem kurze Reflexionen noch ein paar Buchstaben bringen. Der Operator muss dann allerdings die Daten (beide Rufzeichen, Rapport und Rogers) „zusammenpuzzeln“, nicht die Software. So freuten sich Funkamateure bis nach Norditalien über unerwartete Wasserfelder wie IO02, IO12, IO22 und IO31: Zeitweise war Yuri fast 24 h nonstop aktiv, um alle durchquerten Felder zu befunken. Erst mit dem Einlaufen ins Feld IO41 ließ das Interesse schlagartig nach: Dieses Feld im Südwesten Irlands wurde schon oft durch DXpeditionen aktiviert, sodass es keine allzu große Nachfrage mehr auslöst.

In den folgenden Monaten bis zu seinem Jahresurlaub ab etwa März/April dürfte UT1FG/mm noch viele Funkamateure mit neuen Feldern auf 2 m, 70 cm, 6 m und KW beglücken. Die befahrenen Strecken werden von der Reederei leider immer nur kurzfristig festgelegt, sodass keine langfristige Planung möglich ist. Dafür gibt es dann manchmal Überraschungen.

■ Transäquatorial-Ausbreitung auf 2 m

Im Prinzip nur eine Wasserstandsmeldung: Auch im Oktober ging es weiter mit TEP-QSOs von Südeuropa in den Süden Afrikas. Die üblichen Protagonisten V51WW (JH81OC) auf der einen und diverse I8-Stationen auf der anderen Seite vermeldeten immer wieder Kontakte über knapp 7000 km. Es ist wirklich bedauerlich, dass die scharfen Reflexionsbedingungen nicht flächendeckend Funkverbindungen über diese interessante und auf 144 MHz nur während Zeiten der Sonnenfleckenmaxima möglichen Ausbreitung zulassen.

■ Sichtbares Polarlicht – doch keine Radio-Aurora?

Ein überfälliger koronaler Massenauswurf (CME) zog überraschend in den Abendstunden des 18. 10. an der Erde vorbei. Erwartet

wurde diese Plasmawolke bereits zwei Tage früher. Quelle war die Sonnenfleckengruppe 4246, die bereits mehrere Tage hintereinander CMEs Richtung Erde ins All geschleudert hatte. Obwohl diese CMEs einzeln schwach und relativ langsam waren, wurde erwartet, dass sie sich überlagern und am 16. 10. zu einem geomagnetischen Sturm der Klasse G2 führen. Nun kam es erst zwei Tage später dazu, dafür zumindest optisch brillant. Reinhard, DK5LA, traute seinen Augen kaum, als er in JO44TR, östlich von Flensburg, am 18. 10. gegen 21.45 Uhr aus Richtung Norden die typisch grün-roten Lichterscheinungen sah.

Überraschenderweise findet sich in den DX-Clustern keine einzige Meldung zu Radio-Aurora an diesem Tag. Möglicherweise wurden die DXer auf dem falschen Fuß erwischt, nachdem sie zwei Tage vergeblich gewartet



Wunderschönes Nordlicht am 18. 10. in Flatzby (JO44TR) Foto: DK5LA

hatten. Es hätten jedenfalls QSOs bis nach Norditalien möglich sein müssen.

■ 50 MHz Klasse E – keine Duldung 2026?

Signale aus der BNetzA deuten darauf hin, dass man dort nicht vorhat, die diesjährige Duldungsregelung für den Sendebetrieb durch Funkamateure der Lizenzklasse E für das kommende Jahr zu verlängern. Im schlimmsten Fall müssen betroffene Funkamateure ab dem Jahreswechsel den Sendebetrieb einstellen oder dürfen nur noch als SWL die Ausbreitungsphänomene auf diesem Band verfolgen.

Es erübrigt sich, auf die zum Teil widersprüchlichen Begründungen für diese Entscheidung einzugehen. DARC e.V. und Runder Tisch Amateurfunk bemühen sich beim zuständigen Bundesministerium und der BNetzA intensiv darum, hier eine Kompromisslösung für die Klasse E zu erzielen, zumal vom Primärnutzer Bundeswehr keine Einwände kommen und sachlich nichts gegen die jahrelang geübte Duldungspraxis spricht. Der Sendebetrieb für die Klasse A hingegen ist in der novellierten Amateurfunkverordnung geregelt und mit zum Teil maximal zulässiger Sendeleistung erlaubt.

■ Update zu den Sendeleistungen von AST Spacemobile auf 70 cm

Mittlerweile liegt eine Entscheidung der US-amerikanischen Fernmeldebehörde FCC vor, die dem Unternehmen AST Spacemobile die eingeschränkte Nutzung des 70-cm-Bands erlaubt. Diese Erlaubnis gilt für die Verwendung des Amateurfunkbandes von 430 MHz bis 440 MHz für Telemetrie, Tracking und

Steuerung (TT&C) von 20 zusätzlichen Satelliten. Die FCC kommentierte: „Zum jetzigen Zeitpunkt erteilen wir, um die Bedenken der Funkamateure und der Petenten auszuräumen, eine begrenzte Genehmigung an AST. Im Notfall, wenn andere Bänder dafür nicht zur Verfügung stehen, kann TT&C-Betrieb im 70-cm-Band durchgeführt werden. Dieser darf die Dauer von 24 h nicht überschreiten.“

Damit hat die große Zahl von über 2500 Kommentaren der ARRL und mehrerer Mitglieds-gesellschaften der IARU, der AMSAT und einzelner Funkamateure vorerst zu einer Abschwächung des *Worst Case* geführt. Gleichwohl kann man mit Recht bezweifeln, ob die Auslegung von Artikel 4.4 der ITU-Funkverordnung in dieser Angelegenheit angemessen ist, zumal es keine spezifischen technischen oder betrieblichen Notwendigkeiten für AST gibt, ausgerechnet den Bereich von 430 MHz bis 440 MHz zu verwenden. Also gilt es weiterhin, die entsprechenden Frequenzen 430,5 MHz, 432,3 MHz, 434,1 MHz, 435,9 MHz, 437,5 MHz und 439,5 MHz zu beobachten und gegebenenfalls Störmeldungen an die Bundesnetzagentur zu senden.

Bei Redaktionsschluss wurde berichtet, dass Vodafone und AST Spacemobile ein gemeinsames Satelliten-Betriebszentrum in Deutschland aufbauen wollen. Nun bleibt abzuwarten, ob von dort aus auch TT&C der Satelliten geplant ist. Das dürfte dann im negativen Sinne interessant werden.

Contest-Endspurt bei DL4M

Um den dritten Platz im diesjährigen UKW-Contest-Pokal zu festigen, legte sich die Crew von DL4M (JO31QX) sowohl im Oktobercontest auf den Bändern oberhalb 144 MHz als auch im Marconi-Contest in CW auf 2 m am ersten Novemberwochenende noch einmal mächtig ins Zeug.

Bei viel Wind und Regen war zum Oktobercontest schon der Aufbau der Antennen ein hartes Stück Arbeit. So musste der Aufbau der 70-cm-Gruppe bis 13 Uhr warten, einfach weil die Niederschläge am Vormittag zu heftig waren. Und als die Antenne dann stand, fiel der vorgesehene K3 empfangsseitig aus, sodass erst Ersatz beschafft werden musste. Oliver, DJ6DH, musste seine 10-GHz-Station mehrmals auf- und abbauen, um sie vor Wind und Regen zu schützen. Ein Para-

bolspiegel konnte wegen des Windes nicht montiert werden, stattdessen ein Horn am Hohlleiter. Aber irgendwie und irgendwann funktionierte dann alles, und trotz der widrigen Umstände ist das Ergebnis doch als erfreulich zu bezeichnen.

Hervorzuheben ist das Ergebnis auf 23 cm. Die Technik von Martin, DL1MTG, spielte wieder vorzüglich, sodass DL4M in der Ergebnisliste in der Gruppe der Mehrmannstationen, die sich hinter den „Big Three“ (DR9A, DM5D und DK0NA, die in einer eigenen Liga funken) diesmal einige der arrivierten Teams hinter sich lassen konnte und den 5. Platz erreichte.

Das Saisonfinale bildete dann der Marconi-Contest am 1. und 2. 11. Nachdem Anfang 2025 die 2-m-Antennen überholt worden waren und ordentlich funktionierten, steckte Murphy diesmal in der Sende- und Empfangstechnik, berichtet Martin, DL1MTG. Zunächst klapperte

die PA im Takt der CW-Zeichen und die PTT wollte nicht. Nun gut, das lag an der VOX-Einstellung und ließ sich einfach beheben. Aber dann wollte der Transverter hinter dem K3 die PA nicht durchschalten. Nach gemeinsamen Überlegungen und Änderung der Verkabelung schien alles zu spielen ... schien aber nur. Denn statt der vom PC generierten Tastung kam nur ein Dauerträger. Also erneute Beratung und um 16 Uhr (nach einem Tausch von PTT und KEY im K3-Menü) lief die Station dann und Murphy war besiegt. Am Ende standen fast 230 QSOs mit rund 30 000 Punkten im Log.

Die Bedingungen waren wetterbedingt nicht besonders gut, und so ließ auch die Beteiligung zu wünschen übrig, schreibt DF6DU. Jürgen, DL6WT, schlägt vor, mehr Werbung für diesen interessanten Kurzcontest, z. B. durch Erinnerungsschreiben, zu machen. Roland, DL2OM, beobachtete OL7C, der mit viel Aufwand im KST-Chat versuchte, auf diese Weise mehr Aktivität zu generieren.

In jedem Fall sollten sich die UKW-CW-Fans schon einmal den 1. 1. 2026 vormerken, wenn von 1400 UTC bis 1700 UTC die AGCW zum *Happy New Year Contest* auf 2 m und 70 cm einlädt. Der erste VHF/UHF-Contest der AGCW im März steigt dann am 21. 3. 2026.

Ausblick Dezember

Jedes Jahr kreuzt die Erde Mitte des Monats die Bahn des Asteroiden Phaeton. Dieser Gesteinskörper hinterlässt eine Staubwolke, deren Teilchen in der Atmosphäre verglühen und als Meteoritenschauer *Geminiden* bekannt sind. Dieses Jahr wird das Maximum für den 14. 12., 0800 UTC erwartet. Doch die ganze Nacht über sind die Fallraten bereits auf ähnlich hohem Niveau, was die optischen Beobachter und die Meteorscatter-Freunde auf den Bändern von 50 MHz bis 432 MHz gleichermaßen erfreuen wird. In der Spitze dürften auf 2 m um die 100 oder mehr Reflexionen pro Stunde zu erwarten sein.

Ergebnisse Oktober-Contest 4./5. 10. 2025

432 MHz Einmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL3SFB	P06	JN48WM	320	108 363
2.	DL8NAS	B13	JN59LE	331	98 120
3.	DK0MM	F39	JN49IU	221	60 615
4.	DL6AA	V22	JO43JH	162	57 557
5.	DK4VW	M15	JO40IT	182	55 792

345 Logs

432 MHz Mehrmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR9A	A24	JN48EQ	616	242 917
2.	DR7C	B02	JO50WB	486	154 450
3.	DK0NA	B23	JO50TI	430	137 386
2.	DM5D	Y43	JO61OC	247	71 752
3.	DF0MU	Z95	JO32PC	244	71 635

22 Logs

1296 MHz Einmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DG5NFF	B13	JN59MA	130	45 575
2.	DF4IAO	A24	JN48WM	122	44 083
3.	DH3NAN	B19	JO50NC	79	25 680
4.	DK5QN	N02	JO42EA	74	24 041
5.	DL5SE	S54	JO50XL	63	19 461

149 Logs

1296 MHz Mehrmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DR9A	A24	JN48EQ	143	48 025
2.	DM5D	Y43	JO61OC	154	47 659
3.	DK0NA	B23	JO50TI	163	45 322
4.	DF0MU	Z95	JO32PC	79	16 263
5.	DL4M	N13	JO31QX	78	15 720

18 Logs

2300 MHz Einmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL3IAE	K14	JN49DG	24	9334
2.	DL3LAR	H73	JO52GE	23	5514
3.	DK9TF	O32	JO31NF	16	4348
4.	DO3BST	W02	JO51KW	19	4293
5.	DL5EBS	Z95	JO31NH	15	4221

43 Logs

2300 MHz Mehrmann					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DK0NA	B23	JO50TI	58	15 073
2.	DM5D	Y43	JO61OC	16	4120
3.	DL4M	N13	JO31QX	16	3308
4.	DR2Q	X06	JO50SF	11	2018
5.	DK0PU	L30	JO31JN	14	1813

8 Logs



QSOs von DL4M im Marconi-Contest (JO31QX)
Screenshot: DL4M

AGCW-VHF/UHF-Contest 29. 9. 2025

144 MHz QRP					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DH7FFE		JO40FC	15	2861
2.	DF5GO/p		JO62RJ	13	2504
3.	DF6DU		JN58WC	7	1499

7 Logs

144 MHz max. 50 Watt					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DK2GZ		JN49GB	31	9063
2.	DL2YDS		JO42CC	27	7845
3.	DJ2SX/p		JO63GS	16	5417
4.	DF6LH/p		JO30KN	21	4190
5.	HB9EWL		JN37TL	13	4067

17 Logs

144 MHz QRO					
Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Pkt.
1.	DL6WT		JN39VV	47	13 128
2.	OL7C		JO60JJ	45	13 041
3.	DL2OM		JO30SN	46	12 258
4.	DL8QS		JO43KH	20	6734
5.	DF4XG		JO43WI	22	6624

19 Logs



■ 46. Gigahertz-Tagung 2026

Die Vorbereitungen für die 46. GHz-Tagung am 28.2.2026 in Dorsten haben begonnen und für den Tagungsband suchen die Veranstalter nun Vorträge oder Beiträge. Jeder ist willkommen, unabhängig davon, ob es sich um einen rein technischen Vortrag, einen Erfahrungsbericht von einem Contest oder einen Praxistipp handelt. Wer sein Wissen in einem Vortrag weitergeben oder in einem Beitrag für den Tagungsband einreichen möchte, wende sich bitte per E-Mail unter tagungsleitung@ghz-tagung.de an die Tagungsleitung.



Die Tagung wird vom DARC-Distrikt Westfalen-Nord organisiert, unterstützt durch die Volkshochschule Dorsten. Das Treffen befasst sich mit dem Amateurfunkbetrieb auf Frequenzen oberhalb von 1,2 GHz und lebt von den zahlreichen Fachvorträgen sowie der Gelegenheit für persönliche Gespräche. Jährlich besuchen mehr als 200 Funkamateure die Tagung, um über aktuelle Entwicklungen auf den Gigahertz-Bändern zu diskutieren. Zudem wird dort der DARC-UKW-Contest-Pokal verliehen. Weitere Informationen, auch über Tagungen und deren Themen in früheren Jahren, stehen unter www.ghz-tagung.de online.

Team Gigahertz-Tagung

■ Astro-Messe parallel zur Ham Radio

Während der Ham Radio vom 26.6. bis 28.6.2026 (www.hamradio-friedrichshafen.de) findet am 27.6. auf dem Messegelände in Friedrichshafen zusätzlich erstmals die *Astro* als Fachmesse rund um Astronomie, Astrofotografie und moderne Beobachtungstechnik in Halle B1 statt.

Laut Messechef Klaus Wellmann spreche die *Astro* eine engagierte und technikaffine Gemeinschaft an und passe daher mit ihrer inhaltlichen Ausrichtung gut zur Ham Radio. Astronomie und Amateurfunk würden dieselbe Leidenschaft für Technik, Präzision und Kommunikation teilen, was sich, so Projektleiterin Petra Rathgeber, bereits auf der diesjährigen Ham Radio gezeigt habe. Dort befasste sich erstmals ein Stand in Halle A1 mit dem Thema und stieß auf viel Interesse.



Markus Kohler, Jugendleiter der Astronomischen Vereinigung Bodensee, am Astro-Messestand auf der diesjährigen Ham Radio

Foto: Ham Radio, Messe Friedrichshafen

2026 präsentieren während der *Astro* die dort ausstellenden Unternehmen, astronomischen Vereinigungen und Institutionen in Halle B1 Teleskope, Instrumente, Kameras, Filter sowie Zubehör. Neben einem Fach- und Vortragsprogramm erwartet die Besucherinnen und Besucher ein Flohmarkt für Astronomiebedarf. Die anderen Messehallen sind von Freitag bis Sonntag wie gehabt der Ham Radio vorbehalten; die Eintrittskarte gilt für beide Messen.

Messe Friedrichshafen

■ Horkheimer-Preisträger gesucht

Der DARC e.V. sucht nach Kandidaten für den Rudolf-Horkheimer-Preis für besondere Verdienste um die Belange des Amateurfunks und seiner Weiterentwicklung. Der Preis kann an eine oder mehrere Personen sowie an Einrichtungen vergeben werden und ist nicht auf Mitglieder des DARC e.V. beschränkt. Vorschläge mit der Adresse des Vorgeschlagenen und einer kurzen Begründung können bis zum 31.3.2026 eingereicht werden bei: DARC-Geschäftsstelle, Lindenallee 4, 34225 Baunatal; darc@darc.de

DARC e.V.

Afu-Welt

■ 50 Jahre AMSAT-UK

Nach dem Start von AMSAT-OSCAR 6 im Oktober 1972 wuchs das Interesse am Amateurfunkdienst über Satelliten stark an, auch wenn jeder Interessierte etliche Probleme lösen musste: Man benötigte Informationen über die Umlaufbahnen, die Empfangstechnik war anspruchsvoll und es musste die geeignete Sendetechnik mit entsprechender Leistung verfügbar sein. Um den Einstieg zu erleichtern,



produzierten engagierte britische Funkamateure die *OSCAR News*. Die kostenlose Zeitschrift berichtete über empfohlene Ausrüstung, aktive Stationen auf OSCAR sowie Bahninformationen und gab allgemeine Ratschläge zum Funkbetrieb.

Innerhalb kurzer Zeit stieg die Nachfrage nach dieser Publikation stark an und es bildete sich eine Gemeinschaft von Enthusiasten, die 1975 die AMSAT-UK gründeten. Hierbei half die Unterstützung von der AMSAT-USA, heute AMSAT-NA. Von nun an erschienen die *OSCAR News* in Form eines gedruckten zweimonatlichen Bulletins als Mitgliederzeitschrift. Seitdem leistet die AMSAT-UK einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung des Amateurfunkdienstes über Satelliten.

In Zusammenarbeit mit der *University of Surrey* und der Satellitenschmiede *Surrey Satellite Technology Ltd.* konnten zahlreiche Satelliten auf den Weg gebracht werden, darunter die erfolgreichen britischen OSCARs UoSAT-OSCAR 9, -11, -14, -15, -22, -36 bis zum

AMSAT-OSCAR 73 (*FUNcube-1*). An weiteren Satellitenprojekten war und ist die AMSAT-UK beteiligt. Derzeit arbeitet man an der Nutzlast *FUNcube Lite*, einem Nachfolger von AO-73, die auf dem *6U-CubeSat Jovian-1* fliegen soll. Nicht zuletzt sei die Entwicklung von Ausrüstung für Bodenstationen der Funkamateure genannt, für den der *FUNcube*-Dongle stellvertretend steht. Die AMSAT-UK ist mit dem RSGB verbunden und arbeitet mit der IARU zusammen. Wir gratulieren der AMSAT-UK und wünschen viel Erfolg für künftige Projekte. **Andreas Bilsing, DM4TG**

■ Antarktis-Saison 2025/2026

Die Sommersaison in der Antarktis hat begonnen und von dort ist wieder mit zusätzlichen Amateurfunkaktivitäten zu rechnen. Oleg, ZS7ANF, war im November bereits einige Tage vom *Whichaway Camp* aktiv, bevor er nach *Wolf's Fang* verlegte. *Whichaway* liegt in der eisfreien Schirmacher-Oase, wo sich die vor fast 50 Jahren eröffnete Georg-Forster-Station der DDR befand. Wie Oleg auf Anfrage mitteilte, ist auch kurzer Amateurfunkbetrieb aus dem *Echo Camp* möglich; es empfiehlt sich eine Beobachtung der DX-Cluster.

Denney, VU2DGR, gehört zum Überwinterungsteam auf der indischen Antarktisstation Bharati und war kurz vor Redaktionsschluss auf 20 m mit 10 W in Digimodes zu erreichen. David, F4FKT, meldet sich dieser Tage unter FT4YM/p von der Base Concordia oder von Little Dome C. Weitere Standorte in der Antarktis sind möglich. Mitte November hat der deutsche Forschungseisbrecher *RV Polarstern*, DPOPOL, seine Fahrt von Bremerhaven in die Antarktis begonnen; Funkamateur an Bord ist wieder Jörg, DJ0HO. Felix, DL5XL, reist gegen Jahresende per Flugzeug zur deutschen Antarktisstation Neumayer III und meldet sich von dort unter DP1POL. Neumayer III selbst war und ist in diesem Jahr regelmäßig unter DPOGVN auf Kurzwelle und über QO-100 zu erreichen.

Harald Kuhl, DL1AX

■ YOTA-Monat 2025



Den ganzen Dezember über sind wieder regelmäßig jugendliche Funkamateure mit dem Suffix YOTA im Rufzeichen auf Kurzwelle aktiv. Jugendlichen soll dabei das

Hobby Amateurfunk nähergebracht werden und diese ermutigen, auf den Amateurfunkbändern aktiv zu werden. Geeignet sind dazu unter anderem Vorführungen in einer Schule oder in der Klubstation eines örtlichen Vereins. Lizenzierte und nicht lizenzierte Jugendliche können so per Funk über Grenzen hinweg Verbindung aufnehmen. Unter <https://events.ham-yota.com> steht ein Link zu einem DX-Cluster mit den Rufzeichen der aktiven Stationen. Wer mit YOTA-Stationen funkt oder diese als SWL hört, hat die Gelegenheit zur Erlangung eines Diploms in mehreren Klassen.

YOTA



Bearbeiter:

Ing. Claus Stehlik, OE6CLD

Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf

E-Mail: oe6cld@oevsv.at

■ Erstmalig Bronze für Österreich bei der HST-Weltmeisterschaft 2025

Vom 15. bis 19. Oktober 2025 fand in Herceg Novi, Montenegro, die 21. IARU-High-Speed-Telegrafie-Weltmeisterschaft statt.

Zur ÖVSV-Delegation gehörten erstmalig Bernd, OE3BMW, und, wie bereits im Jahr 2024, Michaela, OE8YXK, Luca, OE8DDX, Robert, OE3RLV, Thomas, OE3TBU, Barbara, OE3SQU, Stephan, OE3SPR, Martin, OE3VBU und Gudrun, OE1OMA.

Das österreichische Team konnte den 5. Platz in der Nationenwertung erfolgreich verteidigen. Auf individueller Ebene gab es bei allen Teilnehmern Verbesserungen im Vergleich zu den Resultaten des Vorjahres. Den größten Beitrag für Österreich leistete auch dieses Jahr Stephan, OE3SPR. Durch seine soliden Leistungen in allen Wettbewerben gewann er in der Gesamtwertung seiner Kategorie die



Österreichisches Team mit dem Bronzemedailengewinner Stephan, OE3SPR Foto: OE3SPR

Bronzemedaille – ein Riesenerfolg für ihn und das gesamte Team.

■ 160-m-OE-Aktivitätsrunde

Nach der Sommerpause wird wieder herzlich zur 160-m-OE-Aktivitätsrunde eingeladen. Die Rundenleitung übernehmen wie gewohnt die Klubstationen sowie Mitglieder des AMRS. Das sind: OE3XRC (AMRS Waldviertel) mit Marion, OE3YSC, und Martin, OE3EMC, OE4XLC (Markt Allhau) mit Rainer, OE4XLC, und OE4XBA mit Robert, OE4RGC, und Christian, OE4CHZ. Man trifft sich an folgenden Montagen im Dezember jeweils um

19.30 Uhr Ortszeit auf der Frequenz um 1882 kHz: 1. 12. (OE4XBA), 15. 12. (OE3XRC) und 29. 12. (OE4XLC). Das Team der 160-m-OE-Aktivitätsrunde freut sich auf eine zahlreiche und rege Teilnahme.

■ ÖVSV-Telegrafiekurs

Seit über 20 Jahren sind in Österreich keine Morsekenntnisse mehr nachzuweisen, um eine CEPT-1-Lizenz zu erlangen. Überraschenderweise ist das Interesse, diese Fertigkeit zu erlernen, welche doch einiges an Aufwand benötigt, überaus groß. Die Auftaktveranstaltung wurde aufgezeichnet und steht auf Vimeo als HD-Video zur Verfügung.

Martin, OE3VBU, stellte zunächst die Historie vor. Der Wunsch zu kommunizieren, ist so alt wie die Menschheit selbst. Telegrafie in der heute gelebten Form gibt es seit etwa 150 Jahren, zunächst via Kabel, später auch per Funkübertragung.

In dem Vortrag präsentierte Martin die grundsätzlichen Zusammenhänge und vor allem das Zeitverhalten der einzelnen Elemente Punkt, Strich und die Pausen dazwischen.

Das Video findet man hier: <https://vimeo.com/oevsv/morsekurs-2025-2026>, es dauert etwa eine Stunde und 24 Minuten. Viel Spaß beim Ansehen!



Bearbeiter:

Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL

Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau

E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ Funkstörungen durch Wärmepumpen

Wärmepumpen-Heizungen werden immer beliebter und in vielen Ländern auch staatlich gefördert. Deren elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), d. h. das Potenzial für Funkstörungen, ist leider sehr unterschiedlich. Viele Funkamateure haben schon schlechte Erfahrungen mit ihrer Wärmepumpe oder der des Nachbarn gemacht, wenn sich diese lautstark auf den Frequenzen bemerkbar macht.

Das Grundprinzip einer Wärmepumpe ist das eines Kälteschranks, es wird jedoch einfach die produzierte Wärme und nicht die Kälte genutzt. Hier gelten die gleichen physikalischen Randbedingungen: Je höher die notwendige Temperaturdifferenz ist, desto mehr Antriebsenergie – meist Strom – wird benötigt.

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Systeme: Wärmepumpen mit Erdsonden verwenden auf der kalten Seite eine Flüssigkeit, die durch ein tiefes Bohrloch (typ. 200 m) Wärme aus dem Untergrund erntet. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen dient die Umgebungsluft als Quelle der Heizenergie. Seit einigen Jahren werden Wärmepumpen fast immer mit drehzahlgeregelten Antrieben gebaut, d. h. es gibt einen Leistungselektronikteil. Diese Inverter mit Leistungen im Kilowattbereich können

Funkstörungen verursachen, wenn sie nicht gut aufgebaut und ausreichend gefiltert sind.

Erdsonden-Wärmepumpen sind für uns Funkamateure meist unproblematisch, weil der elektrische Leistungsteil der Anlage sehr kompakt ist und dazu meist im Keller steht. Ein solches Gerät ist EMV-mäßig mit einer Waschmaschine vergleichbar: Das Gerät wird vom Hersteller den Normen gemäß getestet. Die Leitungen, die Störströme führen, sind kurz und innerhalb des Geräts. Bei der Installation können kaum Fehler gemacht werden, die Funkstörungen erzeugen.

Ganz anders sieht es bei Luft-Wasser-Wärmepumpen aus. Hier gibt es zwei Anlagenteile mit Leistungselektronik: das Außengerät und das Innenmodul. Leider sind bei vielen Geräten die Inverter im Außengerät verbaut. Dadurch gibt es lange Leitungen zwischen Innen- und Außenmodul, die viel elektrische Energie transportieren. Wenn diese Leitungen in den Geräten nicht ausreichend gefiltert sind, und zum Kostensparen keine abgeschirmten Kabel verwendet werden, sind Funkstörungen fast unvermeidbar.

Erfahrungen von Schweizer Funkamateuren und auch des Bundesamtes für Kommunikation (BAKOM) zeigen auf, dass sich viele Installateure von Luft-Wasser-Wärmepumpen nicht an die Installationsvorschriften der Hersteller halten. Der Wissensstand der Heizungsbranche bezüglich EMV lässt sich in der Schweiz nur als ungenügend, wenn nicht blamabel bezeichnen. Wenn überhaupt abgeschirmte Kabel Verwendung finden (solche sind fast immer vom Hersteller vorgeschrieben), werden die Schirmungen oft nicht korrekt oder gar nicht angeschlossen. Die Ab-

schirmung ist damit wirkungslos. Außerdem werden meist die vorgeschriebenen Abstände zwischen den Steuer-, Power- und Kühlmitteleitungen nicht eingehalten und statt dessen alles in einem Rohr verlegt.



Außengerät einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

Foto: HB9BKT

Das Schweizerische BAKOM hat vor kurzem ein Merkblatt publiziert, das die Branche an ihre Sorgfaltspflichten bei der Installation erinnern soll und auch eine Bußgeldandrohung enthält für Installateure, die sich wiederholt nicht an die Vorschriften des Herstellers halten. Die darin enthaltenen Hinweise sind auch außerhalb der Schweiz lesenswert. Das Merkblatt kann auf Deutsch, Französisch, Italienisch und Englisch von der Website des BAKOM www.bakom.admin.ch/de/waermepumpen heruntergeladen werden.

Tnx Info Dr. Urs Lott, HB9BKT



Dezember 2025

1. – 31. 12.

Top 10 DX of the Year SWL-Contest 0000/2400

2. 12.

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1800/2200

NRAU Activity Contest u. a. [144 MHz] (All) 1800/2200

Westfalen-Nord-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

4. 12.

QRP ARCI Topband Sprint [160 m] (CW) 0000/0300

SKCC Sprint Europe [160...6 m] (CW) 2000/2200

5. 12.

Latvian Mechanical Key Activity [80 m] (CW) 1800/1900

5. – 7. 12.

ARRL 160 m Contest (CW) 2200/1600

6. 12.

USKA-Weihnachtscont. [80/40 m] (SSB/Digi) 0700/1100

Wake-up! QRP Sprint Contest [40/20 m] (CW) 0600/0800

6. – 7. 12.

Pro CW Contest [KW] (CW) 1200/1200

INORC Contest [KW] (CW) 1400/1400

FT Challenge [KW] (FT4/FT8) 1800/2400

7. 12.

Brandenburg-Berlin-Contest [KW/UKW] (CW/SSB/FM) 0700/1500

REF-Kurzcontest [144 MHz] (All) 0600/1100

RSGB AFS Contest [144MHz] 1000/1600

9. 12.

DARC-CW-Ausbildungscontest [80 m] 1800/1900

NRAU Activity Contest u. a. [432 MHz] (All) 1800/2200

Westfalen-Süd-Aktivität [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

11. 12.

NRAU Activity Contest u. a. [50 MHz] (All) 1800/2200

13. 12.

USKA-Weihnachtscont. [80/40 m] (CW/Digi) 0700/1100

13. – 14. 12.

ARRL 10 m Contest (CW/SSB) 0000/2400

TRC Digi Contest [KW] (RTTY) 0600/1800

International Naval Contest [KW] (CW/SSB) 1600/1600

14. 12.

QRP ARCI Holiday Spirits Homebrew Sprint [160 m, KW] (CW) 2000/2300

15. 12.

RSGB FT4 Contest [KW] 2000/2200

16. 12.

NRAU Activity Contest u. a. [1,3 GHz] (All) 1800/2200

18. 12.

NRAU Activity Contest u. a. [70 MHz] (All) 1800/2200

20. 12.

OK DX RTTY Contest [KW] 0000/2400

20. – 21. 12.

Croatian DX Contest [160 m, KW] (CW) 1400/1400

21. 12.

S5 Activity [50, 144, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OE VHF/UHF/Mikrowellen-Aktivitätscontest [50 MHz ...241 GHz/Laser] (CW/SSB/FM) 0700/1300

OK VHF/UHF/SHF Activity Contest [144 MHz...10 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

DUR-Aktivitätscont. [≥1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1200

GMA Contest [144 MHz] (All) 0800/1200

REF-Kurzcontest [144 MHz] (CW) 0600/1100

23. 12.

NRAU Activity Contest [≥2,3 GHz] (All) 1800/2200

24. 12.

SAQ [17,2 kHz] (CW) offizielle Weihnachtsaussendung, 0730 Testschleife, 0800 Sendung; Informationen auf www.alexander.n.se/en

26. 12.

DARC-Weihnachtscontest [80/40 m] (CW/SSB) 0830/1100

27. 12.

RAC Winter Contest [160...2 m] (CW/SSB) 0000/2400

RSGB Christmas Contest [6 m] (All) 1500/1700

27. – 28. 12.

Original QRP Contest [KW] (CW/SSB) 1500/1500

Stew Perry Topband Challenge [160 m] (CW) 1500/1500

27. 12. – 5. 1.

D-STAR QSO Party 2025 0000/2400; Details unter: www.icomjapan.com/event/dqp2025

28. 12.

RAEM International HF Contest [KW] (CW) 0000/1200

RSGB Christmas Contest [4 m] (All) 1500/1700

29. 12.

YOTA Contest [KW] (CW/SSB) 1000/2200

RSGB Christmas Contest [2 m] (All) 1500/1700

30. 12.

Contest der Diplomsammler Waterkant [KW, UKW] (CW/SSB/FM) 1300/1800

RSGB Christmas Contest [70 cm] (All) 1500/1700

Quellen: ARRL Contest Calendar, DARC-Contestkalender, IARU-Reg. 1-Contest Calendar, WA7BNM Contest Calendar. Angaben ohne Gewähr! Alle Contest-Zeiten in UTC!

Inserentenverzeichnis

Alphapoc, Homburg	933
ANJo-Antennen, Heinsberg	989
Bareither + Raisch, Leonberg	987
Batronix Elektronik, Preetz	949
Bonito, Hermannsburg	988
Fernschule Weber, Großenkneten-Westrittrum	991
Funktechnik Seipelt, Hoppegarten	991
Haro electronic, Burgau	991
HFC-Nachrichtentechnik, Iserlohn	991
Hilberling GmbH, Schacht-Audorf	989
Hotel Hellers Krug, Holzminden	991
Icom (Europe) GmbH, Heusenstamm	4.US
IK-Telecom, Finnland	988
ILT Schule, Schweiz	1005
KN-Electronic, K. Nathan, Neuhaus/Rwg.	986
Kusch, Dortmund	989
QSL-Collection, Wien	991
Reuter-Elektronik, Dessau-Roßlau	991
Rohde & Schwarz, München	991
Sander electronic, Berlin	988
SPE Società Per l'Elettronica, Italien	3. US
Spiderbeam, Spremberg	990
SSB-Electronic GmbH, Lippstadt	987
Vintronic, Flensburg	989
WiMo GmbH, Herxheim	988/990
electronicrepair.de, Schwaförden	988
Yaesu Musen Co., Ltd, Tokio/Japan	2.US

Anzeigenschluss für den FUNKAMATEUR 1/26

ist am Freitag, dem 5. Dezember 2025.

Vorschau auf Heft 1/26

VK9XU und VK9CU:

Weihnachtsinsel und Cocos-Keeling

Zwei entlegene australische Inseln waren das Ziel einer deutsch-australischen DXpedition. Probleme bei der Rufzeichenvergabe, der Beantragung der Visa und mit einer nicht angekommenen Antennentasche meisterte das Team mit Beharrlichkeit und Improvisation. Günter Gassler, DL2AWG, nimmt uns mit auf eine Funkreise in den Indischen Ozean.



Digimodes mit Arduino Uno

Nicht jeder Digimode erfordert den Einsatz eines Stationstransceivers. Dank kostengünstig erhältlicher Mikrocontroller und leistungsfähiger HF-Signalgeneratorschaltkreise lassen sich mit nur wenig Aufwand sendeseitig interessante Alternativen realisieren, wie das hier vorgestellte Projekt beweist.

... und außerdem:

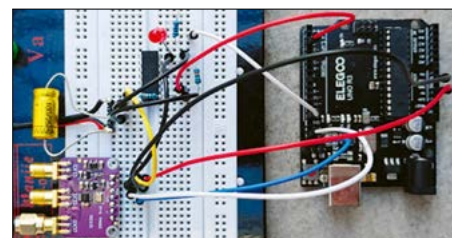
- RM Noise: Rauschminderung mit KI
- Keyer mit Sonderfunktion für das virtuelle CW-Band
- Aufbau und praktische Nutzung einer TEM-Messzelle
- Dualhärtende Klebstoffe in der Hobbywerkstatt
- Alternative Einspeisevariante für eine Magnetic Loop

erscheint am 24. 12. 2025



Wfview für mehrere Transceiver

Das Open-Source-Interface Wfview wurde für die Steuerung von Icom- und Kenwood-Transceivern konzipiert. Es kann auch dazu genutzt werden, um mehrere Geräte von einem einzigen PC aus fernzusteuern und dies sogar gleichzeitig. Der Beitrag zeigt diese interessante Anwendung anhand eines praktischen Beispiels und gibt Tipps zur Konfiguration der Software.

Redaktionsschluss
FA 1/26: 4. 12. 2025

Vorankündigungen ohne Gewähr



**DIE BESTEN ENDSTUFEN KÖNNEN JETZT
DIREKT VOM HERSTELLER BEZOGEN WERDEN
GÜNSTIGER, MIT GARANTIE UND DIREKTEM SUPPORT**

BEI ALLEN ENDSTUFEN SIND ATU UND NETZTEIL EINGEBAUT

NEU !! EXPERT 1.5K-FA TAURUS



5.295,50

Robuster, mehr Leistung, zuverlässiger,
besserer Wirkungsgrad, hohe Linearität und Schutz
gegen den ersten Spike

ZWEI MOSFETs MIT JE 1,8 kW

Bedeutende Innovationen, die diese Linearendstufe so
„einmalig“ machen:

- Neues, ausgeklügeltes Temperatur-Management des Kühlsystems, das mit weniger Lüftergeräuschen deutlich effizienter arbeitet.
- Im ICAS-Betrieb (Intermittent Commercial and Amateur Service) ist die zeitlich unbegrenzte Nutzung auch bei FT8, JT65, Q65-60A und ähnlichen Sendearten möglich.
- In den Leistungsstufen MID und LOW kann ohne Unterbrechung im Dauerbetrieb gesendet werden.
- Permanente Überwachung der Antenne, um die Überhitzung der Balun-Kerne zu vermeiden sowie Schäden am Verstärker zu vorbeugen.

EXPERT 1.5K-FA



4.748,-

Stabile 1,5 kW auf allen Bändern und in allen Sendearten.
Zahlreiche neue Features ergänzen bereits vorhandenen
Funktionen, die uns seit mehr als 15 Jahren zum
führenden Hersteller machen. Dazu gehört beispielsweise
ein Predistortion-Ausgang mit -60 dB.

MIT 1,8-kW-MOSFET

EXPERT 2K-FA



6.188,-

Ein Spitzenprodukt in Bezug auf Leistung und Technologie!
Diese Endstufe wird weltweit von bekannten Stationen
als Ergänzung renommierter Amateurfunk-Transceiver
eingesetzt.

2 kW HF AUCH IM 50-MHz-BAND

EXPERT 1.3K-FA



**4.284,-
mit ATU**

**3.100,-
ohne ATU**

Einmalig geringes Gewicht von nur 9,5 kg. Die perfekte
Endstufe für das heimische Shack und unersetzlich für
DXpeditionen.

1,3 kW Sendeleistung – sicher und absolut zuverlässig.

MIT 1,5-kW-MOSFET

CO1-2 COMBINER



1.963,50

Verdoppelt die Leistung, indem die Ausgangssignale
zweier EXPERT-Endstufen zusammengeführt werden.
Somit bleibt die Möglichkeit, die Endstufen bei Fielddays
und DXpeditionen separat zu nutzen.

BIS ZU 4 kW

Preise für Deutschland (inkl. 19 % MWSt) zuzüglich Versandkosten · andere Länder je nach MWSt.-Satz abweichend

<http://www.linear-amplifier.com> • E-Mail: info@linear-amplifier.com
SPE S.r.l. • Via di Monteverde 33 • 00152 Rom • Italien • T. +39-06-58209429



Stille Nacht? Oder Signalnacht?

Die Evolution des legendären IC-7300 ist da.

Der IC-7300MK2 führt die DNA der revolutionären Kult-Station IC-7300 in der Amateurfunkwelt fort und hebt den Bedienkomfort und die Performance in eine neue Dimension.

Für Funkamateure ist dieses Weihnachtsgeschenk alternativlos. Entdecken Sie diesen Winter mit dem IC-7300MK2 die Faszination der Funkwelt neu.



KW / 50 / (70*) MHz Transceiver

IC-7300MK2

*70 MHz ist in der europäischen Version verfügbar

Icom (Europe) GmbH

Am Zwerggewann 2 - 4 63150 Heusenstamm Deutschland
Telefon: +49(0)6104-98693-0 E-Mail: info@icomeurope.com Web: www.icomeurope.com

IC-7300MK2
für weitere
Informationen



Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.