

## Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

**96** Erlebnisse am Golf von Guinea: TU5PCT

**102** Tipps zur Kühlung von Halbleiterbauelementen

**112** Transverter mit dem Icom IC-705 ansteuern

**118** 12-m-Kurbelmast repariert

**121** Stromversorgung mit mehreren Ausgängen

**129** Hinweise für den Aufbau eines Antennenkopplers

**132** FiFi-SDR als Basis für den Digimode-Empfang



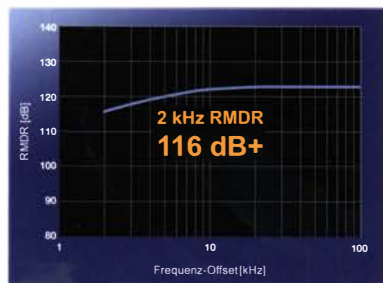
Lichtsprechen mit LED-Sendern  
über 103 km Distanz



*Der FT<sub>D</sub>X10 bietet die gleiche Performance  
wie der weltweit führende  
KW-Hybrid-SDR-Transceiver FT<sub>D</sub>X101  
Yaesu setzt wieder einmal den Maßstab...*

**Die Fakten**

• 2 kHz RMDR 116 dB+



14 MHz Band Reciprocal Mixing  
Dynamic Range (RMDR)

• 2 kHz BDR 141 dB+



14 MHz Band Blocking  
Dynamic Range (BDR)

• 2 kHz 3. IMDR 109 dB+



14 MHz Band 3. Intermodulation  
Dynamic Range (IMDR)

*Ultimative Leistungsmerkmale für KW und 50 MHz*

- *5-Zoll-TFT-Farb-Touch-Display mit 3DSS-Darstellung*
- *Mehrzweck-Wahlring (hinter dem VFO-Knopf) für beste Bedienbarkeit*
- *Fernsteuerung über LAN\* oder Internet* \*(mit optionalem LAN-Modul)

KW/50-MHz-TRANSCEIVER

**FT<sub>D</sub>X 10**



Externer Lautsprecher SP-30 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)69-846584  
www.difona.de

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

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

**YAESU**  
The radio

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

**B.G.P Braga Graziano**  
Tel.: +39-0385-246421  
www.bgpcom.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

**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

<b>Herausgeber</b>	Dipl.-Jur. Knut Theurich, DG0ZB
<b>Chefredakteur</b>	Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD
<b>Internet</b>	<a href="http://www.funkamateurl.de">www.funkamateurl.de</a>
<b>Shop/Leserservice</b>	N. N., Tel. (030) 44 66 94-72 <a href="mailto:Shop@funkamateurl.de">Shop@funkamateurl.de</a>
<b>Abo-Verwaltung</b>	Manuela Griewald, Tel. (030) 44 66 94-60 <a href="mailto:Abo@funkamateurl.de">Abo@funkamateurl.de</a>
<b>Verlag</b>	Box 73 Amateurfunkservice GmbH Majakowskiring 38, 13156 Berlin Tel. (030) 4466 94-60 · Fax (030) 44 66 94-69 <a href="mailto:Verlag@funkamateurl.de">Verlag@funkamateurl.de</a>
<b>Redaktion</b>	Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD (Amateurfunktechnik) <a href="mailto:Redaktion@funkamateurl.de">Redaktion@funkamateurl.de</a> Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED (Elektronik/Computer) <a href="mailto:Elektronik@funkamateurl.de">Elektronik@funkamateurl.de</a> Tel. (030) 44 66 94-57 Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP (Bausätze) <a href="mailto:Support@funkamateurl.de">Support@funkamateurl.de</a> Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS (Amateurfunkpraxis/QTC) <a href="mailto:QTC@funkamateurl.de">QTC@funkamateurl.de</a> Harald Kuhl, M. A., DL1AX (Rundfunk/CB/Jedermannfunk) <a href="mailto:CBJF@funkamateurl.de">CBJF@funkamateurl.de</a> Frank G. Sommer, DC8FG (Computer) <a href="mailto:Computer@funkamateurl.de">Computer@funkamateurl.de</a>
<b>Fachberatung</b>	Dipl.-Ing. Bernd Petermann, DJ1TO <a href="mailto:Postbox@funkamateurl.de">Postbox@funkamateurl.de</a>

**Ständige freie Mitarbeiter:** Dipl.-Ing. J. Berns, DL1YBL, Digital-QTC; Dr.-Ing. Hartmut Büttig, DL1VDL, Ausbreitung; Dr. M. Dornach, DL9RCF, DX-Berichte; J. Engelhardt, DL9HQH, Digital-QTC; Th. Frey, HB9SKA, Sat-QTC; F. Janda, OK1HH, Ausbreitung; P. John, DL7YS, UKW-QTC; F. Langner, DJ9ZB, DX-Infos; B. Mischewski, DF2ZC, UKW-QTC; W. Paßmann, DJ6JZ, SDR; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüschi, HB-QTC; F. Rutter, DL7UFR, Technik; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; D. Schirmer, DL5SE, IOTA-QTC; H. Schönwitz, DL2HSC, SOTA-QTC; C. Stehlik, OE6GLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; R. Thierme, DL7VEE, DX-QTC; A. Wellmann, DL7UAW, SWL-QTC; N. Wenzel, DL5KZA, QSL-Telegramm

**Klubstation** DF0FA (DOK FA)  
**Satz/Grafik** H. Benkenstein; A. Hellinger; S. Zschäckel  
**Druck** Möller Druck und Verlag GmbH, Ahrenfelde, OT Blumberg  
**Vertrieb** IPS Pressevertrieb GmbH, Tel. (022 25) 8801-0

**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.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.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 und das gewerbliche Programmieren von EPROMs 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 Funksende- und -empfangseinrichtungen 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:** FUNKAMATEUR erscheint monatlich und in der Regel am letzten Mittwoch des Vormonats. Inlandsabonnenten erhalten ihr Heft vorher.

**Einzelpreise im Zeitschriftenhandel: Deutschland 5,50 €**, Euro-Ausland 5,90 €, Schweiz 6,90 CHF, Dänemark 45 DKK.

**Inlandsabonnement, jederzeit kündbar**, für 12 Ausgaben **49,80 €**, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 53,80 €.

**Jahresabonnement Schüler/Studenten Deutschland** gegen Nachweis nur 35,90 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 39,90 €.

**Flex-Abonnement Deutschland 5,50 €** bzw. **Euro-Länder 5,90 €** pro Monat. Monatliche Zahlung nur per SEPA-Lastschrift möglich, Kontobelastung erst nach Lieferung. Jahrgangs-CD des Vorjahres jeweils mit Heft 1 als Bonus.

**Jahresabonnement Ausland 55,- €** (PLUS-Abo 59,- €); nach Übersee auf Anfrage; Schweiz/Liechtenstein 69 CHF (PLUS-Abo 73 CHF)

**PLUS-Abonnement:** 12 Ausgaben plus eine Jahrgangs-CD gegen 4 € Aufschlag. Ab Dezember 2021 wird anstelle der CD eine Download der Dateien ermöglicht.

**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 auf unserer Homepage [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → Abo und Probeheft

**IBAN für Überweisungen in Euro:** Box 73 Amateurfunkservice GmbH  
DE70 1009 0000 2181 7860 20 BIC: BEVODEB333

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

**Private Kleinanzeigen:** Leser können pro Ausgabe eine bis zu 200 Zeichen lange Kleinanzeige gratis veröffentlichen, wenn diese über [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → Inserieren → Kleinanzeigen online beauftragt wird. Alternativ können Sie Ihren Text auch als E-Mail an [Kleinanzeigen@funkamateurl.de](mailto:Kleinanzeigen@funkamateurl.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. Chiffre-Anzeigen sind nicht möglich.

**Gewerbliche Anzeigen und Beilagen:** Mediadaten bitte beim Verlag anfordern oder als PDF-Datei von [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → Inserieren → Mediadaten mit Preisliste herunterladen. Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 31 vom 1.1.2021. Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

**Vertriebs-Nr. A 1591 - ISSN 0016-2833**

**Redaktionsschluss:** 7.1.2021 **Erstverkaufstag:** 27.1.2021

**Druckauflage:** 33 900

© 2021 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

# Sonnige Zeiten

Für den Funkbetrieb auf den KW- und teilweise auch den UKW-Bändern erwarten uns im wahrsten Sinne des Wortes „sonnige“ Zeiten, marschiert doch unser Zentralgestirn, wenngleich zunächst gemächlich, in Richtung Maximum des 25. Zyklus. František K. Janda, OK1HH, wird Ihnen weiterhin Ausgabe für Ausgabe die physikalischen Vorgänge erläutern – wie schon seit FA 4/1981! Gleichwohl sind KW-DXer gut beraten, sich darüber hinaus kurzfristig zu informieren. So etwa auf solarham.net, bei Frau Dr. Tamitha Skov, WX6SWW, via Youtube, oder im wöchentlichen Bericht von Dr. Hartmut Büttig, DL1VDL, innerhalb des DL-Rundspruchs. Zahlreiche Links zum aktuellen Funkwetter, inklusive aller eben genannten Quellen, finden Sie auf [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → Amateurfunkpraxis/DX. Dies alles als Ergänzung zu regelmäßigen eigenen Beobachtungen der Bänder, die, und sei es nur für kurze Zeit, immer wieder überraschende Verbindungen ermöglichen.

Der Boom digitaler Sendearten wie FT8, wo noch Verbindungen mit Signalstärken von -20 dB unter der Rauschschwelle laufen können, ermöglicht es überdies, Bandöffnungen zu nutzen, bei denen in CW oder SSB noch nichts wahrzunehmen und im Spektrogramm nichts zu sehen ist. Durch die Konzentration auf einen schmalen Kanal, in dem sich die aktiven Stationen ausschließlich tummeln, entgeht dem am PC sitzenden Funker praktisch nichts. Dies gilt ähnlich im UKW-Bereich: Ein Großteil der 2020er Super-DX-QSOs wäre ohne FT8 mit seinem Empfindlichkeitsgewinn gegenüber SSB und selbst CW nicht möglich gewesen. Die Signalstärken lagen da kaum höher als 15 dB unter dem Rauschen in 2,5 kHz Bandbreite.

Dabei bleibt die Entwicklung keinesfalls stehen, es sind bereits erste Details einer kommenden WSJT-X-Version 2.4.0 mit einem neuen und noch empfindlicheren Digimode durchgesickert. Darüber berichten wir, wenn es wirklich spruchreif ist.

Es geht jedoch auch lauter. Zunächst noch eher selten, dürften uns bald neben den saisonalen Short-Skip-Öffnungen wieder mehr und mehr F2-Öffnungen auf den oberen KW-Bändern begegnen. OK1HH konstatierte unlängst, dass der 24. Zyklus der schwächste der vergangenen 100 Jahre war. Andererseits wird in jüngster Zeit in vielen anderen einschlägigen Medien eine Studie US-amerikanischer und britischer Wissenschaftler vom Juni 2020 hochgelobt, wonach der laufende 25. Sonnenfleckenzyklus einer der stärksten jemals beobachteten werden könnte. Nun sind – frei nach Mark Twain – Prognosen bekanntlich schwierig, besonders, wenn sie die Zukunft betreffen. Deswegen erwähnte OK1HH diese Studie sachlich nüchtern in FA 9/20, ohne sich ihr jedoch ausdrücklich anzuschließen. Ein solcher Verlauf könnte regelmäßige F2-Öffnungen sogar bis hinauf zu 50 MHz bringen. Doch bis dahin dürfte so oder so noch etwas Zeit vergehen.

Erfreuen wir uns also in diesem Jahr an den sich dank steigender Sonnenaktivität bietenden Möglichkeiten in Verbindung mit moderner Hochtechnologie des Amateurfunks – ohne jedoch die konventionellen Sendearten wie CW und SSB aus den Augen zu verlieren. Ein QSO auf 20 m mit Madeira oder auf 80 m mit Norwegen in FT8 zu tätigen, muss doch nun wirklich nicht sein, außer vielleicht mit QRPP-Sendeleistung oder um einen Punkt fürs Digital-DXCC zu erlangen! Bei alledem kann man sogar der Corona-Pandemie etwas „Positives“ abgewinnen, wie Ric, DL2VFR, im DX-QTC 1/21 feststellte: „Andererseits haben wir in der Pandemie wohl gerade mehr Zeit als sonst zur Verfügung und nutzen diese sinnvoll.“ Eben für Funkbetrieb und Experimente mit altbewährten oder neuen Sendearten.

*Werner Hegewald DL2RD*

Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD  
Chefredakteur

## Amateurfunk

Erlebnisse am Golf von Guinea: Elfenbeinküste, TU5PCT



DXpeditionen haben immer auch etwas Abenteuerliches, denn oft stellen sich vor Ort trotz sorgfältiger Planung unerwartete Probleme ein. Dies erlebte auch eine Gruppe tschechischer Funkamateure, die im Februar 2020 nach Westafrika in die Elfenbeinküste reiste und von dort unter TU5PCT die Kurzwellenbänder mit Pile-ups belebte. Bis zum Ende der Funkaktivität war Improvisationstalent gefragt.

96 QSL: TU5PCT

Minion SDR – QRP-Transceiver aus Odessa



Der Minion SDR ist ein besonders kleiner Transceiver mit knapp 10 W Sendeleistung, der auf zehn Amateurfunkbändern von 160 m bis 10 m einsetzbar ist. Im Beitrag werden kurz die technischen Eigenschaften aufgeführt und die Besonderheiten beim Betrieb erläutert.

100 Foto: DL1TC

Ansteuerung von Transvertern mit dem Icom IC-705



Bei Transvertern für die Gigahertz-Bänder stößt die Frequenzkonstanz an Grenzen, sodass dort die Spektrumanzeige des Icom IC-705 zur Bandbeobachtung äußerst nützlich ist. Die vorgestellte Lösung beschreibt eine elegante Erweiterung zum Steuertransceiver für beliebige Transverter – und dies ohne Eingriff ins Gerät!

112 Foto: DJ5AM

Erfolgreiches Lichtsprechen über 103 km mit LED-Sendern 114

Reparatur eines 12-m-Kurbelmastes 118

Hinweise für den Aufbau eines Antennenkopplers

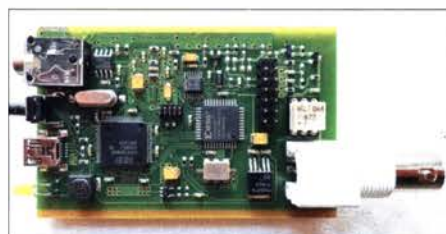


Eine KW-Antenne voller Länge zu betreiben, scheitert oft am nicht zur Verfügung stehenden Platz. Um kürzere Antennen auf mehreren Bändern nutzen zu können, ist eine Anpassung erforderlich. Es wird gezeigt, wie sich ein manuell einstellbarer Antennenkoppler, der dies ermöglicht, einfach selbst bauen lässt.

129 Foto: DL5ABF

PTT-Abschaltung beim Abstimmen 131

FiFi-SDR als Basis einer Empfangsstation für Digimodes



Obwohl das Bastelprojekt des Fichten-Fielddays inzwischen mehr als zehn Jahre alt ist, steht mit dem FiFi-SDR immer noch ein relativ leistungsfähiger Empfänger zur Verfügung, der sich auch für Digimodes gut eignet. Dazu gibt es hier einige praxisnahe Hinweise und Anregungen.

132 Foto: PE3ES

Der Morserino – ein Morsetutor mit Suchtfaktor 159

## Aktuell

Editorial 87

Markt 90

Postbox 92

Literatur 93

Ausbreitung Februar 2021 155

Inserentenverzeichnis 166

Vorschau FA 3/21 166

## QTCs

AATiS e.V. 152



IOTA-QTC 156

Sat-QTC 156

Bergfunk-QTC; SWL-QTC 157

DX-QTC 158

QSL-Splitter; CW-QTC 159

Digital-QTC 160

UKW-QTC 162

QRP-QTC 163

DL-QTC; Afu-Welt 164

OE-QTC 165

HB-QTC 165

Termine Februar 2021 166

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

## Typenblatt

FTDx10 127

**Unser Titelbild**



Ein Team aus vier engagierten Funkamateuren führte am 16. Mai 2020 diverse Versuche mit optischer Sende- und Empfangstechnik durch. Ziel war es, herauszufinden, über welche Entfernungen sich stabile Funkverbindungen mit LED- anstelle von Laserlicht realisieren lassen. Dieser Bericht beschreibt neben den Aktivitäten auch auszugsweise die dabei verwendete Sende- und Empfangstechnik.

Foto: DL3ARM;

Gestaltung: H.Benkenstein

**Wissenswertes**

*Radio und Fernsehen für Oberbayern vom Wendelstein*



Der Wendelstein ist einer der höheren Berge in den bayerischen Alpen. 1950 wurde dort der erste Rundfunksender errichtet. Heute versorgt dieser als Grundnetzsender fast das gesamte bayerische Alpenvorland mit Rundfunk- und Fernsehprogrammen.

Foto: DG3WZ

94

*Praxistipps zur Kühlung von Halbleiterbauelementen (1)*

102

*Enigma-Chiffriermaschine aus der Ostsee gefischt*



Bei der Suche nach verlorenen Fischernetzen fanden Taucher eine Enigma.

Foto: Christian Howe, Submaris

105

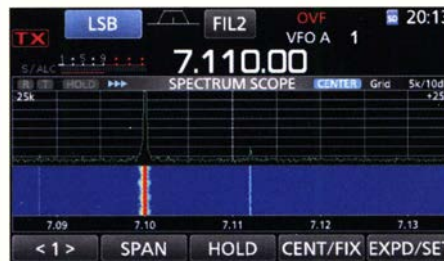
**Funk**

*CB- und Jedermannfunk*

153

**Elektronik**

*Nutzung der OVF-Anzeige zur Bestimmung des NPR beim IC-7300*



Die technischen Daten eines direkt-abtastenden SDR werden maßgeblich von denen des Digital-Analog-Umsetzers am Empfängereingang bestimmt. Existiert eine Übersteuerungsanzeige, die beim Begrenzungseinsatz präzise anspricht, lässt sich mit deren Hilfe sogar das Rausch-Leistungs-Verhältnis (NPR) des Empfängers recht genau bestimmen. Screenshot: DC4KU

106

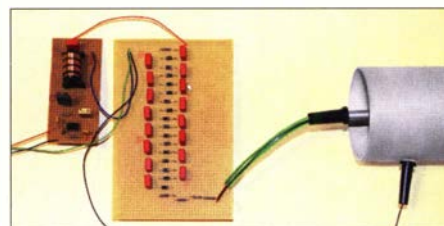
*Frequenzbereichserweiterung bis 3 GHz für den DSA815-TG (2)*

108

*Kompakte Spannungsversorgung mit mehreren Ausgängen*

121

*Luftreinigung und -desinfektion mithilfe von UV-C-Leuchtdioden*



Mittels eines Ionisators lassen sich in der Luft vorhandene Aerosole sammeln, um die darauf befindlichen Krankheitserreger anschließend z. B. mit UV-C-Strahlung zu vernichten. Im Beitrag wird ein selbst gebautes Gerät vorgestellt, das die Raumluft auf diese Weise reinigt und desinfiziert.

Foto: Sander

122

**Einsteiger**

*Effiziente vertikale KW-Drahtantennen (4)*

136

**BC-DX**

*BC-DX-Informationen*

153

**RADIO ELI** **РАДИО ЭЛИ**  
 95.6 FM в Нарве **АМ 1035 KHz** на средня волна **98.2 FM** в Кокула-Нрве  
**WWW.RADIOELI.RU**

Radio Eli aus Estland ist auf 1035 kHz zu hören. QSL: Lindner

*Englisch für Europa*

154

**Bauelemente**

ZFL-xxx: Verstärkermodule für 0,03 MHz bis 2,5 GHz in 50-Ω-Technik

125



Die insgesamt zehn HF-Anschlüsse des LimeSDR sind auf U.FL-Buchsen, im Bild links, herausgeführt.

## SDR-Transceiver für Experimente bis 3,8 GHz

Das LimeSDR ist eine vollständig bestückte Leiterplatte für SDR-Experimente. Aufgebaut um den IC LMS7002M von Myriad RF stellt es einen kompletten Transceiver für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 3,8 GHz dar. Durch die Integration in Snappy Ubuntu Core lassen sich leicht Apps entwickeln, verteilen und beim Anwender installieren. Darüber hinaus wird das Board von vielen bekannten Programmen wie SDR-Radio, GQRX usw. unterstützt.

Der Prozessor des LMS7002 und der hochintegrierte FPGA-IC Altera Cyclone MAX 10 bieten zusammen eine hohe Rechenleistung, wodurch bereits auf dem Board die weitergehende Signalverarbeitung erfolgen kann.

Um große Datenmengen schnell zum PC transportieren zu können, setzt das LimeSDR auf USB 3.0, bei dem von WiMo angebotenen Modell auf eine Micro-USB-3.0-Buchse. Die Stromversorgung erfolgt entweder über diesen Anschluss oder über einen separaten Hohlstecker.

Das LimeSDR hat zehn schaltbare Aus- und Eingänge: vier für den Sender und sechs für den Empfänger. Durch Fähigkeiten wie MIMO (engl. Multiple Input Multiple Output) und Voll duplex sind sowohl Verfahren wie Wi-Fi, LTE oder Radarsysteme realisierbar, zudem ist der Einsatz als Nachsetzer für eine QO-100-Satellitenstation möglich.

Bezug: WiMo GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Tel. (0 72 76) 9 66 80, Fax 96 68 11; www.wimo.com, info@wimo.com

## Katalog für den Antennenbau

Neu aufgelegt wurde der Spartenkatalog **Mechanische Lösungen für den Antennenbau** von UKW Berichte. Auf 52 Seiten werden Teile für den optimalen Antennenaufbau mit Bildern und Daten aufgeführt. Sortiert nach Bereichen findet man z.B. Mastbefestigungen und Dachdurchführungen, Wand- und Winkelhalterungen, Kreuz- und Parallelklemmen, Ausleger und Plattformen, Mastrohre (auch Glasfaser) und Schiebemaste, Abspann- und Erdungsmaterial sowie U-Bügel und passendes Zubehör.

UKW Berichte, In der Büg 11, 91330 Eggolsheim, Tel. (091 91) 97 95 41-0, Fax -33; www.stecker-shop.net, info@ukwberichte.com

## Leistungsfähige Ferritantennen

In Neuauflage fertigt BAZ Spezialantennen leistungsfähige Ferritantennen der Serie LFM in verbesserter Wickeltechnik für folgende Frequenzbereiche: 5 kHz bis 50 kHz, 50 kHz bis 300 kHz, 0,3 MHz bis 2 MHz, 2 MHz bis 14 MHz. Der Ferritstab besteht jeweils aus mehreren Einzelementen, die in einem Kunststoffrohr mit PUR-Schaum vergossen sind.

Der Betrieb kann sowohl breitbandig als auch selektiv mit einer veränderten Parallelkapazität erfolgen. Mittels Abstimmung durch einen optionalen Drehkondensator von 20 pF bis 1500 pF lässt sich selektiv die angegebene Bandbreite erreichen. Zur Erhöhung der Induktionsspannung gibt es eine Variante mit Schleifenkoppler; der Anschluss erfolgt hierbei an eine freiliegende geschlossene Drahtschleife mit 5 m bis 15 m Umfang.

BAZ Spezialantennen, Soonwaldstr. 126, 55566 Bad Sobernheim, Tel. (067 51) 949 46 65, Fax (032) 121 27 74 51; www.spezialantennen.eu; E-Mail: info@spezialantennen.com

### LFM

#### Ferrit-Empfangsantennen

- Frequenzbereiche: 5 kHz bis 50 kHz, 50 kHz bis 300 kHz, 0,3 MHz bis 2 MHz, 2 MHz bis 14 MHz
- Anschluss: N-Buchse
- Preise: 165,50 € bis 210,40 €

Ferrit-Empfangsantenne LFM/50-300 für den Frequenzbereich von 50 kHz bis 300 kHz



## Powerpack und Inverter

Mit dem Sherpa 50 von Goal Zero ist bei Conrad Electronic ein zum Aufladen elektrischer Geräte entworfenes Powerpack verfügbar. Voll aufgeladen kann es an dem mit maximal 7 W belastbaren 5-V-Ausgang ein Smartphone bis zu 35-mal oder an dem bis 75 W belastbaren 19-V-Ausgang ein Tablet bis zu zweimal bzw. ein Laptop einmal aufladen. Ein 12-V-Ausgang ist auch vorhanden.

Zusätzlich ist eine LED-Taschenlampe eingebaut, die bei alleiniger Nutzung eine Betriebszeit von bis zu 500 h erlaubt.

Optional lässt sich über eine Schraubverbindung der Spannungsinverter Sherpa 25043 anbringen, der eine mit 75 W belastbare Wechselspannung von 230 V erzeugt.

Die Zeit zum Wiederaufladen des Sherpa 50 an der 12-V-Zigarettenanzünderbuchse des Kfz-Bordnetzes beträgt 3 h bis 4 h.

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



### Sherpa 50

#### Powerpack

- Ladeeingang: 12...25 V (≤30 W)
- Ausgangsspannungen: 5 V/1,5 A (≤7 W), 12 V/6 A (≤75 W), 19 V/5 A (≤75 W)
- Akkumulator: 2 x 3 Lithium-Ionen 3,6 V/2,6 Ah, 50 Wh
- Abmessungen (B x H x T): 114 mm x 127 mm x 38 mm
- Masse: 500 g
- Preis: 199,96 €

### Sherpa 25043

#### Spannungsinverter

- Eingangsspannung: 9 V bis 13 V von Sherpa 50 geliefert
- Ausgangsspannung: 230 V (75 W)
- Abmessungen (B x H x T): 25 mm x 113 mm x 38 mm
- Masse: 159 g
- Preis: 69,99 €

Die im Powerpack Sherpa 50 verbauten Lithium-Ionen-Akkumulatoren können bis zu 50 Wh speichern.



Der gedruckte Katalog **Mechanische Lösungen für den Antennenbau** kann kostenfrei von UKW Berichte angefordert werden.

**Aluminiumgehäuse von Joy-IT für Raspberry Pi 4B,**  
Bestellnr. 811 112,  
Preis: 7,95 €



### Gehäuse für Raspberry Pi 4B

Für den Miniaturrechner **Raspberry Pi 4B** sind bei **Pollin Electronic** unter anderem das schwarze **Aluminiumgehäuse** von **Joy-IT** und das mit einem großen Kühlkörper versehene **Block Active** von **Armor** erhältlich, die die Platine mechanisch schützen und trotzdem den Zugang zu allen Anschlüssen erlauben.

*Pollin Electronic GmbH, Max-Pollin-Str. 1, 85104 Pförring, Tel. (0 84 03) 92 0-920, Fax -123, www.pollin.de*

### 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**

**Armor-Gehäuse Block Active für Raspberry Pi 4B,**  
Bestellnr. 811 191,  
Preis: 14,30 €

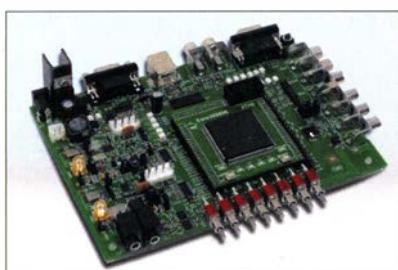


### SDR-Entwicklungsboard

Das **SDR-500** von **Huber Signal Processing** ist ein Board für SDR-Geräte, das die Entwicklung einer Vielzahl von Projekten ermöglicht. Herz der Baugruppe ist das FPGA **Spartan 3S500E** von Xilinx, das unter anderem um ein diskret aufgebautes HF-Frontend mit flexibel konfigurierbaren RX- und TX-Pfaden, zwei Mischern SA612 für Up-/Down-Konverter sowie Selektions- und Anti-Aliasfiltern erweitert wurde.

Alle Komponenten befinden sich auf der kompakten Leiterplatte mit Zugang zu allen Hardware-Komponenten und Signalen. Im Paket enthalten sind Schaltplan, Firmware-Templates sowie Applikationsbeispiele.

*Huber Signal Processing, Unterbergstr. 13, 83278 Traunstein, Tel. (08 61) 21 39 78-0, Fax -40; www.huber-signal.com*



Die Analogsignale werden beim **SDR-500** über Cinch-Buchsen ausgegeben bzw. zugeführt.

### 68 Jahre rfe: Ein Nachruf

Nun ist es passiert: Die traditionsreiche Fachzeitschrift **radio fernsehen elektronik** wurde im 69. Jahrgang mit der Ausgabe 11-12/2020 vom Verlag eingestellt. Damit teilt sie das Schicksal anderer (und auch bedeutenderer) Fachblätter – verwiesen sei dabei auf die *Wireless World* und die *Electronics*, die über 102 bzw. 65 Jahre herausgegeben wurden.

Bis 1989 stand **rfe** in freundlicher Konkurrenz zum **FUNKAMATEUR**, nicht ökonomisch, sondern in Hinblick auf die besseren Fachbeiträge, die Gewinnung wichtiger Autoren, die Schnelligkeit der Vorstellung neuer elektronischer Bauelemente und deren Anwendung. Viele namhafte Fachleute schrieben in beiden Zeitschriften, und auch die Leserkreise überschritten sich. Doch gab es kein Einerlei; Aktualität und redaktionelle Qualität waren schon damals beiden Blättern wichtig.

Die **rfe**-Leser schätzten ihr Blatt, weil die Redaktion nie versuchte, die Welt schönzureden und auch gern mal gegen den Strom schwamm – und trotzdem weitermachen konnte.

Nach 1989 wurde es schwieriger, an technische Fachbeiträge in ansprechender Qualität zu kommen. Die Redaktion stand vor der Wahl, sich mit dem Blatt entweder der Unterhaltungs- oder der Industrieelektronik zuzuwenden. Man sah in ersterer die größere Chance für das Überleben und auch für die bundesweite Verbreitung. Hier aber schlug bald die Globalisierung zu: Die traditionsreichen deutschen Unternehmen gingen reihenweise ein, die verbleibenden japanischen und koreanischen Anbieter gaben lieber schillernde Marketinginformationen statt technischer Details heraus. Es begann eine Gratwanderung zwischen Technik- und Handelsinformation. Gleichzeitig sollte das Anzeigenaufkommen möglichst steil wachsen, wofür wichtige Teile der **rfe**-Eigenheiten geopfert werden sollten.

Nach der plötzlichen Zusammenlegung mit der Zeitschrift **Elektrohändler** im Jahr 2009 war der technikorientierte Teil des neuen Titels **rfe-Elektrohändler (rfe-eh)** nur noch rudimentär zu erkennen, die Seiten der Zeitschrift wurden mehr oder weniger linear mit Inhalten aus Presseinformationen gefüllt, was den Abonnenten nicht gefallen konnte. Deren abnehmende Zahl konnte wiederum potenzielle Anzeigenkunden nicht überzeugen – eine Kettenreaktion.

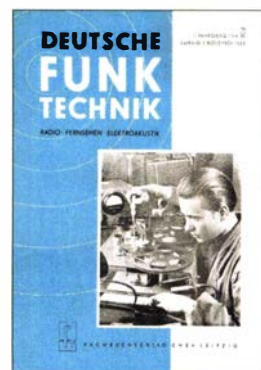
Im Sommer 2020 starb hochbetagt die letzte Mitbegründerin der **Deutschen Funktechnik**, des Vorläufers von **rfe**: die langjährige Mitarbeiterin Adelheid Blodszun. Einige wenige Zeilen des Gedenkens wollte die Redaktion **rfe-eh** nicht bringen; nun haben die Reste der einst stolzen **rfe** sie nur um wenige Monate überlebt. Ruhet in Frieden. **WES**



Titelseite der letzten Ausgabe von **rfe-eh**



Titelseite der Zeitschrift **radio fernsehen elektronik** 6/1985



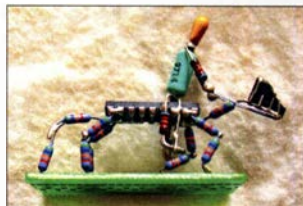
Titelseite der Ausgabe 5/1952 der Zeitschrift **Deutsche Funktechnik**



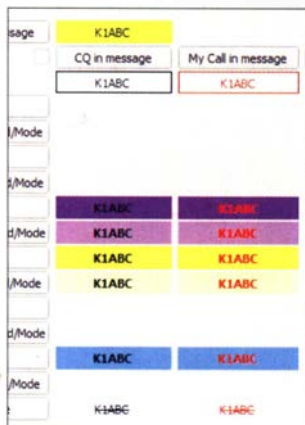
### Flohmarktreiter

Fund bei einem Trödler in Hameln: Der Kopf des Reiters ist ein tropfenförmiger Tantal-Kondensator, der Pferdekopf ein halbiertes TL7705A von Texas Instruments und der Pferdekörper ein ULN 2805 von ST-Microelectronics (IC Array Eight DARL 18-DIP). Der Schöpfer dieser Skulptur ist leider unbekannt.

Horst Zander, DJ2EV



Redaktion FUNKAMATEUR  
postbox@funkamateure.de



Konfigurationsoptionen der farblichen Hervorhebungen von Decodierungen bei JTDX, erreichbar unter **File** → **Settings** → **Notifications**:  
Den Merkmalen **New DXCC**, **New Grid**, **New Call** können jeweils unterschiedliche Hintergrundfarben zugeordnet werden, wobei hier ein hellerer Farbton anzeigt, dass sich das Merkmal auf das aktuell gewählte Band bezieht.

### Hilfsprogramme für die JT/FT-Sendarten

Mit Interesse habe die beiden ersten Teile im FA gelesen. Zugegeben, ich habe mich FTx etc. lange verweigert ... Erst die Expedition Z66DX hat mich dazu geführt, um das – für mich neue – DXCC-Gebiet auch in Digimodes zu haben.

Aber ich will nicht meinen ganzen FTx-für/wider-Lebenslauf erzählen. Zumindest sind in den praktizierten sechs Wochen etwa 300 QSOs (72 Länder, sechs Kontinente) und auf 40 m zwölf neue Digimode-Bandpunkte dazugekommen. Letzteres ist ohnehin der Beweggrund, wenn man in seinem langen Amateurfunkleben etwa 50 000 QSOs im Logbuch hat, nebst DXCC300 und 5-Band-DXCC. Da sind Grid und Europa nicht interessant, 300 Bandpunkte als Ziel in allen Sendarten/Bändern dagegen schon.

Nun zu den Hilfsprogrammen: Sowohl JAlert als auch GridTracker haben die Probierphase nicht überstanden – ich brauche die nicht, auch wenn sie durchaus einige Reize haben. Die einzige wichtige Ergänzung für WSJT-X wäre für mich die Sofortanzeige, ob eine Station schon gearbeitet ist. Bisher habe ich nur LogView von VK4ADC gefunden und werde es dieser Tage gleich mal probieren. Zumindest die Beschreibung ist vielversprechend. Ein Klick auf den CQ-Ruf und alle Infos sind da. Eine ähnliche Funktion in JTAlert ist zu umständlich, da nicht Echtzeitanzeige (oder ich habe mich zu blöd angestellt). Habt Ihr diesbezüglich ggf. noch etwas anderes?

Zum Schluss etwas Ernüchterndes: Auch hier gilt wohl der Grundsatz „auf die Dauer hilft nur Power“ – eigentlich beschämend. Aber einige der wichtigen QSOs haben nur mit PA und circa 500 W geklappt. Rapport –10 bis –18, einmal –24 dB, haben mich dabei doch ziemlich irritiert. Und wenn ich mir nicht nur die Wasserfallanzeige der Südeuropäer betrachte, scheint Leistung das Allheilmittel zu sein.

Lutz Elsner, DL7UGO

Ihre Erfahrungen bzgl. der Sendeleistung kann ich bestätigen. Während ich früher, also zu JT65-Zeiten, weder eine PA benötigte noch die 100 W Transceiverleistung ausschöpfte, ist das heute anders. Der Grund liegt nachweislich in der hohen Auslastung der Frequenzbereiche: Oft rufe ich mehrfach auf einer Frequenz vergeblich eine bestimmte Station. Nach einem Wechsel der Audiofrequenz kommen dann oft Rapporte, die eine gute bis sehr gute Empfangbarkeit belegen. Dies deutet darauf hin, dass die Frequenzbelegung auf der Seite des Funkpartners der limitierende Faktor ist.

Zusätzlich ist zu beachten, dass die ausgetauschten SNR-Werte keine Signalstärke ausdrücken; hat ein OM einen hohen Störpegel, ist das SNR halt schlechter. Da hilft dann mehr Power ...

Sofortanzeige des *wkd b4*-Status: Hier nutze ich die Notifications von JTDX, welche die Möglichkeiten von WSJT-X übersteigen. Achten Sie im Screenshot auf die unterschiedlichen Helligkeiten der Hintergrundfarben bzgl. gearbeitet/gearbeitet auf aktuellem Band.

Allerdings hat JAlert die Option, auf WSJT-X zurückzuwirken bzgl. solcher Farbdifferenzierungen – schauen Sie mal in die Hilfe von JAlert.

Die Anzeige, welche Stationen oder Länder neu oder bereits gearbeitet sind, gehört meiner Meinung nach zwingend in das Bedienfenster der Software, mit der Aussendungen initiiert werden. Anzeigen in externen Programmen bedingen durch die notwendige Suche nach einem Eintrag einen zu großen Zeitverlust.

Willi Paßmann, DJ6JZ



Zeichnung: Achim Purwin

### Nochmals: NOAA-Empfang mit Wxtoimg

Vermutlich ist bei der von Peter Haupt in der Postbox im FA 1/21, S. 9, geschilderten Konfiguration alles in Ordnung. Seit einiger Zeit überlappen sich gelegentlich über Deutschland die Überflüge von NOAA19 und Meteor M-2. Beide Satelliten senden auf derselben Frequenz 137,100 MHz. Das APT-Signal von NOAA19 ist im Lautsprecher des Empfängers gut wahrnehmbar. Das Signal von Meteor M-2 ist QPSK-moduliert und hört sich wie Rauschen an, ist also kaum wahrnehmbar, macht aber den gleichzeitigen Empfang von NOAA19 unmöglich – umgekehrt ebenso.

Lutz Kahlbau, DH7LK

### FA-Jahrgangs-CD 2020

Auf meiner FA-Jahrgangs-CD-ROM 2020 wird nur die Ausgabe FA 1/2020 angezeigt, leider nicht die restlichen.

Wolfgang Nietzsche

Die FA-Jahrgangs-CD-ROM 2020 ist mit einer Bedienoberfläche ausgestattet, die in jedem Webbrowser läuft. Sie dient dazu, sich einen Überblick über die auf der Scheibe vorhandenen Dateien verschaffen zu können. Auf der Startseite sind auch die Titelbilder der einzelnen FA-Ausgaben vorhanden. Wird eine der Seiten angeklickt, öffnet der Webbrowser die hinterlegte PDF-Datei an der zugehörigen Titelbildseite. Er nutzt dabei in der Regel ein eventuell ohnehin installiertes Plug-In.

Viele dieser Plug-ins stellen bei größeren Dateien nur eine gewisse Anzahl Seiten dar. Wir raten daher immer, die PDF-Datei mit allen Ausgaben des vergangenen Jahres separat mit dem *Adobe Acrobat Reader* zu öffnen. Dieses Programm lässt sich wie bekannt von <http://get.adobe.com/de/reader> herunterladen und kostenlos nutzen.

Die PDF-Datei, in der sich alle Ausgaben des vergangenen Jahres befinden, ist im Ordner *FA2020* zu finden. Wird sie mit dem *Adobe Acrobat Reader* geöffnet, kann das Blättern wesentlich schneller als mit einem Plug-in erfolgen.

Die PDF-Datei lässt sich übrigens auch problemlos auf einem Smartphone ablegen!

FA





### Heuer, A.: Datenbanken – Kompaktkurs

Datenbanken haben sich zu einem Grundpfeiler der Datenverarbeitung entwickelt, denn große Datenmengen lassen sich nur so strukturiert speichern, auslesen und analysieren. Für die meisten Projekte benötigt man daher auch Erfahrungen im Entwurf und Betrieb einer Datenbank, beispielsweise beim Betrieb einer Wetterstation zur Speicherung und späteren Ausgabe oder Auswertung gemessener Daten.

Das fehlende Wissen von den Funktionen einer Datenbank behindert die Umsetzung vieler Projekte. Die Autoren dieses Werkes schließen diese Lücke und vermitteln alle notwendigen Kenntnisse für den Entwurf und das Arbeiten mit Datenbanken. Die relationale Datenbanksprache SQL wird ausführlich vorgestellt.

Darüber hinaus haben auch die Themen Datenschutz, Integritätssicherung und Tuning Eingang in das Buch gefunden. Neuere Entwicklungen wie NoSQL-Datenbanken und BigData werden ebenso besprochen.

Das Buch ist ideal zum Selbststudium, mit Übungsaufgaben am Ende eines jeden Kapitels, um das eigene Wissen zu überprüfen. Am Ende der Lektüre sollte die Arbeit mit Datenbanken kein Hindernisgrund mehr für die Umsetzung eigener Projekte sein.

-ng

mitp-Verlag  
Frechen 2020  
350 Seiten, 24,99 €  
ISBN 978-3-95845-782-9



### Wöste, M., DL1DMW (Hrsg.): Software für den Funkamateure 2021

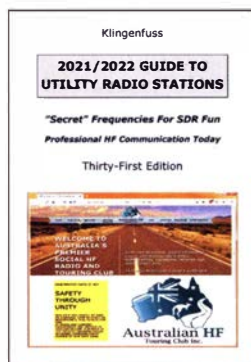
Auch im vergangenen Jahr setzte der VTH seine Tradition fort und veröffentlichte pünktlich zu Beginn der langen Winterabende das Software-Sonderheft für Funkamateure und Hobbyelektroniker.

Die sonst stets beiliegende CD-ROM bzw. DVD fehlt allerdings dieses Mal. Stattdessen hat man die Möglichkeit, sich das 3-GB-Softwarepaket in Form von zehn komprimierten Archivdateien kostenlos aus dem VTH-Online-Shop herunterzuladen. Man muss sich dazu dort als Kunde registrieren und im Übrigen nur der zweiseitigen Anleitung im Heft folgen. Das Ganze braucht etwas Zeit, aber wer es schließlich geschafft hat, verfügt über ein neues Verzeichnis auf seinem Computer, in dem es sich lohnt, zu stöbern und vieles auszuprobieren. Darüber hinaus gibt es auch eine ganze Reihe von Links ins Internet, die auf interessante Software verweisen.

Das Begleitheft enthält neben Bezügen zu einigen Programmen des Softwarepakets auch reichlich Lese- und Bastel- und Programmierhinweise u. a. zur drahtlosen Transceiver-Fernsteuerung, Schaltungssimulation, Tonfrequenzanalyse und vielem mehr. Alles in allem wieder eine runde Sache, die für jeden Elektronikinteressierten etwas bereithält.

-jps

vth  
Baden-Baden 2020  
60 Seiten, 12,80 €  
FA-Leserservice V-9921



### Klingenfuss, J. (Hrsg.) 2021/2022 Guide to Utility Radio Stations

Die Belegung eines Großteils der Kurzwelle ist von regelmäßigen Änderungen geprägt. Dies betrifft auch solche Frequenzbereiche, die professionelle Funkdienste für ihre Übertragungen nutzen. Das vorliegende Frequenzverzeichnis, es ist bereits die 31. Ausgabe, erscheint alle zwei Jahre und dokumentiert die von sogenannten Utility-Stationen verwendeten Funkkanäle.

Dass die Kurzwelle für professionelle Funkdienste, seien es staatliche, militärische oder private, weiterhin interessant ist, lässt sich anhand aktueller Entscheidungen über die Nutzung des 60-m-Bands beobachten. Etwa, wenn Militärfunker mancher Länder diesen Teil der Kurzwelle für sich beanspruchen. Im 80-m-Band trifft man ebenfalls auf professionelle Funkdienste als legale Mitnutzer.

Bei der Identifikation kann in solchen Fällen ein Blick in dieses Buch helfen, 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, Parallelfrequenzen. Hinzu kommen weitere Verzeichnisse, darunter Sendepläne von Wetterfax- und Navtex-Stationen.

-joi

Klingenfuss Publications  
Tübingen 2020  
344 Seiten, englisch, 50 €  
ISBN 978-3-941040-21-2



### Kummer, H.: Grundlagen der drahtlosen Kommunikation

In unserer heutigen Zeit gibt es kaum noch technische Geräte, die ohne die drahtlose Kommunikation auskommen. Erklärtes Ziel des Buchs von Hans Kummer ist es, die Grundlagen dieser Technologie und ihre wichtigsten Anwendungen zu erläutern.

Der erste Teil enthält eine zusammengefasste Darstellung der Geschichte jener Technik, die eine Kommunikation über größere Distanzen ermöglicht. Hauptbestandteile auch heute noch genutzter Systeme sind dadurch einfacher zu verstehen. Weitere Kapitel beschäftigen sich mit Theorie und praktischer Realisierung von moderner drahtloser Kommunikationstechnik und behandeln dabei auch Themen wie die Modulation mit analogen und digitalen Signalen. Ein weiterer Teil ist der Wellenausbreitung und den Antennen gewidmet.

Der Autor beschränkt sich zumeist auf die Beschreibung der wichtigsten Zusammenhänge. Diese erfolgt auf verständliche und anschauliche Art, unterstützt von einer Vielzahl an Bildern und grafischen Darstellungen. Das Buch erleichtert den Zugang zu den einschlägigen Standardwerken der Fachliteratur und ist Studenten entsprechender Fachrichtungen sowie technisch Interessierten als Einstiegslektüre zu empfehlen.

-jps

Books on Demand  
Norderstedt 2020  
436 Seiten, 49 €  
ISBN 978-3-75192-260-9



### Kark, K. W.: Antennen und Strahlungsfelder

Das seit 2004 in acht Auflagen von 392 auf 720 Seiten angewachsene Standardwerk gibt eine systematische Einführung in die Abstrahlung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Dabei gelingt es Kark immer wieder, die feldtheoretischen Grundlagen verschiedenster Antennen nebst Speiseleitungen detailliert zu beschreiben, aber die Resultate mit leicht anwendbaren Faustformeln sowie 388 Grafiken und 126 Tabellen aussagekräftig darzustellen. Kenntnisse der Feldtheorie und ihrer mathematischen Methoden sind zum tieferen Verständnis vonnöten, doch lässt sich das Lehrbuch dank der plausiblen Gliederung und der augenfälligen Präsentation der Ergebnisse auch gut als Nachschlagewerk nutzen. Die aktuelle Auflage wurde umfangreich überarbeitet, wobei die Radartechnik mehr Raum erhielt. Zudem ist ein neues Kapitel dem Rauschen in Empfangsantennen und elektronischen Schaltungen gewidmet. Ferner kamen Ausbreitungseffekte hinzu, die auf den Einfluss des realen Erdbodens zurückgehen.

Das Kompendium ist auch als E-Book für 34,99 € erhältlich und richtet sich nicht nur an Studierende, sondern an alle Funkwender, die tiefer in theoretische Zusammenhänge eindringen möchten.

-rd

Springer Vieweg  
Berlin Heidelberg 2020  
8., überarb. Auflage,  
720 Seiten, 44,99 €  
ISBN 978-3-658-31135-3

# Radio und Fernsehen für Oberbayern vom Wendelstein

Dipl.-Ing. WOLF-DIETER ROTH – DL2MCD

Der Wendelstein ist einer der höheren Berge in den bayerischen Alpen, gut erreichbar und für die Rundfunk- und Fernsehausstrahlung günstig gelegen. 1950 wurde dort der erste Rundfunksender errichtet. Heute versorgt dieser als Grundnetzsender aufgrund seiner exponierten Lage fast das gesamte bayerische Alpenvorland mit Rundfunk- und Fernsehprogrammen. Von dort aus werden auch die südbayerischen Sendeanlagen des BR fernüberwacht, sofern diese unbesetzt sind.

Der erste UKW-Sender in Europa ging am 28. Februar 1949 in München-Freimann auf 90,1 MHz in Betrieb, direkt vom Gelände des Bayerischen Rundfunks. Damit war allerdings nur das Münchner Stadtge-

Programm in Betrieb genommen, das nun nicht nur über die Mittelwelle aus Ismaning [1] empfangbar war. 1961 wechselten die Sendefrequenzen auf 89,5 MHz und 93,7 MHz.



An der Bergstation der Zahnradbahn; im Hintergrund ist der Sendeturm auf dem Gipfel zu sehen.

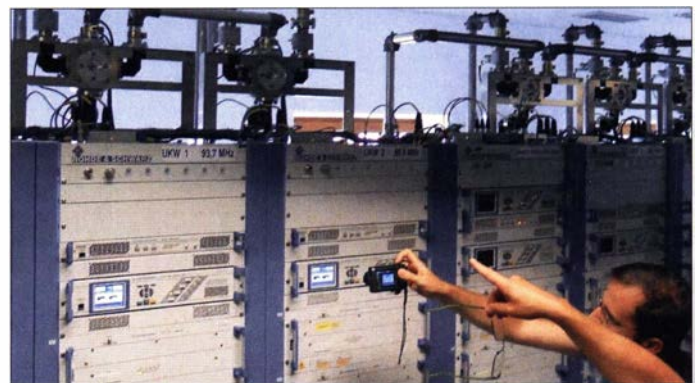
biet erreichbar. Heute befinden sich dort das Institut für Rundfunktechnik (IRT) und die neuen Studios, aus denen Fernsehen, Radio und Internet abgedeckt werden sollen.

Kein Jahr später startete das zweite Programm des Bayerischen Rundfunks, nun vom 1838 m hohen Wendelstein und auf UKW 88,5 MHz mit 1 kW. Damit war es in einem weit größeren Bereich zu hören. Aufgrund des Europäischen Rundfunkab-

UKW-Sender auf dem Wendelstein, zwei davon sind Reserve.

## ■ Anfangs zwei, heute über 30 Radioprogramme

Am 1. November 1964 startete als dritter Kanal am Abend das Gastarbeiterprogramm auf 98,5 MHz mit 35 kW. Diese Frequenz dient seit dem 1. April 1971 bis heute der



## ■ Und das Fernsehen?

Anfang November 1954 starteten auf VHF-Kanal 10 die ersten Fernsehsendungen vom Wendelstein, ebenfalls mit 100 kW. Hierzu errichtete der Bayerische Rundfunk ein eigenes Stationsgebäude unterhalb des Gipfels.

Trotz des Glücks mit dem Wetter war dies keine einfache Sache. Das Verlegen der Sende- und Hochspannungskabel hatte es in sich. Allein schon, diese überhaupt auf

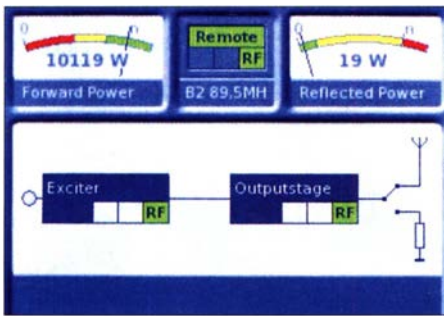


Die Wendelstein-Zahnradbahn war Deutschlands erste Hochgebirgsbahn.

kommens von Stockholm 1952 wechselte man am 1. Juli 1953 auf 90,0 MHz. 1954 wurde die Sendeleistung auf die heute noch genutzten 100 kW erhöht und gleichzeitig die Frequenz 93,6 MHz für das erste

Kontrollsystem der DVB-T2-Multiplex-Aussendungen  
Fotos: DG3WZ





Die technische Überwachung dokumentiert ein sehr gutes Stehwellenverhältnis am Senderausgang.

den Berg zu bekommen, erwies sich als schwierig. Weder Seil- noch Zahnradbahn ließen sich dazu verwenden. Am Ende halfen Holzschlitten, die mit den zuvor abgerollten Kabeln beladen und über die Gleise der Zahnradbahn nach oben gezogen wurden. Der kurze Film auf [3] zeigt diesen Bauabschnitt anhand historischer Aufnahmen.

Dies war dann viele Jahre der wichtigste Fernsehkanal für das erste Programm in Bayern, auch über die Umstellung auf DVB-T hinaus. 2011 wurde das Fernsehen dann ins UHF-Band verlegt, um das VHF-Band III dem digitalen Hörfunksystem DAB zur Verfügung zu stellen und den Empfang beider Dienste zu vereinfachen, zumal die früheren VHF-Richtantennen gegenüber UHF-Antennen mehr Platz benötigten. UHF-Sender für die später hinzukommenden Programme des ZDF und des Bayerischen Fernsehens nutzten in der Analog-Fernsehzeit dagegen andere Standorte wie den Hohenpeißenberg. Am Wendelstein wurden lediglich zwei kleine 400-W-UHF-Sender zur lokalen Versorgung von Bayrischzell aufgestellt.

Der VHF-Sender versorgte als Grundnetzsender zunächst auch weitere Fernsehsender des Bayerischen Rundfunks per Ballempfang (also Empfang eines anderen regulären Senders) mit dem 1. Programm, bis dieses System ebenso wie beim Radio durch direkte Zuführungen ersetzt wurde. Danach diente es nur noch als Notfalllösung bei Störung der regulären Signalzuführungen. Diese darf allerdings nur noch nach Absprache aktiviert werden. Warum dem so ist, erzählten mir die Techniker bei meinem ersten Besuch auf dem Wendelstein in den frühen 1980er-Jahren, siehe Kasten.

### ■ Wendelstein heute

Am Wendelstein wurden nach ersten Vor- tests am IRT in München Freimann oft rundfunktechnische Innovationen zuerst in „freier Wildbahn“ getestet und eingeführt, ob nun Farbfernsehen, UKW-Stereo, Fernseh-Zweikanalton, Videotext, Breitbild 16:9, PAL plus, DVB-T oder zuletzt 5G Broadcast.

216,072 MHz			222,064 MHz		
ID	Service - Label	Mode	ID	Service - Label	Mode
4115	KULTRADIO	DAB+	54289	Bayern 1 Obb	DAB+
54040	ANTENNE BAYERN	DAB+	55313	Bayern 1 Nby/Opf	DAB+
54041	ROCK ANTENNE	DAB+	55969	Bayern 1 Schw	DAB+
54043	Radio Galaxy	DAB+	54290	Bayern 2 Sued	DAB+
56346	Absolut HOT	DAB+	54035	BAYERN 3	DAB+
			54036	BR-KLASSIK	DAB+
			54037	B5 aktuell	DAB+
			57109	B5 plus	DAB+
			57107	BR Verkehr	DAB+
			54038	Bayern >	DAB+

Überblick über die ausgestrahlten DAB+-Kanäle (Ausschnitt); Kultradio ist allerdings inzwischen nicht mehr auf DAB+.

1964 entstand der heutige 63 m hohe Antennenmast, eine Stahlrohrkonstruktion auf einem Betonsockel. Knapp 100 m unterhalb des Gipfels befindet sich das Stationsgebäude mit der Sendeanlage. Dazwischen liegen 210 m teils auch oberirdisch verlegter Kabelkanal.

2017 fand ein weiterer Besuch des Wendelsteins, gemeinsam mit Thomas Kircher von *FM Kompakt* [4] und Andreas Knedlik [5] vom *Bayerischen Rundfunk* statt, der uns bei Michael Kaunzinger, dem Leiter der BR-Sendeanlage Wendelstein, angemeldet hatte. Der gelernte Radio- und Fernsehtechniker kommt mit Zug und Seilbahn aus München und arbeitet mit neun weiteren Kolleginnen und Kollegen des Bayerischen Rundfunks im Schichtbetrieb – sieben Tage Schichtdienst, dann sieben Tage Pause. Ein großer Aufwand, doch der exponierte Standort hat eine so hohe Reichweite, dass ein Sendeausfall katastrophale Folgen hätte.

### ■ Ganz oben

Michael Kaunzinger hat damit wohl auch den höchstgelegenen Arbeitsplatz im deutschen Fernsehen mit einem tollen Ausblick aus dem Bürofenster, doch nach inzwischen 30 Jahren ist dies zur Routine geworden. Der Job dagegen nicht: Zwei klimatisierte Räume mit jeweils zwei Regalen voller Sender müssen überwacht und bedient werden, auch Kletter- und Montagarbeiten sind mitunter erforderlich. Wie überall wird auch hier die Technik immer wieder einmal ausgetauscht und erneuert, was eine laufende Weiterbildung erfordert. Doch der Techniker liebt seine verantwortungsvolle Arbeit auf – wörtlich – höchstem Niveau.

Kaunzinger kann sich auch noch gut an die bereits erwähnten privaten Stationen erinnern, welche einst von Südtirol aus in Richtung Bayern sendeten. Hier war dann natürlich der ebenfalls anwesende Jürgen von Wedel, DG3WZ, Mitbegründer von *Radio Bavaria International*, voll in seinem Element. RBI war der erste Sender, der gezielt über die Alpen von Südtirol aus gesendet hat.

[d12mcd@gmx.net](mailto:d12mcd@gmx.net)

### Ballempfang mit Hindernissen

Es trug sich zu, dass ein wichtiges Fußballspiel im Ausland live übertragen wurde, als plötzlich das Signal vom zentralen Frankfurter Programmknoten ausfiel. So ein Pech! Doch die Techniker am Wendelstein hatten zu Kontrollzwecken auch die Signale der umliegenden Berge auf ihren Bildschirmen, darunter das des österreichischen Fernsehens vom Gaisberg bei Salzburg. Dort lief das Spiel zwar mit einem anderen Kommentator, doch immerhin, es lief und der andere Dialekt würde schon nicht so schnell auffallen. Hauptsache ein Bild! Senderlogos blendete in jenen Tagen noch niemand ein.

Also ging man pragmatisch vor: *Klick* – schnell ein Schalter umgelegt und das österreichische Signal wurde nun auch vom Wendelstein abgestrahlt. Oberbayern war wieder live dabei!

Die Kollegen der anderen Fernsehsender standen natürlich ebenso mitten im Spiel ohne Signal aus Frankfurt da. Nur der Wendelstein hatte plötzlich wieder ein Signal, wie ein Techniker am Brotjackkrieg bemerkte. So ein Glück! *Klick* – nun war auch Ostbayern wieder dabei.

Auch andere Techniker bemerkten, dass in Teilen Bayerns wieder Fußball zu empfangen war und schalteten ebenfalls auf Ballempfang um – in diesem Fall sogar im doppelten Sinne. Auf diese Art gelangte das österreichische Signal bis nach Hessen auf den Feldberg und halb Deutschland konnte inzwischen wieder zuschauen.

Im Frankfurter Programmknoten wartete man zwar immer noch vergeblich auf die Wiederverkehr des ausgefallenen Signals aus dem Ausland. Doch empfing man das Fernsehsignal vom Sender Feldberg und bemerkte, dass die Kollegen dort offensichtlich eine bessere Leitung hatten, woher auch immer. *Klick* – und auch der Frankfurter Knoten war wieder im Spiel.

Nun wäre eigentlich alles bestens gewesen und das Spiel hätte mit dieser technischen Eselsbrücke in ganz Deutschland bis zum Ende gesehen werden können, wenn auch mit etwas geringerer Bildqualität durch die vielen Weiterleitungen und einem vielleicht nicht überall verständlichen Dialekt. Heute wäre so etwas natürlich schon wegen der Sportrechte undenkbar. Doch es waren nur noch wenige Sekunden bis zur Katastrophe. Warum?

„Ui, das Signal aus Frankfurt ist wieder da“ freuten sich die Techniker im Sender Wendelstein, „wir können den Österreicher endlich wieder abschalten!“. Schließlich war das eigenmächtige Umschalten ja im Graubereich gewesen – *klick*.

Die so nun über Hunderte von Kilometern aufgebaute akustische und optische Rückkopplungsschleife ließ die Fernsehzuschauer vor Schreck fast vom Sofa kippen und die beteiligten Techniker bekamen großen Ärger, nachdem die Ursache des Desasters schließlich geklärt war...

### Literatur

- [1] Lutz, H.: Die Geschichte der Sendeanlage Ismaning bei München. *FUNKAMATEUR* 61 (2012), H. 11, S. 1144
- [2] Roth, W.-D., DL2MCD: Von Piratensendern zur RAS: Südtirol und der Rundfunk. *FUNKAMATEUR* 64 (2015), H. 4, S. 376
- [3] Bayerischer Rundfunk: 70 BR – Errichtung des Senders Wendelstein. [br.de/s/1RrCzM4](http://br.de/s/1RrCzM4)
- [4] Kircher, T.: *FM Kompakt*. [www.fmkompakt.de](http://www.fmkompakt.de)
- [5] Knedlik, A.: *digiandi.de* – das Hörfunkarchiv. [www.digiandi.de](http://www.digiandi.de)

# Erlebnisse am Golf von Guinea: Elfenbeinküste, TU5PCT

DAVID BERAN – OK6DJ

Vom 22. 2. bis 1. 3. 2020 funkte eine kleine tschechische Gruppe unter dem Rufzeichen TU5PCT aus der westafrikanischen Elfenbeinküste. Dies war eine der letzten DXpeditionen vor dem aufgrund der weltweiten Corona-Pandemie erfolgten Lockdown. Teamchef David Beran, OK6DJ, berichtet, wie das dreiköpfige Team trotz diverser weiterer Herausforderungen zu einem ansehnlichen Ergebnis kam.

Unsere Planungen für diese DXpedition begannen Mitte des Jahres 2019. Da das Team dieses Mal sehr klein sein würde, entschieden wir uns für eine einwöchige Aktivität mit „leichtem Gepäck“ von der Elfenbeinküste. Das westafrikanische Land grenzt an die Nachbarstaaten Burkina Faso, Ghana, Liberia sowie Mali und erlangte

der Zwischenzeit führten wir die DXpedition 5K0K zur Karibikinsel San Andrés (s. FA 7/2020, S. 566–569) durch. Anfang November 2019 war unsere Gruppe für TU komplett: Das Team bestand aus Petr, OK1BOA, Petr, OK1FCJ, und mir, David, OK6DJ. Mitte des Monats entdeckten wir ein besonders günstiges Angebot



**Team TU5PCT**  
(v. l. n. r.):  
Petr, OK1FCJ,  
Petr, OK1BOA,  
Mathurin, TU5JZ,  
Teamleiter David,  
OK6DJ

Fotos: OK6DJ

1960 seine Unabhängigkeit von der einstigen Kolonialmacht Frankreich. In der Elfenbeinküste, einer präsidiale Republik am Golf von Guinea, leben etwa 26 Millionen Menschen, davon 35 % Muslime und 20 % Christen. Dem Rest der Bevölkerung scheint die religiöse Zugehörigkeit nicht besonders wichtig zu sein. Im Land werden rund sechzig verschiedene Sprachen bzw. Dialekte gesprochen, wobei, im Gegensatz zu unserem Team, jeder Bewohner des Landes zusätzlich Französisch spricht.

## ■ Kontakte knüpfen

Unsere Reisevorbereitung begann. Bei den Recherchen stießen wir auf das F6KOP-Team, das uns eine Verbindung zu dem einheimischen Funkamateurl Mathurin Amoa, TU5JZ, vermittelte. Wir schickten ihm alle für die Beantragung einer Amateurfunkgenehmigung erforderlichen Unterlagen und warteten auf eine Rückmeldung der zuständigen Behörde: zunächst einen Monat, dann zwei und schließlich drei Monate. In

für Flugtickets, zögerten jedoch mit der Buchung, weil noch immer keine Amateurfunkgenehmigung vorlag. Dann kam Mathurin, der sich bislang vergeblich darum bemüht hatte, auf eine interessante Idee: Wir könnten TU5PCT, das Rufzeichen der örtlichen Zivilschutzgruppe, verwenden. Wir hatten keine Wahl und ein



Unsere Koffer und sorgfältig verpackte Antennen stehen am Prager Flughafen bereit für die Gepäckaufgabe.

langes Rufzeichen wäre besser als keines. Daher setzten wir den Abflugtermin auf den 21. 2. und den Rückflugtermin auf den 1. 3. 2020 fest. Anschließend lösten wir noch einige Probleme mit dem LoTW-Zertifikat und begannen mit der Suche nach einem geeigneten Funkstandort mitsamt Unterkunft.

Petr, OK1FCJ, nahm erneut Kontakt zum F6KOP-Team auf, das 2017 unter dem Rufzeichen TU7C (s. FA 9/2017, S. 822 ff.) eine DXpedition durchgeführt hatte. Die Funkfreunde empfahlen uns den Standort, der sich bereits bei deren Aktivität bewährt hatte. Überraschenderweise erfuhren wir Anfang Dezember 2019, dass unter dem Rufzeichen TU2R eine weitere Aktivität für Ende März geplant war. Wir nahmen Kontakt mit Ron, ON1DX, auf und fragten ihn, wie er eine Amateurfunkgenehmigung bekommen hatte, während wir fünf Monate vergeblich darauf warteten. Es sah für uns ganz danach aus, als ob die örtliche Niederlassung der zuständigen Telekommunikationsbehörde lediglich eine Gastgenehmigung pro Kalenderjahr ausstellen würde.

Mathurin deutete an, dass die zuständigen Mitarbeiter möglicherweise ein wenig „Schmiergeld“ erwartet haben. Dieses Problem war uns bereits von früheren DXpeditionen bekannt. Manche Beamte scheinen dort nach dem Motto „kein Schmiergeld, keine Amateurfunkgenehmigung“ zu arbeiten. Als wir uns mit Mathurin darüber unterhielten, erwähnte er, dass er gerne auf den Bändern aktiv wäre, aber kein eigenes Funkgerät habe. Als Dank für seine Unterstützung, entschieden wir uns, einen Kenwood TS-570 samt Netzteil zu kaufen und als Geschenk mitzubringen.

## ■ Letzte Vorbereitungen

Mitte Januar 2020 gaben wir der weltweiten Amateurfunkgemeinschaft unsere Pläne bekannt. Wir erstellten unter [www.cdxp.cz](http://www.cdxp.cz) einen Internetauftritt und kontaktierten verschiedene Sponsoren. Anschließend wurde eine auf drei Funkamateure zugeschnittene Ausrüstung zusammengestellt. Wir mussten uns auf Material beschränken, das drei

Passagiere in jeweils zwei 23-kg-Koffern sowie in je einem 12-kg-Kabinengepäckstück mitnehmen konnten.

Unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen von früheren Aktivitäten entschieden wir uns bezüglich der Antennen für zwei Spiderbeams, Monoband-Vertikalstrahlern für 30 m, 40 m und 80 m, eine Inverted-L-Antenne für 60 m sowie 160 m und etwa 300 m Koaxialkabel. Wie gewohnt, fand die endgültige Überprüfung des Gepäcks bei Petr in Ritka statt. Nach dem Wiegen der Ausrüstung stellte sich heraus, dass jedes Mitglied der Gruppe nur etwa 5 kg persönliche Sachen mitnehmen konnte. Doch zum Glück wären wir ja in Afrika nicht als gewöhnliche Touristen unterwegs.

Am 21.2.2020 war endlich der Tag des Abflugs gekommen. Vom Terminal 2 des Prager Flughafens flogen wir, mit nur einer Zwischenlandung in Paris, nach Abidjan, dem Regierungssitz der Elfenbeinküste. Leider war man beim Einchecken dieses Mal sehr genau und der Umfang unseres Handgepäcks stieß bei den Mitarbeitern der Air France auf kein Verständnis. Wir mussten deshalb einen Teil der darin mitgeführten Ausrüstung zusätzlich in das Aufgabepäck packen und 200 €

**Bei einem gemeinsamen Abendessen tauschten wir Gedanken mit einheimischen Funkamateuren aus.**



Dort akzeptierte man E-Visa. Der Raum war mit einer Fläche von 8 m × 3 m angesichts der vielen Wartenden allerdings sehr klein sowie voller verbrauchter Luft und Hitze. Überdies hatten nur vier Schalter geöffnet.

Nach einer Stunde waren die Einreisevisa endlich in unseren Reisepässen und wir durften uns in die nächsten Warteschlange einreihen. Die Körpertemperatur wurde nochmals überprüft. Nachdem wir einen Fragebogen bezüglich unserer gesundheitlichen Verfassung ausgefüllt hatten, konnten wir uns schließlich zur Zollkontrolle begeben. Da wir aufgrund der Verzögerung bei der Visavergabe dort verspätet ankamen, schickte man uns zum Zollbüro. Nach einer weiteren Viertelstunde des Wartens händigte man uns endlich das Gepäck mitsamt Antennen aus. Doch das Warten nahm noch immer kein Ende: Wir mussten uns erneut anstellen, zum Glück nur zehn Minuten, da unser Gepäck noch geröntgt wurde. Immerhin: Zu unserer Überraschung mussten wir dieses Mal die Antennen nicht auspacken.

Alles in allem dauerte die Einreiseprozedur über drei Stunden. Nach dem endgültigen Passieren der Zollkontrolle begrüßten uns Mathurin und Frederic. Sie brachten uns zu ihren Fahrzeugen und halfen beim Verladen des Gepäcks. Endlich konnten wir uns auf den Weg zum Hotel machen.

### ■ Unsere sandige Landzunge

Zum Glück würde die Fahrt nicht lange dauern und anfangs fuhren wir auf einer breiten vierspurigen Straße. Nach rund 5 km bogen wir ab auf eine kleinere Asphaltstraße, die man nach rund 4 km verlassen musste. Unser Ziel, Grand Bassam, war im Grunde eine große sandige Landzunge. Entsprechend verlief der letzte Teil der Fahrt zum dort liegenden Hotel 8 km lang über eine schlechte Sandpiste, auf der wir kräftig durchgeschüttelt wurden. Dann blieb der Wagen mit den Antennen vor uns im Sand stecken. Zum Glück waren einige Einheimische vor Ort, die sofort halfen, das Fahrzeug aus dem Sand zu schieben.

Der Fahrer unseres Wagens versuchte zwar, die kritische Stelle zu vermeiden, blieb jedoch nach rund 100 m ebenfalls im weichen Sand stecken. Da die Einheimischen uns für ein kleines Trinkgeld erneut aus der Misere halfen, verlief am Ende alles gut. Das Hotelpersonal wartete bereits. Wir baton um etwas Wasser und begaben uns anschließend zu Bett; es war bereits 3.30 Uhr nachts.

Um 9 Uhr wachten wir auf. Vermieterin Katherin wies nach der Begrüßung in die Anlage ein und gab Hinweise, wo wir die Antennen aufbauen könnten. Nach dem Frühstück begannen wir mit dem Aufstellen der Strahler, angefangen mit den beiden Spiderbeams, der DX-Commander-Vertikalantenne sowie den Vertikalstrahlern für 30 m und 40 m. Es sah ganz danach aus, als könnte TU5PCT abends bereits mit vier Antennen auf den Bändern aktiv werden.

Als wir jedoch am Nachmittag den TS-570 einschalteten, hörten wir nur Störgeräusche und hatten einen Störpegel von S9.



Mit solchen Elektroinstallationen muss man in Afrika rechnen.

Zusatzgebühren für die Überschreitung der zulässigen Masse bezahlen. Wir beteten, dass die empfindliche Elektronik den Transport im Gepäckraum des Flugzeugs unbeschadet überstehen würde.

### ■ Frage der Geduld

Der Flug nach Abidjan verlief ruhig mit nur gelegentlichen Turbulenzen. Wir landeten gegen 23 Uhr Lokalzeit. Zuerst mussten sich alle Passagiere, als Folge der Corona-Pandemie, einer Überprüfung der Körpertemperatur unterziehen. Nachdem wir bereits etwa zwanzig Minuten für das Einreisevisum angestanden hatten, schickte man uns plötzlich in einen anderen Raum.



Bandpassfilter minimierten gegenseitige Störungen beim gleichzeitigen Betrieb mehrerer Transceiver.

Traditionell eröffnete ich die Aktivität, doch auf 20 m in CW gelang nur ein einziger Funkkontakt. Wir versuchten es deshalb in FT8. In dieser Sendeart waren zwar mehr Kontakte möglich, jedoch traten weiterhin starke Störungen auf. Wir überlegten deshalb, was man dagegen tun könnte.



Einer der Spiderbeams, für uns eine der besten Portabelantennen

Am folgenden Tag verglichen wir den Spiderbeam und die Monoband-Vertikalantennen, die wir am Straßenrand in der Nähe eines Hochspannungstransformators aufgebaut hatten, mit der Multiband-Vertikal an der Lagune. Da dort der Störpegel erheblich geringer war, wurden alle Antennen, einschließlich des Strahlers für 80 m, auf die Lagunenseite versetzt. Damit und mit der Planung einer möglichst optimalen Anordnung verbrachten wir zwei Tage.

## ■ Gefährliche Spannung

Unsere Vermieterin Katherin störte sich allerdings an der neben der Terrasse aufgebauten Multiband-Vertikal, da diese ihren bisher ungestörten Blick über die Lagune trübte. Also mussten wir auch diese Antenne abbauen und versetzen. Um nicht noch mehr Zeit zu verlieren, fanden diese Arbeiten tagsüber bei Temperaturen von 35 °C statt. Leider tat mir dies nicht gut und nach zwei Stunden erlitt ich einen Hitzschlag. Daher waren die Antennenarbeiten vor Einbruch der Nacht noch nicht abgeschlossen.

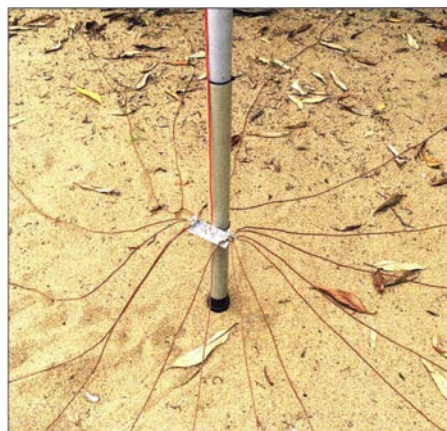
Die Pechsträhne endete damit nicht. Am folgenden Morgen schaltete Petr, OK1FCJ, die Juma-Endstufe versehentlich auf das falsche Band und begann mit dem Sendebetrieb. Die SWV-Schutzschaltung schaltete nicht schnell genug und die Endstufe ging kaputt. Um die Situation noch zu verschlimmern, gab es nachmittags einen lauten Knall, gefolgt von einem Stromausfall. Ich schaffte es noch, das Verlängerungskabel zu unseren beiden Kenwood-Transceivern herauszuziehen. Die anderen Geräte waren jedoch noch am Netz, als kurz darauf die Stromversorgung wiederhergestellt wurde. Leider hatte irgendein „Künst-

ler“ beim Stromversorger das Netz kurzfristig mit 380 V versorgt. Dies hatte fatale Auswirkungen: Aus den Netzteilen für die Funkgeräte, die Laptops, den Router und das Microham-Interface stieg Rauch auf. Nun waren wir wirklich verzweifelt, da über viele Stunden hinweg unsicher war, ob wir unsere Funkaktivität weiterführen konnten. In der Zwischenzeit wurden die Schäden begutachtet: Zum Glück waren nur die Netzteile defekt und weder die Funkgeräte noch die Laptops hatten Schäden erlitten. Mathurin ließ uns freundlicherweise zwei Netzteile für die beiden K3-Transceiver, und am nächsten Tag beschaffte er uns Netzteile für die Laptops auf dem örtlichen Flohmarkt. Wir hatten also noch einmal Glück gehabt und konnten die DXpedition fortführen. Es wäre eine riesige Enttäuschung gewesen, wenn wir mit nur 10 000 Funkverbindungen im Log hätten heimfliegen müssen.

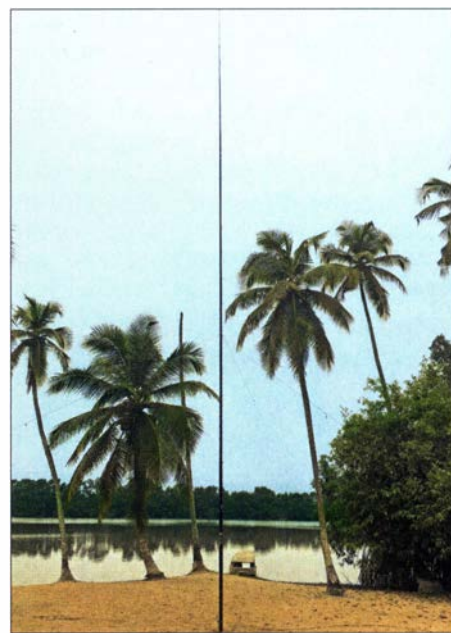
## ■ Ausrüstung der DXpedition

Auf 80 m setzten wir eine 19 m hohe Vertikalantenne mit zehn Radials ein. Dieser Strahler funktionierte hervorragend, sodass wir keine zusätzlichen Empfangsantennen benötigten. Für 60 m verwendeten wir eine Inverted-L mit zwei abgestimmten Radials. Auf 30 m und 40 m kam jeweils eine Monoband-Vertikalantenne mit sechzehn Radials zum Einsatz. Beide Antennen spielten besser als die Multiband-Vertikal von DX Commander, wobei letztere jedoch nicht an einem optimalen Standort aufgestellt war. Auf den Bändern von 10 m bis 20 m funkten wir mit zwei Spiderbeams, unserer Meinung nach die besten portablen Antennen für eine DXpedition. Die Multiband-Vertikal von DX Commander kam auf 10 m bis 40 m zum Einsatz. Diese leichte Antenne ist besonders gut für eine Einmann-Aktivität geeignet.

Als Funkgeräte verwendeten wir zwei Elecraft K3 mit zwei nachgeschalteten End-



Einfach und effektiv: 30-m-Vertikal mit sechzehn Radials; der rote Draht am Teleskopmast ist der Strahler.



Unsere 19 m hohe 80-m-Vertikal nach deren Versetzung auf die Lagunenseite

stufen, einer Juma und einer SPE Expert 1.3. Weiterhin kamen ein Kenwood TS-570 mit einer Juma-PA und ein TS-480HX (200 W) zum Einsatz, letzterer für die Sendart FT8. Der Kenwood TS-570 wiegt mehr als ein K3 und nach unseren Erfahrungen ist der SSB-Empfang schlechter. In CW ist dieser Transceiver jedoch besser als in SSB und schlägt manchmal bei eingeschaltetem Störaustaster (*Noise Blanker*) beim Empfang sogar den K3. Etwa 80 % der CW-Kontakte verdanken wir unserem TS-570.

Wir diskutierten, ob wir noch eine Antenne für 160 m aufbauen sollten. Aber dafür gab es weder ausreichend Platz noch einen Einheimischen, der für uns auf eine Palme geklettert wäre. Daher lag das Hauptaugenmerk der DXpedition auf 10 m bis 80 m; in FT8 war TU erstmals auf 60 m erreichbar. Die folgenden Tage verliefen im üblichen DXpeditionsmodus, nämlich funken, essen und schlafen.

Leider konnten wir die Juma-Endstufe nicht reparieren. Überdies war bis Dienstag die Antennenfarm nicht vollständig aufgebaut. Uns blieben daher nur noch vier Tage für die „normale“ DXpeditionsarbeit. Dies noch dazu mit eingeschränkter Ausrüstung, nämlich nur zwei Transceivern mit Endstufen und einem Transceiver mit 100 W. Der TS-480 kam für FT8 zum Einsatz, wenn wir für SSB und CW zu müde oder die Ausbreitungsbedingungen für die anderen Sendarten zu schlecht waren.

## ■ Beobachtungen im Pile-up

Zum CW-Betrieb ist festzustellen, und dies war keine Überraschung, dass der Funkbetrieb mit europäischen Anrufern am mühsamsten war. Zwar hat selbst die früher sprichwörtliche Funkdisziplin der JA-

und W-Stationen in den vergangenen Jahren gelitten, doch bewegen sich viele EU-Anrufer noch auf einem ganz anderen „Niveau“. So machte es keinen Unterschied, ob wir etwa explizit eine SP2-Station aufrufen, denn Funkamateure aus Frankreich, Italien und sogar *Big Guns* aus unserer eigenen OK-Heimat riefen einfach darüber hinweg. Am Ende fiel aufgrund eines derart undisziplinierten Verhaltens die QSO-Rate deutlich ab. Dabei wäre es doch so

quenz, da in jeder Region unterschiedliche Bandsegmente oder Frequenzen zugewiesen sind. Eine weitere Schwierigkeit war die Zurückhaltung der Anrufer bezüglich des Wechsels der eigenen Anrufrequenz. Offensichtlich überlassen viele DXer der von ihnen eingesetzten Software die Wahl der Sendefrequenz. Bereits während der 5K0K-DXpedition hatten wir diese Erfahrung gemacht. In RTTY fanden während dieser DXpedition keine Aktivitäten statt.

die asphaltierte Straße erreicht. Dort setzte sich der Stau zwar fort, aber immerhin kamen wir mit etwa 20 km/h voran. Eineinhalb Stunden später war der Flughafen endlich erreicht. Dort warteten wir auf den Wagen mit den Antennen, aber dieser war offensichtlich irgendwo steckengeblieben. Wir riefen den Fahrer an und fanden heraus, dass dieser zunächst zum falschen Parkplatz gefahren war.

Zum Glück hatten wir kurze Zeit später unser gesamtes Gepäck beisammen und konnten endlich zum Schalter für die Gepäckaufgabe gehen. Auf dem Weg dorthin stellte uns ein junger Polizist alle möglichen Fragen. Er war jedoch offensichtlich am meisten daran interessiert, ob wir Bargeld in Form von US-Dollar oder Euro mit uns führten. Schließlich brachte er uns



**Funkplatz von Petr, OK1BOA, mit K3, SPE-Expert-PA, Micro Keyer II, Laptop und kleiner Leselampe**

einfach: Nicht immer wieder das eigene Rufzeichen pausenlos senden, sondern einfach zuhören und selbst im richtigen Moment geben.

Ebenfalls recht schwer war es, morgens in SSB zu funkeln. Die ankommenden Signale blieben schwach und der Störpegel war hoch. Man konnte zwar hören, dass Stationen anriefen, doch die Rufzeichen waren einfach nicht lesbar. Zudem war der Mangel an Disziplin in SSB noch stärker ausgeprägt. Wenn der DXpeditionär den Split-Bereich „5 to 15 up“ bekannt gab, dann riefen nur wenige Stationen zwischen diesen beiden Grenzen. Selbstredend riefen viele DXer unentwegt, ohne selbst zu hören. Als Operator erscheint man in derartigen Situationen wie ein Unfähiger, wenn in Europa das Signal der DXpedition mit über S9 ankommt, aber man selbst einfach kein Rufzeichen aufnehmen kann. In solchen Momenten stieg die Frustration am Funkgerät stark an!

Auch litten wir unter absichtlichen Störungen, DQRM. Einige Stationen sendeten ein Rufzeichen mit einer Geschwindigkeit von 4 WPM und wechselten dabei noch die Sendefrequenz. Sie hatten offensichtlich keinerlei Interesse an einem Kontakt. Ein anderes Phänomen war das Senden in FT8, wenn wir gerade CW-Betrieb machten; eine seltsame Art, das eigene Interesse an dieser Sendart zu bekunden.

In FT8 verwendeten wir das Programm MSHV. Leider waren die üblichen DX-Frequenzen oft von der VP8PJ-DXpedition belegt. Auf 60 m stellte sich ebenfalls ein Problem ein: Auf diesem Band gibt es noch keine Einigung auf eine DX-Fre-

**Mein Funkplatz mit Juma-PA, Micro Keyer III und Kenwood TS570; hier für den Betrieb auf 17 m in CW**



Zum einen, weil heutzutage nur noch wenig Nachfrage nach dieser Sendart existiert, zum anderen, weil wir eine kleine Gruppe waren.

### ■ Abbau und Rückreise

Am Sonntagmorgen brach der letzte Tag der DXpedition an. Wir schalteten die Funkgeräte nacheinander aus und bauten die Antennen ab. In FT8 war TU5PCT weiter aktiv, bis schließlich auch die letzte Antenne zum Abbau anstand. Gegen 17 Uhr war alles verpackt. Eine halbe Stunde später holten uns Mathurin und Frederic ab, um uns zum Flughafen zu fahren.

Die Probleme sollten jedoch anhalten, denn etwa 3 km vom Hotel entfernt gerieten wir in einen Stau. Erst nach einer Stunde war

in einen Raum ohne Sicherheitskameras und für uns war die Sache völlig klar. Als unsere letzten 15 € in der Tasche des Polizisten verschwunden waren, klopfen wir uns gegenseitig auf die Schultern: Der Heimweg war nun endlich frei!

### ■ Fazit

Am Ende standen 29 374 Kontakte mit Stationen in 138 DXCC-Gebieten in unserem Log, davon 3817 in SSB, 12 540 in CW und 13 017 in FT8. In Anbetracht der geschilderten Umstände ist dies nach unserer Meinung ein gutes Gesamtergebnis. Das haarsträubende Durcheinander der elektrischen Installation im Hotel werde ich hier nicht näher beschreiben.

Vielen Dank am Schluss an alle Unterstützer, seien es Klubs oder Einzelpersonen. Die Hilfe vor Ort durch Mathurin, TU5JZ, war von unschätzbarem Wert. Ein Dank geht ebenso an alle DXer, die es in unser Log geschafft haben und für deren Geduld, die oft auf beiden Seiten nötig war, um einen Kontakt gültig zu beenden. Wenn die weltweite Corona-Pandemie nicht mehr das Reisen erschwert, freuen wir uns bereits auf ein baldiges Wiederhören auf den Bändern anlässlich einer größeren DXpedition.

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

QSO-Statistik von TU5PCT					
Band [m]	SSB	CW	FT8	total	total [%]
80	482	1867	107	2456	8,4
60	0	171	677	848	2,9
40	1150	2896	1344	5390	18,3
30	0	3146	2071	5217	17,8
20	1800	2619	4247	8666	29,5
17	380	1760	3016	5156	17,5
15	3	81	1357	1441	4,9
12	2	0	108	110	0,4
10	0	0	90	90	0,3
<b>gesamt</b>	<b>3817</b>	<b>12 540</b>	<b>13 017</b>	<b>29 374</b>	

# Minion SDR – QRP-Transceiver aus Odessa

BERND KLINKE – DL1TC

Seit 2019 ist mit dem Minion SDR ein besonders kleiner Transceiver mit knapp 10 W Sendeleistung verfügbar, der auf zehn Amateurfunkbändern von 160 m bis 10 m einsetzbar ist. Im Beitrag werden kurz die technischen Eigenschaften aufgeführt und die Besonderheiten beim Betrieb erläutert.

Nachdem Ende 2018 in [1] ein Beitrag über den KW-Transceiver *Minion Mini* des ukrainischen Herstellers *QRPver* [2] erschien, sah ich mich nach mehr Informationen um. Während in verschiedenen QRP-Foren die Meinungen über ihn geteilt waren, konnte ich im Weblog [3] der Gruppe um Yuriy Viktorovich Hubernato-

steller unterstützen. Im Hinblick auf den Transceiver haben diese Helfer jedoch nur Auswirkungen auf die Farbgebung von Front- und Rückseite, die Größe sowie den Startbildschirm, Bild 2.

Ich bin begeistert, wie klein „so viel Transceiver“ sein kann: alle zehn KW-Bänder von 160 m bis 10 m, alle klassischen Sen-



**Bild 1:** Transceiver Minion SDR auf einem Netzteil im Größenvergleich mit einer Streichholzschatel

Fotos: DL1TC

rov, UR5FYG, lesen, dass schon fleißig am Nachfolger gearbeitet wurde, dem *Minion SDR*. Im Internet ließen sich die Entwicklungsschritte verfolgen – es sollte ein SDR-Transceiver mit noch mehr Features werden als der *Minion Mini* – aber genauso klein wie dieser.

Daher entschloss ich mich, zu warten. Als im Sommer 2019 die ersten Geräte ausgeliefert wurden, habe ich sofort eines der Fertiggeräte für 350 US-\$ bestellt. Zu beachten sind die vergleichsweise hohen Bankgebühren. Für die Zahlung via Paypal werden nochmals etwas mehr als 50 US-\$ berechnet. Nach kurzer Zeit traf das Päckchen mit dem Gerät und dem bestellten Zubehör ein.

Die Bezeichnung *Minion* stammt übrigens aus zwei in den 2010er-Jahren veröffentlichten Zeichrickfilmen. Minions sind dort kleine gelbe Gehilfen, die den Hauptdar-



**Bild 2:** Nach dem Einschalten des Transceivers sind kurz die namensgebenden Gehilfen auf dem Startbildschirm zu sehen.

dearten, zwei VFOs und Splitbetrieb, umschaltbare Filter und bis 9 W Sendeleistung. Das Ganze ist nur 100 mm × 30 mm × 103 mm groß und wiegt lediglich 450 g.

## ■ Bedienung und Anzeige

Sechs Tasten, zwei Drehgeber und der Ein/Aus-Schalter an der Rückseite stehen für die Bedienung zur Verfügung – erstaunlicherweise reicht das völlig aus. Natürlich ist es elegant, wenn man bei der Umschaltung für jedes Band eine Taste nutzen kann. Hier lässt sich nach einem Druck auf die Taste *Band* mit dem VFO-Knopf im wahrsten Sinne des Wortes „über die Bänder drehen“. Das geht auch

**Tabelle 2:** Technische Daten laut Hersteller

Frequenzbänder	1,8 MHz, 3,5 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 10 MHz, 14 MHz, 18 MHz, 21 MHz, 24 MHz, 28 MHz
Sendeleistung	0,5 W ... 9 W
Sendeararten	LSB, USB, CW, Digimodes, AM nur RX
Empfindlichkeit	0,35 µV bei 3 dB (S+N)/N*
Antennenimpedanz	50 Ω
Trägerunterdrückung	80 dB
Seitenbandunterdrückung	70 dB
Display	OLED, 1,3" Diagonale
Versorgungsspannung	8 ... 15 V
Stromaufnahme	RX ≤ 200 mA, TX ≤ 1,6 A
Abmessungen (B × H × T)	100 × 30 × 103 mm <sup>3</sup>
Masse	450 g

\* vermutlich; keine genaueren Angaben vorhanden, auch nicht zur Bandbreite

nicht viel langsamer als bei einem Stapelregister.

Der Drehgeber für die Lautstärke des NF-Signals reagiert recht feinfühlig. Bei Störungen aktiviert ein Druck auf den Knopf das automatische Notchfilter. Der Knopf auf dem Drehgeber für den VFO könnte etwas größer sein – er kann hinsichtlich der Präzision mit denen größerer Geräte nicht mithalten. Doch so ein rastender Abstimmknopf, bei dem nicht gleich jede leichte Berührung zu einer Frequenzänderung führt, ist gerade bei Portabel-Aktivitäten von Vorteil. So etwas gab es bereits beim Yaesu FT-747.

Das Farbdisplay mit 1,3 Zoll Bilddiagonale bietet alle für den Betrieb erforderlichen Informationen und ist trotz der geringen Abmessungen erstaunlich gut ablesbar. Beim Empfang hat man die Wahl zwischen der Anzeige des maximal 14 kHz breiten Frequenzspektrums und einem Wasserfalldiagramm. Selbst mit dem kleinen Display lässt sich anhand der Spitze im Frequenzspektrum leicht auf eine Station abstimmen. Beim Senden werden anstelle des gewählten Diagramms die Leistung und das Stehwellenverhältnis (SWV) angezeigt.

**Tabelle 1:** Sendeleistung und Stromaufnahme beim Senden in Abhängigkeit von Band und Versorgungsspannung

Band [m]	$P_A$ [W] ( $I_B$ [A]) bei $U_B$				
	9 V	10 V	12 V	13,5 V	14,5 V
160	1,5 (1,0)	3,5 (1,4)	5,0 (1,95)	6,0 (2,0)	7,0 (2,05)
80	1,8 (0,9)	4,0 (1,3)	6,6 (1,8)	8,0 (1,95)	9,2 (2,0)
60	2,4 (0,9)	4,5 (1,2)	7,7 (1,7)	9,5 (1,8)	10,0 (1,9)
40	2,2 (0,9)	4,2 (1,2)	7,0 (1,7)	8,5 (1,8)	9,5 (1,9)
30	2,2 (0,8)	3,7 (1,1)	6,3 (1,6)	7,8 (1,7)	8,5 (1,8)
20	2,0 (0,75)	3,3 (1,0)	5,0 (1,4)	6,5 (1,5)	7,0 (1,6)
17	1,8 (0,7)	3,0 (0,95)	5,3 (1,35)	6,4 (1,45)	7,0 (1,5)
15	1,0 (0,7)	2,5 (1,0)	5,0 (1,5)	6,5 (1,6)	7,0 (1,7)
12	0,5 (0,7)	1,7 (1,0)	4,0 (1,55)	5,2 (1,7)	5,7 (1,7)
10	0,5 (0,7)	1,1 (1,0)	3,2 (1,5)	3,6 (1,6)	4,0 (1,7)



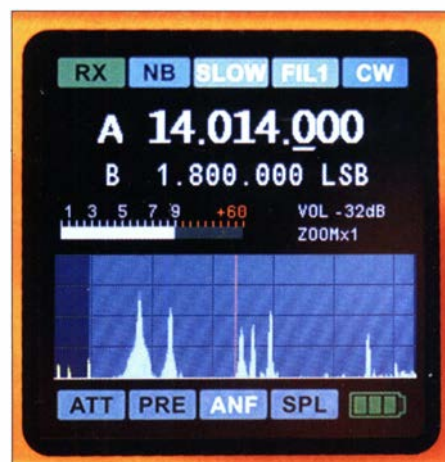
■ **Sendeleistung und Stromaufnahme**

Um zu überprüfen, ob das Gerät auch hält, was der Hersteller hinsichtlich der Sendeleistung und Stromaufnahme verspricht, habe ich beide bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen und auf verschiedenen Frequenzbändern gemessen, Tabelle 1. Es zeigt sich, dass das Gerät optimal im Bereich zwischen 12 V und 15 V arbeitet, aber auch bei 10 V noch nicht abschaltet. Die höchste Sendeleistung wird auf den unteren Bändern abgegeben. Auf den höheren Bändern ab 20 m lässt sich das Manko der dort verminderten Sendeleistung aber mit einer effektiveren Antenne ausgleichen.

Die Stromaufnahme des Empfängers ist in Tabelle 3 dargestellt. Es ist erkennbar, dass er in einem weiten Betriebsspannungsbereich arbeitet und sich bei durchschnittlicher Lautstärke mit etwa 200 mA und bei maximaler Lautstärke mit 300 mA begnügt. Das sind zwar keine Spitzenwerte unter den QRP-Geräten, ermöglicht aber auch bei Batteriebetrieb einige Stunden Hörver-



**Bild 3:** Darstellung eines 14 kHz breiten Bandsegments (Zoom x1) als Wasserfall während einer Digimode-Verbindung



**Bild 4:** Auch anhand der Spektrumdarstellung – hier des CW-Bereichs – ist erkennbar, wo sich starke Stationen befinden.

SSB wird unterstützt. Es gibt jedoch keinen NF-Kompressor, der das Sendesignal um bis zu einer S-Stufe stärker erscheinen lässt. Man kann lediglich den Frequenzgang des Mikrofons anpassen. Ich habe die Einstellungen nicht geändert, da die Signalqualität als gut beurteilt wurde. Die im Original-

beseitigen ließen. Die zum Funktionstest kurzzeitig angeschlossene Squeeze-Taste funktioniert nach Aktivierung des eingebauten Keyers problemlos.

Der Test des Transceivers in den Digimodes läuft noch. Die drei Kabel zum Anschluss des PC waren schnell angeschlossen und der passende USB-Treiber auf dem PC installiert. Nach dem Anpassen des JTDX-Programms füllte sich dann auch das entsprechende Feld mit den empfangenen Stationen. Die CAT-Steuerung



**Bild 5:** Frontseite des Minion SDR während einer SSB-Verbindung

gnügen. Es lässt sich einstellen, ob nach 30 s Nichtbedienung das Display gedimmt wird, was zusammen mit der einstellbaren Grundhelligkeit die Stromaufnahme ebenfalls beeinflusst.

Für das Ein- und Ausschalten von Funktionen sowie das Einstellen diverser Parameter gibt es bei CW 13 Menüpunkte und bei SSB/Digimode 27. In CW lassen sich z. B. zwei und in SSB drei Filterbandbreiten einstellen, die im Betrieb über die Taste *FL/MENU* wählbar sind. Für Digimode und AM ist die Bandbreite mit 3500 Hz bzw. 6000 Hz fest vorgegeben.

■ **Probetrieb im Contest**

Für einen ersten Test wählte ich den WAG-Contest 2019. Der Transceiver ist bei den erreichten Europa-QSOs an einer *HyGain AV640 Vertical*, Speisepunkt etwa 1 m über dem Flachdach, überraschend gut mit den vollen Bändern zurechtgekommen. Selbst relativ dicht beieinander liegende Signale wurden gut getrennt. Durch die einfache Umschaltung der Abstimmsschritte mit einem Druck auf den VFO-Drehknopf lassen sich die Stationen genau einstellen.

**Bild 6:** Alle Anschlüsse des Minion SDR sind auf der Rückseite herausgeführt.



mikrofon verbaute Kapsel aus Militärbestand scheint recht hochwertig zu sein. Für SSB sollte man trotzdem einen separaten Dynamikkompressor vorschalten.

Morsetaste und Kopfhörer lassen sich über 3,5-mm-Klinken anschließen, wobei zu beachten ist, dass für Letzteren eine Monobuchse vorhanden ist.

Ich habe mich bei CW für die Handtaste entschieden. Der BK-Betrieb funktioniert. Allerdings gab es bei einigen Funkverbindungen Probleme mit dem Rückschalten des Transceivers auf Empfang, die sich durch Verändern des Werts für *TX-Delay*

bedarf noch einiger Einstellungen. Doch OE1MWW berichtete, dass ihm schon Verbindungen in FT8 gelungen sind.

■ **Einschätzung**

Alles in allem ist der Minion SDR ein meines Erachtens gelungener Transceiver, der sich im Hinblick auf die Größe besonders für Aktivitäten außerhalb des Shacks eignet. Das Gerät kann aber schon hinsichtlich der Empfindlichkeit keinen Transceiver der bekannten Markenhersteller ersetzen. Wer das Gerät mit einer separaten Endstufe betreiben möchte, sollte sich das optional erhältliche Ausgangs-Tiefpassfilter einbauen lassen.

*b.klinke@mail.de*

**Tabelle 3: Stromaufnahme des Minion SDR beim Empfang<sup>1)</sup>**

$U_B$	$I_B$	$U_B$	$I_B$
5,5 V	175 mA	10,0 V	230 mA
6,0 V	185 mA	12,0 V	230 mA
7,5 V	210 mA	13,5 V	230 mA
9,0 V	225 mA	14,5 V	230 mA

<sup>1)</sup> bei mittlerer Lautstärke

**Literatur und Bezugsquelle**

- [1] Thulesius, T. D., SM0JZT: Unter der Lupe: QRPVer Minion Mini. CQ DL 89 (2018) H. 12, S. 10–11
- [2] QRPver Electronics; [www.qrpver.com](http://www.qrpver.com) → Transceivers → *Minion SDR*
- [3] [www.qrpver.com/blogs](http://www.qrpver.com/blogs)

# Praxistipps zur Kühlung von Halbleiterbauelementen (1)

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

**In elektronischen Schaltungen eingesetzte Halbleiterbauelemente arbeiten nur dann zuverlässig, wenn die vom Hersteller vorgegebenen Betriebsbedingungen eingehalten werden. Dazu gehört auch der Bereich der zulässigen Sperrschichttemperatur. Diesem Aspekt sollte man bereits im Rahmen der Schaltungsdimensionierung die gebührende Aufmerksamkeit schenken und bei der Gerätekonstruktion geeignete Maßnahmen der Wärmeableitung einplanen. Der nachstehende Beitrag bietet dazu eine Hilfestellung.**

Elektronische Geräte erreichen leider nie einen Wirkungsgrad von 100%. Die daher zwangsläufig auftretende Verlustleistung wird in Wärme umgesetzt. Es gilt, diese effektiv abzuleiten, damit die betreffende Baugruppe dauerhaft stabil arbeitet und funktionsfähig bleibt, also nicht den „Hitzetod“ stirbt, siehe auch [1]. Unter Fachleuten ist in diesem Zusammenhang von *Entwärmung* und *Wärmemanagement* die Rede.

Obwohl nachstehend die Halbleiterbauelemente im Fokus stehen, sind die meisten Aussagen allgemeingültig und z.B. auch auf Hochlastwiderstände und andere thermisch stark beanspruchte Bauteile übertragbar.

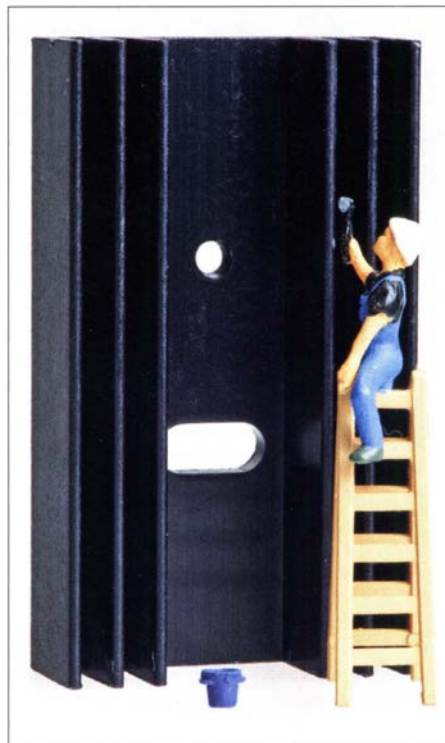
## Einige Überlegungen vorab

Besonders der unerfahrene Experimentator sieht sich in der Praxis oft vor die Frage gestellt, ob eine bestimmte Kühlung für sein Selbstbauprojekt überhaupt ausreichend ist. Vielleicht ist sie sogar überdimensioniert und verursacht daher unnötige Kosten und verschwendet Platz. Es gibt bekanntlich nicht nur „viele Wege, die nach Rom führen“, sondern auch verschiedene Kühlverfahren für ein Projekt, die, jedes für sich genommen, ihren Zweck erfüllen. Sie unterscheiden sich aber nicht selten erheblich im Aufwand. Hier gilt es eine gut durchdachte und zugleich einfache Methode auszuwählen.

Es liegt anfangs die Versuchung nahe, einfach einen Kühlkörper aus der Bastelkiste zu nehmen, in der Hoffnung, dass es mit der nötigen Wärmeableitung schon klappen wird. Dieser Weg kann aber völlig ungeeignet sein. Dabei muss nicht, wie vielleicht zunächst vermutet, die Dimensionierung des Kühlkörpers den Ausschlag geben. Vielmehr ist in diesem Fall primär die Frage zu stellen, ob der Kühlkörper nicht sogar in das Gehäuse integriert sein sollte. Dies würde bedeuten, dass beide als ein Stück aus dem vollen Material mittels CAD-CAM-Technik gefräst oder im Gussverfahren hergestellt würden. Eine solche

Konstellation wäre gerade im Außeneinsatz der Baugruppe von Vorteil, da man keine Gedanken an die Problematik der Abdichtung des Kühlkörpers zum Gehäuse gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder Staub verschwenden müsste.

Fällt die Wahl auf ein nicht in das Gesamtgehäuse integriertes Kühlsystem, so stellt



**Bild 1: Solche Rippenkühlkörper können die Wärme sehr effektiv ableiten, sofern sie ausreichend dimensioniert und richtig eingesetzt werden.** Foto: DL1DBL

sich häufig weiterhin die Frage, ob ein passiver, durch freie Konvektion oder ein aktiver, mittels Lüfter erwärmter Kühlkörper Verwendung finden sollte oder sogar eine Flüssigkeitskühlung.

Wer sich bereits jetzt die genannten Fragen stellt, ist aber schon einen Schritt zu weit. Zunächst sollte man sich vergegenwärtigen, welche Situation bzw. welcher Fall hinsichtlich der Kühlung überhaupt vorliegt.

## Fallunterscheidung

In Halbleiterbauelementen entsteht Wärme, die an die Umgebung abgegeben werden muss. Ist die zugeführte Wärmemenge größer als die abgeführte, steigt die Temperatur immer weiter an. Lässt man diesen Zustand weiter bestehen, ohne Gegenmaßnahmen zu treffen, könnte das Bauelement möglicherweise recht schnell den „Hitzetod“ sterben. Es ist die Aufgabe des Entwicklers, seine Schaltung langlebig und zuverlässig zu entwerfen.

Unter dem Gesichtspunkt der Kühlung bzw. Entwärmung sind drei Fälle zu unterscheiden:

1. Es ist keine zusätzliche Kühlung nötig.
2. Der zusätzliche Aufwand zur Kühlung ist erforderlich.
3. Die getroffenen Kühlmaßnahmen sind nicht ausreichend.

Der erste Fall ist der einfachste. Hier erübrigen sich weitere Maßnahmen.

Der zweite bedarf einer Detailbetrachtung. Um einen Kühlkörper dimensionieren zu können, ist die für den ungünstigsten Fall auftretende Verlustleistung  $P_V$  zu ermitteln. Für ein Netzteil ist z.B. der Kurzschlussfall maßgebend. Es gilt die Gleichung

$$P_V = P_E - P_A, \quad (1)$$

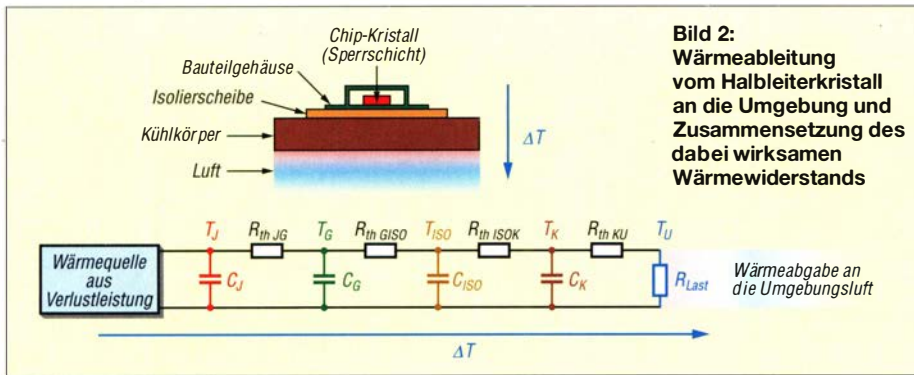
wobei  $P_E$  die Eingangs- und  $P_A$  die Ausgangsleistung ist.

## Wärmewiderstand

Die in einem Halbleiterbauteil entstehende Verlustleistung muss auf ihrem Weg in die umgebende Umwelt zahlreiche Hindernisse überwinden. Bild 2 veranschaulicht den Weg der Wärme.

Die auf dem Halbleiter-Chip aus der Verlustleistung entstehende Wärme  $T_J$  wird, verzögert durch die Wärmekapazität der Sperrschicht  $C_J$ , zunächst zum Bauteilgehäuse weitergeleitet. Dieser Übergang ist kein idealer Wärmeleiter, sondern besitzt den Wärmewiderstand  $R_{thJC}$  (auch als *Wärmeleitwiderstand* oder *thermischer Widerstand* bezeichnet). Das Bauteilgehäuse wiederum erreicht, durch die eigene Wärmekapazität  $C_G$  verzögert, die Temperatur  $T_G$ . Sollte nun z.B. der Befestigungsflansch des zu kühlenden Halbleiterbauteils ein elektrisches Potenzial aufweisen, das von dem des Kühlkörpers abweicht, würde ungewollt ein Kurzschluss entstehen. Oder es könnten gefährliche Spannungen den Nutzer beim Berühren gefährden. In einem solchen Fall ist eine Isolierscheibe, kombiniert mit einer isolierten Schraubbefestigung, notwendig, zusätzlich eventuell sogar ein Berührungsschutz.

Durch die Isolierscheibe, z.B. aus Silikongewebe oder Glimmer, entsteht ein Wärmeleitwiderstand  $R_{thGISO}$  vom Bauteilge-



**Bild 2:** Wärmeableitung vom Halbleiterkristall an die Umgebung und Zusammensetzung des dabei wirksamen Wärmewiderstands

häuse zur Isolierscheibe sowie  $R_{thISO}$  zwischen letzterer und Kühlkörper. Die Isolierscheibe wird, verzögert durch ihre eigene Wärmekapazität  $C_{ISO}$ , schließlich auf die Temperatur  $T_{ISO}$  erwärmt. Der Kühlkörper selbst besitzt die Wärmekapazität  $C_K$  und kommt durch das System auf die Temperatur  $T_K$ .

Die Wärmeenergie gelangt schließlich an die Umgebungsluft mit der Temperatur  $T_U$ . Der Wärmewiderstand des Kühlkörpers zur Umgebungsluft  $R_{thKU}$  bestimmt maßgeblich, ob die Kühlung ausreicht (Fall 2) oder nicht (Fall 3).

Schließlich gilt für die Temperaturdifferenz des Gesamtsystems:

$$\Delta T = T_J - T_U \quad (2)$$

### ■ Berechnungsgrundlagen

Zunächst empfiehlt sich die Aufstellung einer Checkliste, die folgende Fragen beantwortet:

- Wie heiß darf das Halbleiterbauelement maximal werden, um im zulässigen Temperaturbereich zu bleiben? Hier ist nicht die Temperaturobergrenze von Silizium mit 180 °C bis 200 °C gemeint, sondern die im jeweiligen Datenblatt aufgeführte Maximaltemperatur der Halbleitersperrschicht, die deutlich darunter liegt.
- Welche Umgebungstemperatur stellt sich nach der Einlaufzeit des Geräts ein? Dabei ist zu beachten, dass z. B. innerhalb eines Gehäuses trotz vorhandener Lüftungsschlitze durchaus ein Anstieg der Temperatur von 25 °C auf 40 °C möglich ist.
- Welche Verlustleistung  $P_V$  wird vom Halbleiterbauelement in Wärme umgewandelt?
- Wie hoch ist der Wärmewiderstand der Sperrschicht (engl. *Junction*) des Halbleiterkristalls zu seinem Gehäuse? Diese Information ist ebenfalls dem Datenblatt des Herstellers zu entnehmen.

Ausgehend vom Gesamtwärmewiderstand des Systems und der auftretenden Verlustleistung berechnet sich die Temperaturdifferenz zwischen Halbleiter-Chip und Umgebung mithilfe der Gleichung:

$$\Delta T = R_{thJU} \cdot P_V \quad (3)$$

Schlüsselt man den Wärmewiderstand auf, ergibt sich:

$$\Delta T = (R_{thJG} + R_{thGK} + R_{thKU}) \cdot P_V \quad (4)$$

Die Isolierscheibe in Bild 2 geht in diesem Fall mit ihrem Wert in  $R_{thGK}$  ein.

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Parameter (englische Bezeichnungen in Klammern):

- $R_{thJU}$  ( $R_{thJA}$ ): Gesamtwert des Wärmewiderstands zwischen Sperrschicht und Umgebung,
- $R_{thJG}$  ( $R_{thJC}$ ): Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse,
- $R_{thGK}$  ( $R_{thCK}$ ): Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Kühlkörper,
- $R_{thKU}$  ( $R_{thKA}$ ): Wärmewiderstand zwischen Kühlkörper und Umgebung.

Der Wärmeübergang zwischen dem Gehäuse des Halbleiterbauteils und dem Kühlkörper kann und sollte verbessert werden. Die übliche Methode ist der Einsatz von Wärmeleitpaste und Glimmerscheibe, wenn die elektrische Isolation erforderlich ist. Letztere besitzt je nach Ausführung einen Wärmewiderstand  $R_{th}$  zwischen etwa 0,5 K/W und 1 K/W.

### Exkurs Wärmeleitpaste

Die richtige Auswahl einer geeigneten Wärmeleitpaste ist nicht trivial, da diese sehr unterschiedliche Produkteigenschaften besitzen kann. Hier ist mit Bedacht vorzugehen. Die Paste sollte keine zu hohen Viskosität besitzen aber trotzdem leicht zu applizieren sein. Die aufgetragene Schichtdicke darf nur in der Größenordnung von 0,1 mm liegen. Aufgabe ist es, die Unebenheiten der Kontaktflächen auszugleichen und sich daraus ergebende Lufteinschlüsse

### Wärmeleitfähigkeit

Die **Wärmeleitfähigkeit**, auch als **Wärmeleitkoeffizient** bezeichnet, ist eine Materialeigenschaft, die den Wärmestrom durch das betreffende Material aufgrund von Wärmeleitung bestimmt. Je höher dieser Wert, desto besser ist das Material als Wärmeleiter geeignet. Umgekehrt gilt: Je niedriger der Wert ausfällt, desto besser ist die Wärmedämmung.

Die Einheit der Wärmeleitfähigkeit ist *Watt pro Meter und Kelvin*, also:  $W/(m \cdot K)$ .

zu vermeiden. Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter. Zu viel Paste ist allerdings kontraproduktiv und erhöht den thermischen Übergangswiderstand unnötig.

Es gibt Wärmeleitpasten die elektrischen Strom leiten oder isolierende Eigenschaften besitzen. Zudem haben gute Wärmeleitpasten ihren Preis. Im Handel erhältliche Sorten haben üblicherweise eine Wärmeleitfähigkeit von unter 1  $W/(m \cdot K)$  bis zu Werten um 10  $W/(m \cdot K)$ . Zum Vergleich: Kupfer weist eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 380  $W/(m \cdot K)$  auf, Luft etwa 0,024  $W/(m \cdot K)$ , Erläuterung siehe Kasten.

Sind höhere Werte gefragt, kommen Wärmeleitpasten aus Flüssigmetall zum Einsatz. Sie werden als elektrisch leitend geführt und bestehen aus metallischen Legierungen mit sehr niedrigem Schmelzpunkt, primär aus Gallium und verschiedenen zusätzlichen Metallen wie Indium, Rhodium, Silber, Zink und Zinn. Solche Wärmeleitpasten leiten die Wärme erheblich besser als konventionelle Sorten und erreichen Leitfähigkeitswerte von 40  $W/(m \cdot K)$  bis 80  $W/(m \cdot K)$ .

Gallium bildet auf Aluminiumkühlkörpern ein Lokalelement aus. Dies hat die Zerstörung der das unedlere Aluminium schützenden Oxidschicht zur Folge, was in Verbindung mit der stets vorhandenen Luftfeuchtigkeit zur Entstehung des entsprechenden Hydroxids führt. Damit scheiden galliumhaltige Wärmeleitpasten in Verbindung mit Aluminiumkühlkörpern aus.

Eine nicht selten unbeachtete Alternative ist eine gute Lötverbindung zum Zweck des Wärmetransports. Gemäß [2] liegt die Wärmeleitfähigkeit von bleifreien Loten überwiegend in einem Bereich von 49,6  $W/(m \cdot K)$  bis 67,5  $W/(m \cdot K)$ .

### Berechnungsbeispiel

Im vorliegenden Beispiel kommt ein Spannungsregler LM338 zum Einsatz. Seinem Datenblatt [3] lassen sich folgende Werte entnehmen:

$$\begin{aligned} R_{thJC} &= 1 \text{ K/W,} \\ R_{thJA} &= 35 \text{ K/W,} \\ I_{E \max} &= 5 \text{ A,} \end{aligned}$$

wobei  $R_{thJA}$  für den Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung ohne Kühlkörper steht. Als Wärmewiderstand zwischen Bauelementgehäuse und Kühlkörper werden bei einfacher Schraubmontage  $R_{thGK} = 0,5 \text{ K/W}$  angenommen. Der zulässige Sperrschichttemperaturbereich liegt zwischen 0 und 125 °C. Hier gelten als Maximalwert bzw. in ungünstiger Umgebung

$$\begin{aligned} T_J &= 125 \text{ °C} = 398 \text{ K und} \\ T_U &= 40 \text{ °C} = 313 \text{ K.} \end{aligned}$$

Die beabsichtigten Einsatzparameter hinsichtlich Ein- und Ausgangsspannung sowie Ausgangsstrom sind

$$I_A = 4,6 \text{ A,}$$

$$U_E = 12 \text{ V,}$$

$$U_A = 8,5 \text{ V.}$$

Ist unter den genannten Bedingungen ein Betrieb des LM338 ohne Kühlkörper möglich? Wenn nicht, welchen Maximalwert darf der Wärmewiderstand des eingesetzten Kühlkörpers dann haben?

Aus Gleichung (1) folgt, dass eine Verlustleistung in Höhe von

$$P_V = P_E - P_A = (U_E - U_A) \cdot I_A$$

$$= (12 \text{ V} - 8,5 \text{ V}) \cdot 4,6 \text{ A} = 16,1 \text{ W}$$

zu erwarten ist. Der Einfachheit halber blieb hier der relativ geringe Eigenleistungsbedarf des Reglers unberücksichtigt. Diese in Wärme umgesetzte Verlustleistung darf gemäß Gleichung (2) nur zu einer Temperaturdifferenz von höchstens

$$\Delta T = T_J - T_U = 125 \text{ °C} - 40 \text{ °C} = 85 \text{ K}$$

führen, um das Gesamtsystem thermisch nicht zu überlasten.

Gleichung (3) führt zum maximal zulässigen Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Umgebung in Höhe von

$$R_{thJU} = \Delta T / P_V = 85 \text{ K} / 16,1 \text{ W} = 5,28 \text{ K/W.}$$

Ausgehend von den eingangs angegebenen Werten für  $R_{thGK}$  und  $R_{thJC}$  ( $R_{thJG}$ ) muss der Wärmewiderstand zwischen Kühlkörper und Umgebung somit kleiner oder gleich

$$R_{thKU} = R_{thJU} - R_{thJG} + R_{thGK}$$

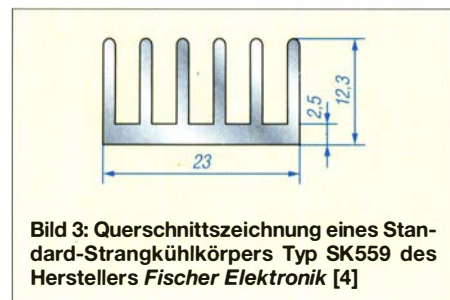
$$= 5,28 \text{ K/W} - 1 \text{ K/W} - 0,5 \text{ K/W}$$

$$= 3,78 \text{ K/W}$$

bemessen sein.

Gemäß Datenblatt hat das Halbleiterbauelement einen Wärmewiderstand ohne Kühlkörper von 35 K/W. Dies bedeutet, dass man hier auf gar keinen Fall ohne zusätzliche Kühlung auskommt. Ein geeignetes Kühlsystem darf gemäß obenstehender Berechnung einen Wärmewiderstand von maximal 3,78 K/W besitzen.

Auf die beschriebene Weise ist es leicht zu ermitteln, ob zusätzliche Kühlung für einen Anwendungsfall nötig ist. Wie kann nun eine geeignete Kühlmethode bestimmt



**Bild 3: Querschnittszeichnung eines Standard-Strangkühlkörpers Typ SK559 des Herstellers Fischer Elektronik [4]**

werden und welche Kühlverfahren kommen in Betracht?

## ■ Freie Konvektion

Je 10 K Temperaturerhöhung vermindert sich die anzunehmende Lebensdauer elektronischer Bauteile um etwa 50 %. Dies zeigt deutlich, dass ein effektives Wärmemanagement unerlässlich ist.

Die einfachste Art der Temperaturbegrenzung beruht auf dem Wirkprinzip der Oberflächenvergrößerung mittels geeigneter Medien, wie z. B. Kühlkörpern aus Aluminium. Schon beim Entwurf eines Projekts sollte man von vornherein den benötigten Platz, die Masse, das Volumen und den Raum ermitteln, in dem der Kühlkörper betrieben wird. Diese Faktoren fließen direkt in die Bestimmung eines konkreten Kühlverfahrens ein. Werden diese Anfangsüberlegungen vernachlässigt, sind nachträgliche Änderungen oft ärgerlich, zeitaufwendig oder manchmal auch gar nicht mehr möglich.

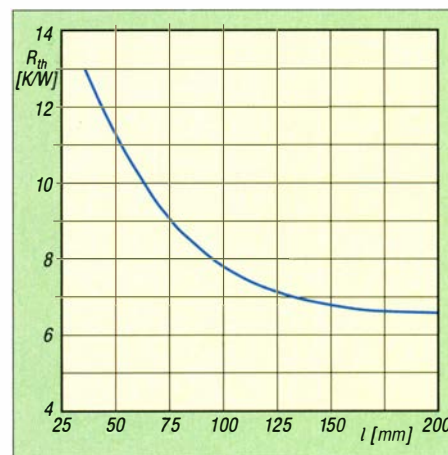
### Kühlkörperformen und -abmessungen

Die geometrischen Abmessungen der Kühlkörper sollten bei freier Konvektion auf die Größe des Halbleiterbauelements abgestimmt werden, sodass der Wärmeeintrag möglichst gleichmäßig und großflächig auf der gesamten Kühlkörperkontaktseite erfolgen kann. Die Formenvielfalt der z. B. von [4] hergestellten Kühlkörper trägt diesem Umstand Rechnung.

Kann dieser Wärmeeintrag nur punktuell erfolgen oder ist er starken zeitlichen Schwankungen unterworfen, wie es z. B. bei Leistungsverstärkern möglich ist, die speziell beim Sendebetrieb viel Wärme produzieren, dann ist es erforderlich, diese besonders schnell und effektiv abzuführen. Damit wird verhindert, dass die Sperrschichttemperatur auch kurzzeitig nicht über den Maximalwert steigt.

Dies lässt sich durch spezielle Kühlkörperformen erreichen oder durch besonders gut leitende Grafitfolien als Wärmeleiter. Je nach Einbaubedingungen ist stets auf das richtige Verhältnis von Kühlkörperbreite und -länge, Bodenstärke, Rippenhöhe und Rippenstärke, sowie deren Anzahl und Rippenabstand zu achten.

Die Länge des Kühlkörpers kann in der Praxis nicht beliebig erhöht werden, um dessen Effektivität einfach immer weiter zu steigern, Bild 4 veranschaulicht diesen Zusammenhang. Es bezieht sich auf einen Strangkühlkörper des Herstellers Fischer Elektronik [4], dessen Abmessungen in Bild 3 angegeben sind. Wie unschwer zu erkennen, nähert sich die Kurve des Wärmewiderstands der Kühlkörperlängensachse asymptotisch an. Dies bedeutet nichts anderes, als dass ab einer bestimmten Länge



**Bild 4: Abhängigkeit des Wärmewiderstands von der Länge des in Bild 3 dargestellten Kühlkörperprofils**

kein weiterer nennenswerter Effekt mehr erzielbar ist. Ab hier kann eine Reduzierung des Wärmewiderstands durch Oberflächenvergrößerung nur über die Kühlkörperbreite und/oder die Rippenhöhe erfolgen.

Eine effektive Oberflächenzunahme lässt sich auch nicht durch beliebige Vergrößerung der Anzahl der Kühlrippen erzielen, da sich diese ab einem bestimmten Punkt gegenseitig bei der Wärmeabgabe an die Umgebung behindern.

Die Entwärmung bei freier Konvektion, also auf passivem Weg (ohne Lüfter), erfolgt durch temperaturbedingte Dichteunterschiede der den Kühlkörper umgebenden Luft. Die warme Luft ist leichter, wodurch ein Auftrieb entsteht, der wiederum einen örtlichen Unterdruck erzeugt, der kühlere Luft zwischen die Kühlrippen nachströmen lässt. Somit stellt sich eine kontinuierliche Luftbewegung längs der Rippen ein.

Bei rein konvektiver Wärmeableitung unterliegen die Kühlrippenformen und -abstände sehr stark der Grenzschichtbetrachtung. Diese Grenzschicht entsteht durch unbewegliche und an den Kühlrippenwänden haftende Luftmoleküle, die wiederum den Wärmeübergang in die Umgebungsluft behindern. Wachsen nun die Grenzschichten zweier benachbarter Kühlrippen zusammen, wird die Wärmeübertragung stark beeinträchtigt. Somit ist in dieser Konstellation ein größerer Rippenabstand nötig, um diesen Effekt zu unterbinden. Da die Grenzschichten nach oben hin an Dicke zunehmen, ist bei besonders hohen Rippen ein noch größerer Rippenabstand erforderlich. (wird fortgesetzt)

### Literatur und Bezugsquellen

- [1] Prange, H., DK8GH: Kühle Zeiten für Halbleiter. FUNKAMATEUR 41 (1992) H. 10, S. 577–579
- [2] Almit GmbH: Physikalische Eigenschaften bleifreier Legierungen. [www.almit.de/physikalische-eigenschaften](http://www.almit.de/physikalische-eigenschaften)
- [3] Texas Instruments: Datenblatt Spannungsregler LM338; [www.ti.com/lit/ds/snvs771c/snvs771c.pdf](http://www.ti.com/lit/ds/snvs771c/snvs771c.pdf)
- [4] Fischer Elektronik GmbH & Co. KG, Nottebohmstr. 28, 58511 Lüdenscheid; [www.fischer-elektronik.de](http://www.fischer-elektronik.de)

# Enigma-Chiffriermaschine aus der Ostsee gefischt

Während einer Aktion der Umweltschutzorganisation WWF (*World Wildlife Fund for Nature*) zur Bergung von sogenannten Geisternetzen in der Ostsee machten Kieler Forschungstaucher von Submaris eine ungewöhnliche Entdeckung: Beim Absuchen

Maschine lag. „Der WWF arbeitet seit vielen Jahren daran, die Ostsee von gefährlichen Geisternetzen zu befreien. Dabei finden wir regelmäßig größere Objekte, an denen sich die Netze unter Wasser verheddern. Solche sogenannten *hook points* sind



des Meeresbodens mit einem Seitensichtsonar stießen sie auf eine Enigma-Chiffriermaschine aus dem Zweiten Weltkrieg, an der sich in ein herrenloses Fischernetz verfangen hatte. Obwohl diese Maschinen damals in hoher Stückzahl produziert wurden, sind sie heute selten und historisch bedeutsam.

## ■ Sonar findet Netze

Geisternetze sind herrenlose Fischernetze, die eine tödliche Falle für Fische, Meeressäuger und Seevögel darstellen und als



**Restaurierung und Konservierung für die Ausstellung dauern etwa ein Jahr.**

Plastikmüll die Meere belasten. Zum umweltverträglichen Aufspüren der Netze setzt der WWF moderne Technik ein: Mit einem Seitensichtsonar wird der Meeresboden nach den Netzen abgesucht und eine gefundene Verdachtsposition anschließend von Tauchern begutachtet. Dabei stoßen diese immer wieder auf ungewöhnliche Gegenstände.

So war es auch im vergangenen November in der Geltinger Bucht, wo die Enigma-

## Begutachtung der Enigma

Fotos: Christian Howe, Florian Huber, Uli Kunz; Submaris

mern sich dann um die weiteren Untersuchungen,“ so Gabriele Dederer.

Die mit dem Sonar generierten Aufnahmen werden auch in einer WWF-Geistertaucher-App veröffentlicht. Die Umweltschutzorganisation hofft auf eine rege Teilnahme der Taucherszene, um Verdachtspositionen, die auf ein Netz hindeuten, zu verifizieren. „Sollten dabei weitere archäologische Funde auftauchen, weisen wir auf die gesetzliche Meldepflicht hin, da es sich hierbei um Unterwasserkulturerbe handeln kann“, erklärt die WWF-Sprecherin.

## ■ Aufwendige Restaurierung

Die Enigma aus der Geltinger Bucht befindet sich nun in der Restaurierungswerkstatt des Museums für Archäologie auf



**Christian Howe, Florian Huber (Mitte) und Uli Kunz kurz nach der Bergung**

häufig Baumstämme oder Steine. Die Enigma ist allerdings mit Abstand der historisch spannendste Fund, den wir je hatten“, erklärt Gabriele Dederer vom WWF Deutschland. Zunächst dachten die Taucher, das Netz hätte sich an einer Schreibmaschine verfangen, erkannten aber trotz des trüben Wassers bald die tatsächliche Bedeutung ihres Funds.

## ■ Unterwasserarchäologie

Im Jahr 1945 fand in der Geltinger Bucht eine groß angelegte Selbstversenkungsaktion der deutschen Kriegsmarine statt. Besatzungsmitglieder versenkten dort rund 50 U-Boote, um diese nicht an die Alliierten übergeben zu müssen. „Wir vermuten, dass unsere Enigma im Zuge dieses Ereignisses über Bord gegangen ist“, sagt Florian Huber, Unterwasserarchäologe und Taucher im Team, das im Auftrag des WWF im Einsatz war und die Chiffriermaschine fand. Möglicherweise stammt die Maschine aber auch von einem deutschen Kriegsschiff.

In Fällen wie diesem arbeitet der WWF eng mit den Archäologischen Landesämtern sowie den Munitionsbergungsdiensten von Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein zusammen. „Finden wir historische Objekte, geben wir die Positionen direkt an die Ämter weiter. Diese küm-

Schloss Gottorf in Schleswig. Dort soll sie weiter untersucht und mit großem Aufwand restauriert sowie konserviert werden, womit Spezialisten voraussichtlich rund ein Jahr lang beschäftigt sind.

Laut Dr. Ralf Bleile, bevollmächtigter Direktor des Museums für Archäologie in Schleswig, wird die Enigma in einem Bad aus destilliertem Wasser gelagert, um so den Korrosionsprozess aufzuhalten. Damit spült man die Chloride heraus und hält die Zersetzung auf, die an der Luft schneller voranschreiten würde. In diesem Bad bleibt der Fund rund ein Jahr, wobei die Enigma für Untersuchungen jeweils kurze Zeit entnommen werden kann. Auch sind Röntgenaufnahmen geplant und erste partielle Freilegungen finden voraussichtlich statt.

Gleichzeitig erarbeiten Spezialisten ein Restaurierungskonzept. Dabei analysieren sie, wie sich die Materialien der Maschine restaurieren lassen und in welcher Form der Fund später ausgestellt werden kann. Möglicherweise ist den Ausstellungsbesuchern dann sogar ein Blick ins Innere der Chiffriermaschine möglich. Sobald die Restaurierung der Enigma abgeschlossen ist, will man diese im Museum auf Schloss Gottorf ausstellen.

**Redaktion FA, nach Informationen vom WWF und vom Archäologischen Landesamt Schleswig-Holstein**

# Nutzung der OVF-Anzeige zur Bestimmung des NPR beim IC-7300

Dipl.-Ing. WERNER SCHNORRENBURG – DC4KU

Die technischen Daten eines direktabtastenden SDR werden maßgeblich von denen des Digital-Analog-Umsetzers am Empfängereingang bestimmt. Vorausgesetzt, das Gerät verfügt über eine Übersteuerungsanzeige, die beim Begrenzungseinsatz präzise anspricht, lässt sich mit deren Hilfe sogar das Rausch-Leistungs-Verhältnis (NPR) des Empfängers recht genau bestimmen, wie hier am Beispiel des IC-7300 gezeigt. Bei einer solchen Messung ist im Gegensatz zum klassischen Messaufbau kein hochwertiges Notch-Filter im Signalweg erforderlich.

Die maximale Aussteuerung eines digitalen, direktabtastenden Empfängers wird durch die Begrenzung (engl. *Clipping*, *Saturation*) seines Analog-Digital-Umsetzers (ADU) vorgegeben. So verfügen z. B. der Icom IC-7300 und der IC-7610 über eine OVF-Anzeige (engl. *Overflow*) am oberen Rand des Displays, die immer dann aufleuchtet, wenn der Empfänger übersteuert wird (Bild 3).

Analoge Superhet-Empfänger besitzen eine solche Anzeige nicht. Die Übersteuerung des 1. Mischers beginnt bei steigendem Eingangsspegel langsam und schon relativ

sichtbar werden können. Abhilfe schaffen die *Dithering*- und *Random*-Funktion. Die zahlreichen prinzipiellen Unterschiede zwischen analogen und digitalen Empfängern sollte man kennen und beachten, dann erklären sich viele „Phänomene“ von selbst. Zu diesem Thema ist ein spezieller Beitrag in Arbeit.

## OVF-Anzeige beim ADU-Begrenzungseinsatz (Clipping)

Ein einfacher Test verdeutlicht die Funktion der Begrenzungsanzeige. Dabei wird der Empfänger auf eine Arbeitsfrequenz  $f_e$

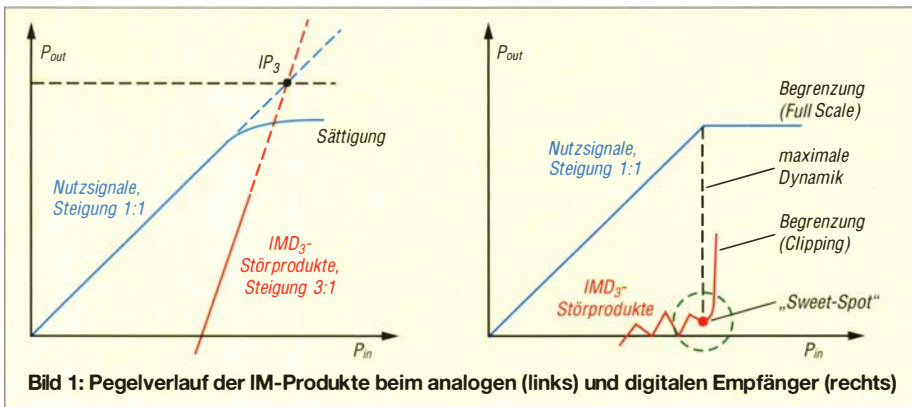


Bild 1: Pegelverlauf der IM-Produkte beim analogen (links) und digitalen Empfänger (rechts)

früh. Sie wird vom Anwender zumeist gar nicht bemerkt (Bild 1).

Ein ADU hingegen kann bis kurz vor die Begrenzung ausgesteuert werden und „fühlt sich“ – im Gegensatz zum Mischer – erst bei hoher Aussteuerung richtig „wohl“. Erst dann erreicht er seinen größten IM-freien Dynamikbereich, von z. B. 100 dB im sog. *Sweet Spot* (Bild 1). Wird der ADU über diesen Punkt hinaus nur geringfügig übersteuert, erzeugt er fast schlagartig starke Intermodulationsverzerrungen und der weitere Empfang ist sehr beeinträchtigt.

Ein anderes Problem kann bei schwachen HF-Signalen entstehen, weil ein ADU – wieder im Gegensatz zu analogen Empfängern – aufgrund seiner Quantisierungsfehler auch bei geringer Aussteuerung unerwünschte IM-Produkte produziert, die im Grundrauschen als Spitzen (engl. *Spikes*)

eingestellt, die 10 kHz oberhalb oder unterhalb der Frequenz  $f_s$  des Eintonsignals eines angeschlossenen HF-Generators liegt (Bild 2). Anschließend erhöht man dessen Pegel soweit, bis die OVF-Anzeige auf-



Bild 2: Messaufbau zur Bestimmung des Begrenzungseinsatzes beim IC-7300 mit Hilfe eines HF-Eintonsignals

Tabelle 1: Messwerte des für den Begrenzungseinsatz (OVF) erforderlichen Eingangspiegels bei HF-Eintonaussteuerung

$f_e$ [MHz]	$P_{OVF}$ [dBm]
1,8	-8
3,6	-8
7,1	-8
14,1	-8
21,1	-8
28,3	-8



Bild 3: Overflow-Anzeige (OVF) auf dem Display des IC-7300 bei einem HF-Eintonsignal mit  $P_e = -8\text{ dBm}$

leuchtet (Bild 3). Der Empfänger kann nur von Signalen übersteuert werden, die sich außerhalb der Empfangsbandbreite befinden, weil anderenfalls der Einsatz der automatischen Verstärkungsregelung (AGC) dieses verhindern würde. Deshalb betragen im vorliegenden Fall  $f_s = 7,10\text{ MHz}$  und  $f_e = 7,11\text{ MHz}$ .

Der IC-7300 gerät auf allen Bändern bei Ansteuerung mit einem Eintonsignal  $P_e = -8\text{ dBm}$  in Begrenzung, was die Messergebnisse in Tabelle 1 belegen. Dies entspricht  $P_e = 0,16\text{ mW}$  bzw.  $U_{eff} = 90\text{ mV}$  an  $50\ \Omega$  oder  $S9 + 65\text{ dB}$ . Bei Reduzierung des Pegels von  $-8\text{ dBm}$  auf  $-9\text{ dBm}$ , also nur um 1 dB, erlischt die OVF-Anzeige und der Empfänger befindet sich wieder im linearen Arbeitsbereich. Das beweist die zuvor schon erwähnte, fast schlagartige Begrenzung eines ADU bei Übersteuerung. Diese Eigenschaft ist für die nachstehend beschriebenen Messungen von Bedeutung.

## Rauschsignal und OVF-Anzeige

Die Ermittlung des Begrenzungseinsatzes mit nur einem einzigen Sinussignal wie in Bild 3 ist aber nicht praxisnah. Über die angeschlossene Antenne empfängt der IC-7300 gleichzeitig sehr viele Signale unterschiedlicher Frequenz und Leistung, welche insgesamt den ADU übersteuern können. Aus diesem Grund sollte man den Begrenzungseinsatz (Clipping) entweder mithilfe sehr vieler Einzelsignale messen oder dazu konstantes weißes Rauschen verwenden.

## Großsignalfestigkeit

Die Ermittlung der Großsignalfestigkeit eines Empfängers unter Einsatz eines Rauschsignals ist ein hartes Messverfahren, äh-

lich einer NPR-Messung [1]. Verfügt der Empfänger eingangsseitig über einen Preselektor, der z. B. eine Bandbreite von 5 MHz aufweist, wird in diesem Fall ein 5 MHz breites Rauschsignalband bis zum ADU geleitet, welches 10000 pegelgleichen, 500 Hz breiten Signalen entspricht. Das Ergebnis einer solchen Messung widerspiegelt also immer das „Schlimmste“, was einem Empfänger passieren kann. Aber genau dies ist schließlich die Absicht. Zu diesem Zweck ist an den Antenneneingang des IC-7300 ein Rauschgenerator anzuschließen, der weißes Rauschen von 0 bis 30 MHz mit einer maximalen Rauschleistung von 0 dBm liefern kann. Ausgehend von  $P_{\text{Noise}} = -20$  dBm wird der Rauschpegel soweit erhöht, bis die OVF-Anzeige des IC-7300 zu blinken beginnt. Die Ergebnisse der Rauschmessungen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Im Gegensatz zu einem Eintonsignal reduziert sich der Pegel für den Begrenzungseinsatz des ADU mit zunehmender Frequenz. Der Grund sind die unterschiedlichen Filter am Empfängereingang. So schaltet sich z. B. bei  $f_c = 1,8$  MHz (160-m-Band) beim IC-7300 ein Bandpassfilter mit nur 400 kHz Bandbreite automatisch in den Signalweg, bei 28,3 MHz (10-m-Band) ist es ein Bandpassfilter mit 8 MHz Bandbreite. Demnach bestimmt allein die Bandbreite des jeweiligen Vorfilters, bei welchem Rauschpegel der ADU in Begrenzung geht (Bild 6). Die OVF-Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen deutlich: Je geringer die Bandbreite des Vorfilters am Eingang, umso großsignalfester ist der Empfänger im betreffenden Frequenzbereich und umgekehrt. Dieser Effekt lässt sich nur mithilfe des Rauschsignals nachweisen, nicht mit einem Eintonsignal.

■ Rausch-Leistungs-Verhältnis

Die OVF-Anzeige bringt aber noch einen weiteren Vorteil mit sich: Mit ihrer Hilfe kann man auch das Rausch-Leistungs-Verhältnis (engl. *Noise Power Ratio*, NPR) des IC-7300 ermitteln.

Klassische NPR-Messung

Normalerweise benötigt man für diese Messung einen speziellen Rauschgenerator und steilflankige Kerbfilter. Der Rauschpegel wird dann so lange erhöht, bis das Grundrauschen des Empfängers im Sockel des Kerbfilters minimal ansteigt, bzw. das NF-Rauschen am Lautsprecherausgang um 3 dB zunimmt, was ein Zeichen für die beginnende Übersteuerung des ADU ist (Bild 4). Das maximale NPR des Empfängers ist in diesem Fall erreicht und entspricht der Differenz von eingespeister Rauschleistung  $P_{\text{tot}}$  und Grenzepfindlichkeit (MDS).

In Bild 4 ist der Messaufbau zu sehen und in Bild 7 das typische Spektrum einer NPR-Messung, hier bei  $f_{\text{Notch}} = 2,4$  MHz. Näheres zu diesem Messverfahren kann in [1] nachgelesen werden. Bei einer Empfindlichkeit  $MDS = -132$  dBm @  $B = 500$  Hz und einem Rauschpegel  $P_{\text{tot}} = -8$  dBm erreicht der IC-7300 einen Wert

$$\begin{aligned} NPR &= P_{\text{tot}} - 10 \cdot \lg(B_{\text{RF}}/B_{\text{IF}}) - MDS \\ &= -8 \text{ dBm} - 10 \cdot \lg(30 \text{ MHz}/500 \text{ Hz}) \\ &\quad - (-132 \text{ dBm}) \\ &= 76 \text{ dB}, \end{aligned}$$

wobei  $B_{\text{RF}}$  die Rausch- und  $B_{\text{IF}}$  die Auflösungsbandbreite ist.

NPR-Ermittlung mittels OVF-Anzeige

Die gleiche Messung ist jetzt auch ohne Notch-Filter möglich, indem man den IC-7300 mit seiner Begrenzungsanzeige zum



Bild 6: Aufleuchtende OVF-Anzeige bei einer Rauschleistung  $P_{\text{tot}} = -17$  dBm und  $f_c = 21,1$  MHz



Bild 7: Displayanzeige bei der klassischen Messung mithilfe eines Notch-Filters, Ergebnis:  $NPR = 76$  dB



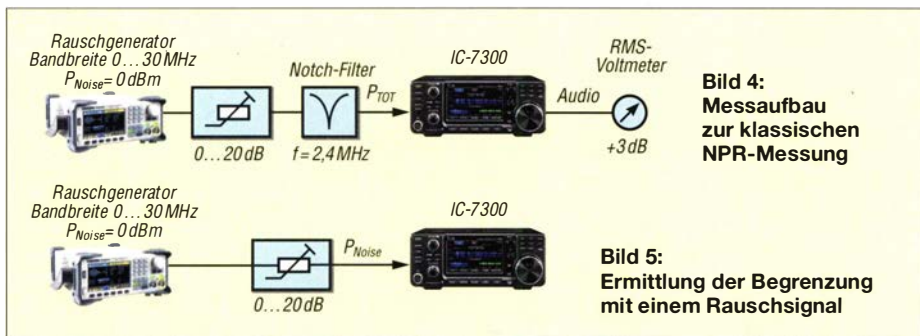
Bild 8: Alternative NPR-Bestimmung mithilfe der OVF-Anzeige, Ergebnis:  $NPR = 76$  dB

Messgerät macht. Ich habe herausgefunden, dass der maximale NPR-Wert und die aufleuchtende OVF-Anzeige bei gleich hohem Rauschpegel am Eingang entstehen. Dieses eröffnet eine alternative Möglichkeit zur NPR-Ermittlung. Der Wert beträgt ebenfalls 76 dB (Bild 8).

Aus  $P_{\text{tot}}$  bei OVF-Anzeige und Empfindlichkeit (MDS) lässt sich das NPR für jede Frequenz mithilfe der obenstehenden Gleichung ermitteln.

Beispiel für  $f_c = 21,1$  MHz (15-m-Band): Bei einem Rauschpegel von  $P_{\text{tot}} = -17$  dBm beginnt die OVF-Anzeige zu blinken und die maximale Aussteuerung des ADU ist somit erreicht. Daraus berechnet sich

$$\begin{aligned} NPR &= -17 \text{ dBm} - 10 \cdot \lg(30 \text{ MHz}/500 \text{ Hz}) \\ &\quad - (-133 \text{ dBm}) \\ &= 68 \text{ dB}. \end{aligned}$$



**Tabelle 2: Für den Begrenzungseinsatz (OVF) erforderlicher Rauschpegel  $P_{\text{tot}}$  in Abhängigkeit von der eingestellten Empfangsfrequenz  $f_c$  und daraus abgeleitetes Rausch-Leistungs-Verhältnis NPR**

$f_c$ [MHz]	Bandgrenzen des Preselektors [MHz]	resultierende Bandbreite [MHz]	$P_{\text{tot}}$ [dBm]	MDS* [dBm]	S-Meter-Anzeige	NPR [dB]
1,8	1,6 – 2,0	0,4	-5	-131	S9 + 68 dB	78
3,6	3,0 – 4,5	1,5	-8	-132	S9 + 65 dB	76
7,1	6,5 – 8,0	1,5	-11	-134	S9 + 62 dB	75
14,1	10,0 – 15,0	5,0	-14	-134	S9 + 59 dB	72
21,1	15,0 – 22,0	7,0	-17	-133	S9 + 56 dB	68
28,3	22,0 – 30,0	8,0	-17	-132	S9 + 56 dB	67

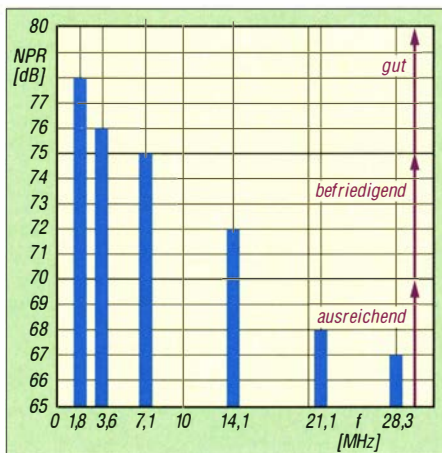
\*B = 500 Hz

Die berechneten NPR-Werte zwischen 1,8 MHz und 28,3 MHz sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Der nochmals hervorgehobene Vorteil der NPR-Bestimmung mittels OVF-Anzeige besteht eindeutig darin, dass man den Wert auf jeder beliebigen Frequenz des IC-7300 ermitteln kann. Eine Messung mit einzelnen Notch-Filtern wäre sehr schwierig, weil geeignete Filter mit hoher Sperrdämpfung auf unterschiedlichen Kerbfrequenzen schwer beschaffbar oder nur mit erheblichem Aufwand selbst herzustellen sind [2].

Das Balkendiagramm in Bild 9 verdeutlicht, dass das NPR, also die Großsignalfestigkeit des IC-7300 mit steigender Frequenz geringer wird. Zum Vergleich: Im NPR-Ranking unter Empfängern gelten 65 dB bis 70 dB als ausreichend, 70 dB bis 75 dB als befriedigend, 75 dB bis 80 dB als gut und mehr als 80 dB als sehr gut.

Ein wichtiger Punkt ist in diesem Zusammenhang allerdings zu beachten: Die Ermittlung des NPR mithilfe der OVF-Anzeige eines SDR kann hinsichtlich der Genauigkeit nicht mit der klassischen Messung mithilfe von Notch-Filtern konkurrieren. Bei Letzterer ist die Begrenzung des ADU exakt auf  $-1$  dBFS (Skalenendwert, engl. *Full Scale*) einstellbar, bei der OVF-Anzeige muss man sich auf deren beginnendes Blinken verlassen. Die Genauig-



**Bild 9: NPR beim IC-7300 in Abhängigkeit von der Frequenz und bei einer Rauschbandbreite von 0 bis 30 MHz**

keit einer solchen Messung schätze ich auf  $\pm 1,5$  dB.

Ob das beschriebene Verfahren auch bei anderen SDRs mit ADU-Begrenzungsanzeige anwendbar ist, kann ich nicht beurteilen. Bei meinen Versuchen funktionierte es beim IC-7300 und beim *Colibri-Nano* [3].

### ■ Zusammenfassung

Die OVF-Anzeige des IC-7300 und IC-7610 ist eine sehr praktische und sinnvolle Funktion und sollte bei keinem direktabtastenden SDR fehlen. Falls sie aufleuch-

tet, sollte man die HF-Verstärkung (engl. *RF Gain*) reduzieren, indem man den Einstellknopf *RF/SQL* ein wenig nach links dreht. Dann wird ein PIN-Dioden-Dämpfungsglied im HF-Eingang aktiviert, auf dem Display erscheint der Hinweis *RFG* (reduzierte HF-Verstärkung, engl. *Reduced RF Gain*) und die OVF-Anzeige erlischt wieder. Die wählbare Vorverstärkung 1 oder 2 sollte man in diesem Zusammenhang selbstverständlich abschalten.

Der IC-7300 besitzt mit  $MDS = -133$  dBm @  $B = 500$  Hz schon von Haus aus eine hohe Empfindlichkeit. Um zu erkennen, ob diese auch ohne Vorverstärker ausreicht, sollte man kurz die Antenne abtrennen und die Rauschlinie dabei beobachten. Falls diese dann um einige Dezibel zurückgeht, braucht man keinen Vorverstärker, weil dann die Antenne die Empfindlichkeit vorgibt und nicht der Empfänger.

dc4ku@darcd

### Literatur

- [1] Schnorrenberg, W.: DC4KU: Empfängermessungen nach dem NPR-Verfahren. FUNKAMATEUR 66 (2017) H. 12, S. 1126–1129, 67 (2018) H. 1, S. 60–63
- [2] Hoffelner, K., OE3HKL: NPR-RX-Messungen. [www.oe3hkl.com/hf-measurements/npr-mess-platz-rauschgenerator/rx-messungen.html](http://www.oe3hkl.com/hf-measurements/npr-mess-platz-rauschgenerator/rx-messungen.html)
- [3] Schnorrenberg, W., DC4KU: Colibri-Nano – direktabtastender Empfänger für 10 kHz bis 55 MHz. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 3, S. 220–223

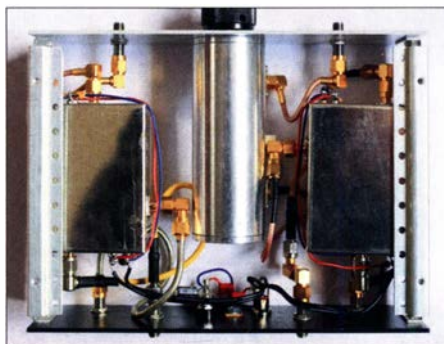
## Frequenzbereichserweiterung bis 3 GHz für den DSA815-TG (2)

Dipl.-Ing. HARALD ARNOLD – DL2EWN

**Inhaltlicher Schwerpunkt des ersten Teils des Beitrags waren Baugruppenkonzept und Schaltungsbeschreibung. Nachstehend folgen abschließend Anmerkungen zum 3-GHz-Oszillator und zur Inbetriebnahme. Einige Messbeispiele verdeutlichen die von der Zusatzbaugruppe erschlossenen neuen Möglichkeiten und zeigen auch deren Grenzen auf.**

Zur Dämpfung der Eingangssignale des Analyseteils habe ich einen Abschwächer eingebaut (siehe Bild 2 im ersten Teil). Dieser besitzt einen Einstellbereich von 0 dB bis 50 dB mit Stufen aus  $4 \times 10$  dB und  $10 \times 1$  dB. Er stammt von *JFW Industries Inc.* und hat die Modellbezeichnung *50DR-046*. Dieses schaltbare Dämpfungsglied ist für den vorgesehenen Frequenzbereich verwendbar und lässt sich mit maximal 2 W HF-Leistung belasten (entspricht 33 dBm). Solche und ähnliche Pegelabschwächer findet man mitunter auch auf Flohmärkten. Eine andere Möglichkeit sind externe Dämpfungsglieder mit festen Werten, die es z. B. bei [4] in SMA- und N-Ausführung gibt. An den Eingang des Analyseteils dürfen maximal  $-10$  dBm angelegt werden. Mit ei-

nem vorgeschalteten 30-dB-Dämpfungsglied lassen sich dann schon Signale mit bis zu 20 dBm verzerrungsfrei verarbeiten.



**Bild 8: Vollständig aufgebautes Vorsatzgerät zur Frequenzerweiterung im Gehäuse ohne Deckel; Ansicht von unten**

Setzt man zu diesem Zweck ein Dämpfungsglied mit N-Steckverbindern ein, ist es notwendig, als Eingangsbuchse eine Kombination aus N- und SMA-Buchse zu wählen. Wenn kein schaltbares Dämpfungsglied verwendet wird, bleibt für eine zusätzliche N-Buchse genügend Platz im Gehäuse.

HF-Messtechniker wissen, dass SMA-Buchsen für häufiges Trennen und erneutes Verschrauben nicht gut geeignet sind. N-Buchsen sind da wesentlich robuster. Die Übergänge SMA-SMA, wie ich sie benutze, sind aber bei Bedarf einfach austauschbar.

In Bild 8 ist die Innenverkabelung des Vorsatzgeräts gut zu erkennen. Zu diesem Zweck habe ich benutzt, was in der Bastelkiste vorhanden war. Auch beidseitig mit SMA-Steckern konfektionierte Kabel von [4] sind gut geeignet. Links im Bild ist der Konverter des Tracking-Generators, rechts ist der Analysekonverter zu sehen.

An der Rückwand, in Bild 8 unten, befindet sich der Eingang für die Versorgungsspannung der beiden Baugruppen. Diese beträgt 13,8 V. Daraus generiert ein 9-V-Stabilisator die Betriebsspannung für die externe Oszillatorbaugruppe, die ich über Adapter SMA-SMA an der Rückwand anschließen. Ebenfalls dort befinden sich die SMA-Buchsen für Ein- und Ausgang des DSA815-TG.



An der Vorderseite (Bild 8 oben) sind die Buchsen des Tracking-Ausgangs und des Analyseeingangs angeordnet, jeweils für 1,5 GHz bis 2,99 GHz. Etwa mittig sitzt der Dämpfungssteller. Beide erstgenannten Baugruppen musste ich auf der Bestückungsseite mit passenden Deckeln verschließen. Im offenen Zustand ergaben sich sonst Verkopplungen. Außerdem habe ich als Vorsichtsmaßnahme die Deckel innen

erfolgen. Bei einer Betriebsspannung von 13,8 V habe ich an den Musterbaugruppen je 240 mA gemessen. Zusammen mit der externen 3-GHz-Oszillatorbaugruppe ergab sich eine Gesamtstromaufnahme von 730 mA.

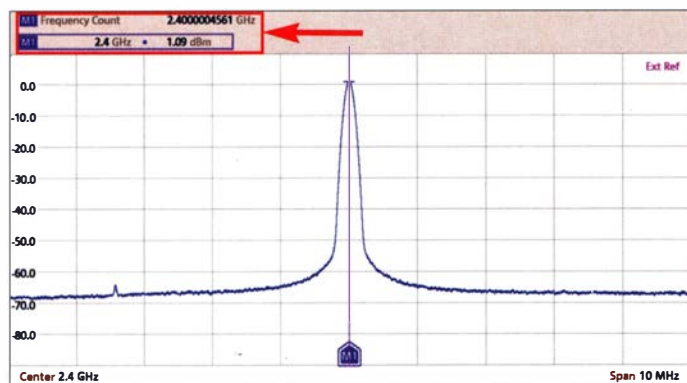
Die Frequenzerweiterung ist vollkommen abgleichfrei und so konzipiert, dass man ohne den Einsatz spezieller Messmittel ein funktionierendes Vorsatzgerät erhält. Zu

ximalwert für das eingangsseitige 6-dB-Dämpfungsglied ist. Höhere Pegel erfordern entsprechend belastbare externe Dämpfungsglieder.

Ich verwende zu diesem Zweck ein 20-dB-Dämpfungsglied mit 25 W Belastbarkeit von MCE/Weinschel, Modell 34-20-34. Dieses ist bis 4 GHz spezifiziert. Solche Dämpfungsglieder sind auf Flohmärkten oft zu finden. Für eine maximale Eingangsleistung von 37 dBm (entspricht 5 W) gibt es bei [4] geeignete Dämpfungsglieder mit N-Buchse und N-Stecker und einem Frequenzbereich bis 3,0 GHz.

■ Messbeispiele

Nach diesen einleitenden Bemerkungen geht es nun um einige repräsentative Messbeispiele.



**Bild 9:** Direkte Pegelmessung bei 2400 MHz mit dem Referenzgerät FPC1500 zur Gewinnung des Referenzwerts

mit leitfähigem Schaumstoff beklebt, der für HF-Hohlraumresonanzen als Dämpfung wirkt. Sämtliche unerwünschten Koppel-effekte waren damit beseitigt.

■ 3-GHz-Lokaloszillator

Wie bereits erwähnt, nutze ich einen externen 3-GHz-Oszillator, der mit einem ADF5355 bestückt ist und als Fertigbaugruppe bzw. -gerät z. B. auf Ebay angeboten wird. Inzwischen haben auch andere Internethändler diese Oszillatoren im Sortiment, die Suchbegriffe *OLED digital ADF 5355 54MHz-13,6GHz RF Source Generator* sollten zum Ziel führen. Preiswerter geht es auch mit einer Baugruppe *35M-4.4GHz RF Signal Source*, die aber noch eine kleine Steuereinheit benötigt. In meinem Beitrag über Komponenten für den QO-100-Uplink hatte ich einige Oszillatoren für diesen Frequenzbereich aufgeführt [5].

Das Vorsatzgerät besitzt zwei Buchsen für das Oszillatorsignal, da der Generator über zwei Ausgänge verfügt, bezeichnet mit A+ und A-. Auf diese Weise erhält jede Baugruppe ihr separates Signal.

Grundsätzlich ist jeder frequenzstabile 3-GHz-Oszillator geeignet, der ein sauberes, rauscharmes Signal mit ausreichendem Pegel liefern kann. Zum Aufteilen eines Einzelsignals gibt es preiswerte 3-dB-Splitter.

■ Inbetriebnahme

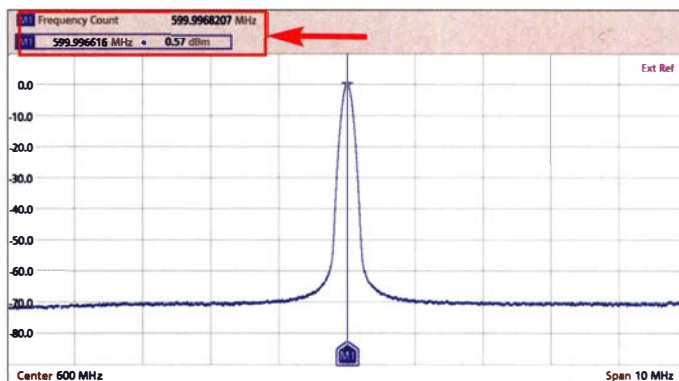
Da die verwendeten SMD-Bauteile relativ groß sind, ist die Bestückung der beiden Platinen nicht weiter schwierig und auch für Elektronik-Einsteiger mit hinreichend Lötterfahrung realisierbar.

Nachdem beide Platinen in ihr jeweiliges Blechgehäuse eingebaut und dort fixiert wurden, sollte ein Test der Stromaufnahme

dessen Erprobung und Messung nutzte ich einen geliehenen 3-GHz-Spektrumanalysator *FPC1500* von *Rohde & Schwarz* als Referenz. Alle am Umsetzer gewonnenen Messwerte habe ich mit denen des Referenzgeräts verglichen.

■ Hinweise zum Messaufbau

Wie schon erwähnt, sollte der Pegel eines Zweitonsignals am HF-Eingang nicht höher als  $2 \times -10$  dBm sein, um IM-Verzerrungen durch das Vorsatzgerät zu minimieren. Bei Eintonsignalen wollte ich bis 0 dBm messen können. Der verwendete Mischer-IC kann maximal 23 dBm verarbeiten (entspricht 200 mW). Mehr als 20 dBm (entspricht 100 mW) sollten jedoch am HF-Eingang nie anliegen, da dies der Ma-

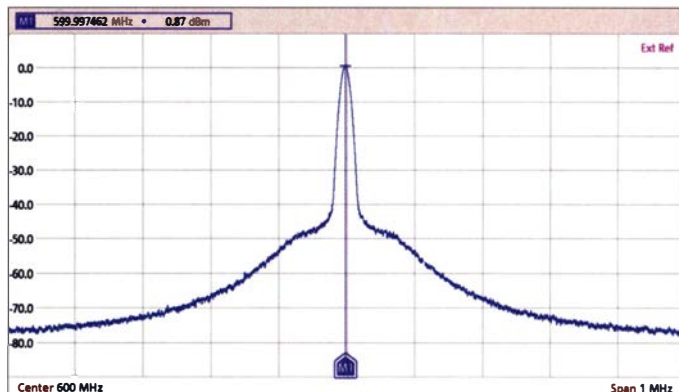


**Bild 10:** Pegelmessung bei 2400 MHz mit Umsetzer und nachgeschaltetem FPC1500, hier erkennbar an der Messfrequenz 600 MHz

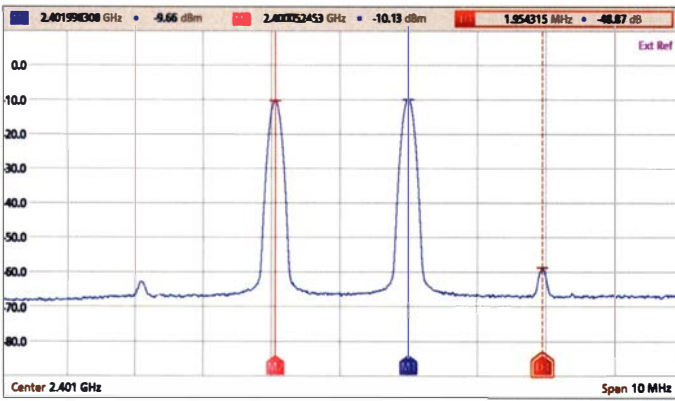
Einfache Pegelmessung

Als Erstes habe ich den Ausgangspegel eines HF-Generators *HP831* aus fernöstlicher Produktion bestimmt. Dieser enthält einen Schaltkreis ADF4350, der einen Ausgangsfrequenzbereich von 137,5 MHz bis 4400 MHz besitzt. Am HP831 wurde eine Frequenz von 2400 MHz eingestellt und der HF-Ausgangspegel zunächst direkt mit dem FPC1500 gemessen. In Bild 9 ist das Ergebnis zu sehen, hier etwa 1,1 dBm.

Dann habe ich das Vorsatzgerät an den FPC1500 angeschlossen und dessen Mittelfrequenz auf 600 MHz eingestellt. Dieser Wert ergibt sich aus der Differenz der Oszillatorfrequenz (3 GHz) und der Frequenz des Messsignals (2,4 GHz), siehe Teil 1 des Beitrags. Das Ergebnis der Mes-



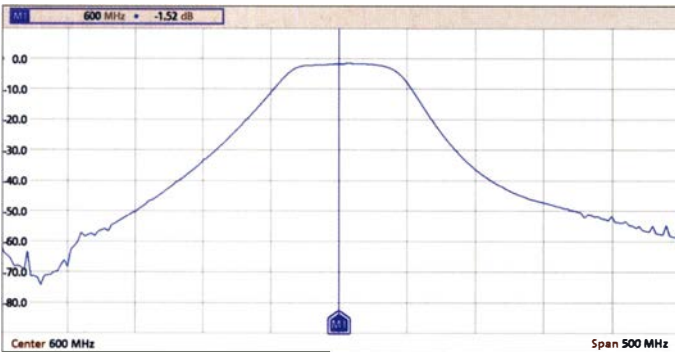
**Bild 11:** Pegelmessung wie in Bild 9, aber mit einer Darstellungsbreite von 1 MHz anstatt 10 MHz  
Foto und Screenshots: DL2EWN



sung ist aus Bild 10 ersichtlich. Es wurde ein Pegel von etwa 0,6 dBm angezeigt. Da die Hundertstel Dezibel in der Praxis keine Aussagekraft besitzen, ergab sich ein Unterschied beider Pegelmessungen von 0,5 dB. Dies ist sicher ein gutes Ergebnis für ein solches Eigenbau-Messgerät.

In Bild 11 ist der Ausgangssignalpegel des HP831 mit einer Darstellungsbreite (*Span*) von 1 MHz zu sehen. Der deutlich erkennbare Rauschsockel stammt aber nicht vom HP831 oder vom Umsetzer, sondern vom Phasenrauschen des FPC1500.

Als interessant erwies sich auch das Ausgangssignal eines anderen Generators, der auf Ebay als Kompletterät mit der Artikelbezeichnung *RF signal generator 140 MHz – 4400 MHz* angeboten wurde. Dort



waren Störsignale in unmittelbarer Nähe des Nutzsignals erkennbar, die allerdings etwas im Phasenrauschen untergingen. Beim Einsatz eines solchen Generators ist also Vorsicht geboten!

**Messung eines Zweitonsignals**

Die für mich interessantere Messung war die eines Zweitonsignals. Die Mittenfrequenz sollte 2401 MHz betragen. Den Frequenzabstand habe ich mit 2 MHz gewählt, dies bedeutet  $f_1 = 2400$  MHz und  $f_2 = 2402$  MHz. Beide Signalpegel betragen  $-10$  dBm. Damit Intermodulationsprodukte besser erkennbar waren, habe ich die Messsignalqualität etwas verschlechtert.

Zunächst erfolgte die Zweitton-IM-Messung mit dem FPC1500, Bild 12. Danach kam die Frequenzerweiterungsbaugruppe mit dem DSA815-TG als Nachsetzer zum

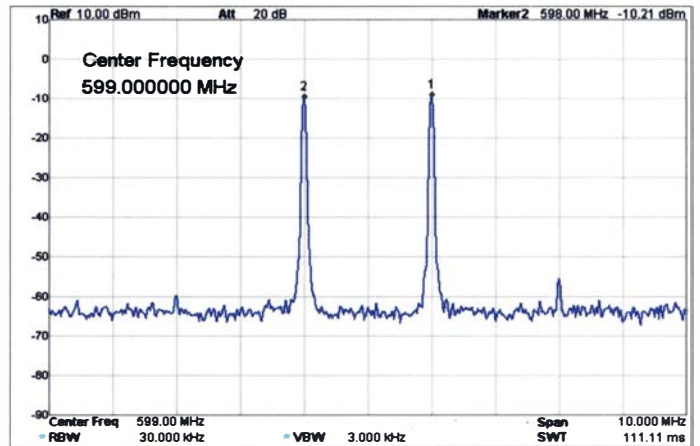
**Bild 13:** Pegelmessung wie in Bild 12, aber mit DSA815-TG und Vorsatzgerät

Einsatz. Das Ergebnis der IM-Messung ist in Bild 13 dargestellt.

Beide Messergebnisse ähneln sich sehr. Es sind also Zweittonmessungen mit guter Genauigkeit möglich. Wie schon betont, sollte man aber auf den maximal zulässigen Zweittonpegel von je  $-10$  dBm achten. Bei höheren Pegeln wird nicht gleich etwas zerstört, aber die IM-Werte steigen an und es entstehen Fehlmessungen. Bei einem Zweitonsignal von  $2 \times 0$  dBm wird jedoch immer

**Bild 12:** Direkte Zweitonsignalmessung mit  $2 \times -10$  dBm mittels FPC1500

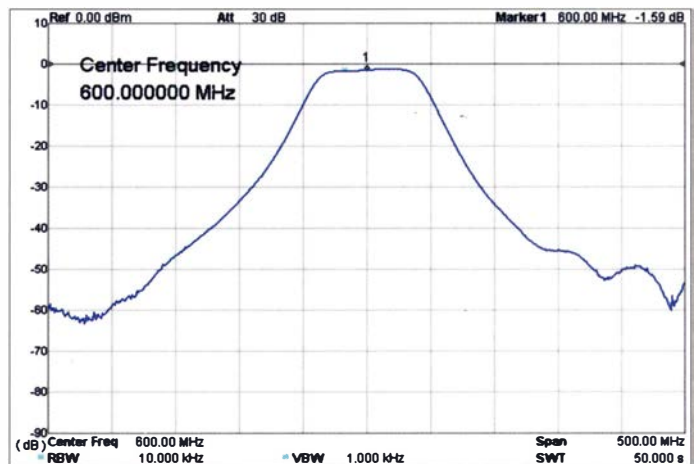
ten. Den TG-Teil des Vorsatzgeräts habe ich für einen Eingangspegel von  $-10$  dBm entwickelt. Dies bedeutet, dass am DSA815-TG der Pegel des eingeschalteten Tracking-Generators auf  $-10$  dBm einzustellen war.



**Bild 14:** Referenzmessung eines 2,4-GHz-Bandpassfilters mit FPC1500 und Vorsatzgerät

Da im Frequenzbereich von 2400 MHz  $\pm 200$  MHz gemessen werden sollte, war am DSA815-TG eine Mittenfrequenz von 600 MHz einzustellen sowie eine Darstellungsbreite (*Span*) von 400 MHz.

Nun wurde der Tracking-Ausgang des Vorsatzgeräts mit dessen Analyseingang über ein dämpfungsarmes Koaxialkabel verbunden. Die Bildschirmanzeige des DSA815-TG war dann nach einem Messdurchlauf von einer Amplitudenkalibrierung noch weit entfernt. Damit sich dies änderte, war am DSA815-TG die Funktion *Normalize* einzuschalten. Das Gerät glied nun die Amplitudenunterschiede mithilfe interner mathematischer Funktionen aus.



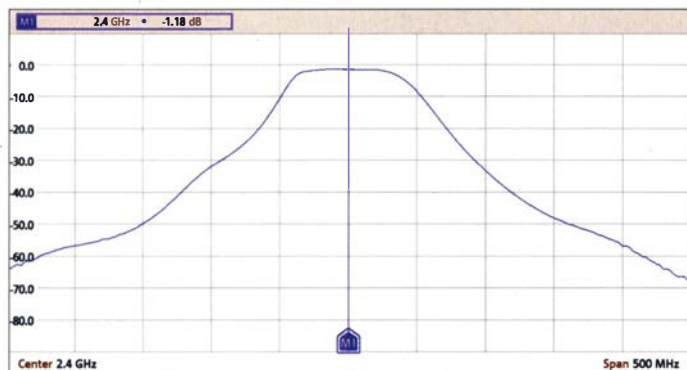
**Bild 15:** Messung wie in Bild 17, aber mit DSA815-TG und Vorsatzgerät

noch ein IM-Abstand von 45 dB erreicht. Der Analyseteil des Vorsatzgeräts arbeitet in diesem Fall also einwandfrei.

**Test des Tracking-Signalkonverters**

Eine wichtige Voraussetzung für den Test ist die Kalibrierung des Ausgangspegels, beim DSA815-TG auch *Normalisierung* (engl. *Normalize*) genannt. Dazu war das Vorsatzgerät mit dem DSA815-TG zu verbinden und dessen Tracking-Generator einzuschal-

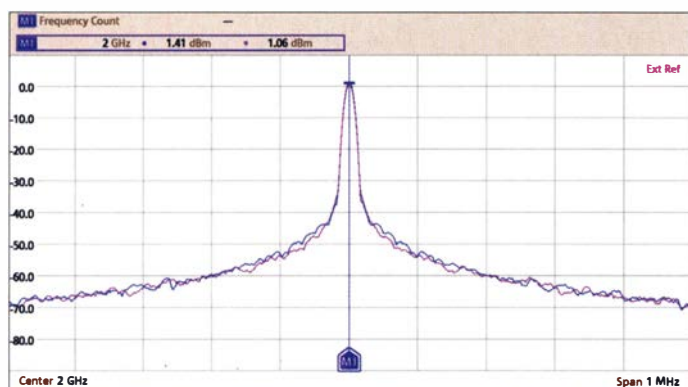
Jetzt zeigte der Bildschirm eine gerade Amplitudenlinie im Frequenzbereich von 600 MHz  $\pm 200$  MHz. Nun konnten Frequenzgänge von selektiven Bauteilen im Frequenzbereich von 2400 MHz  $\pm 200$  MHz ermittelt werden, da das Vorsatzgerät 2400 MHz auf 600 MHz für den DSA815-TG umsetzt. Grundsätzlich ist auch eine Darstellungsbreite größer oder kleiner 400 MHz möglich, ich habe diesen Wert hier nur als Beispiel verwendet.



### Filtermessung

Als Messobjekt kam zunächst das 2402-MHz-Bandpassfilter zum Einsatz, das in Bild 1 im ersten Teil des Beitrags zu sehen ist. Dessen Durchlass- und Sperrdämpfung ist aus Bild 14 ersichtlich. Hier wurde mit Vorsatzgerät und FPC1500 gemessen.

Das Ergebnis der gleichen Messung, aber dieses Mal mit Vorsatzgerät und DSA815-TG, zeigt Bild 15. Bei einer angezeigten Mittenfrequenz von 600 MHz (entspricht 2400 MHz Messfrequenz) war die Filterdämpfung mit 1,52 dB und 1,59 dB praktisch gleich hoch. Beim FPC1500 ohne Vorsatzgerät sah das Messergebnis so aus, wie in Bild 16. Hier betrug die Durchlassdämpfung 1,18 dB und wich damit nur geringfügig von den vorhergehenden Messungen ab.



### Dämpfungsmessung

Hier habe ich die Dämpfung eines 20-dB-Dämpfungsglieds von *Huber & Suhner* bei 2400 MHz ermittelt. Es wurde mit Vorsatzgerät und FPC1500 gearbeitet. Das Ergebnis in Bild 17 spricht mit einem Wert von 20,08 dB für sich.

### Phasenrauschen des 3-GHz-Oszillators

Die Baugruppe mit ADF5355, die als Überlagerungsozillator bei 3 GHz arbeitet, weist – wie alle Oszillatoren – ein Phasenrauschen auf. Dieses könnte bei bestimmten Messobjekten Probleme bereiten. Ich habe deshalb das Phasenrauschen des ADF5355-Signals mit dem meines vom Hersteller HP als *rauscharm* bezeichneten HF-Generators verglichen. In Bild 18 ist

**Bild 17:** Ergebnis der Messung des hochwertigen 20-dB-Dämpfungsglieds

das Ergebnis in Form praktisch gleicher Messwerte zu sehen, der FPC1500 lässt bessere nicht zu.

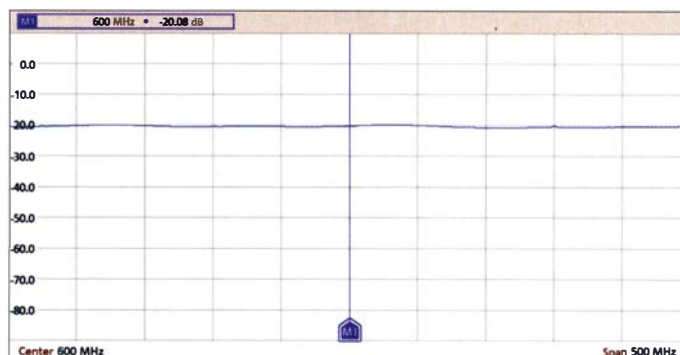
Für mich erwies sich damit der verwendete 3-GHz-Oszillator als gut brauchbar. Noch rauschärmer wäre eine Oszillatorsignalaufbereitung, wie sie auch in hochwertigen 13-cm-Umsetzern zur Anwendung kommt.

### Spektrumsmessung

Zum Abschluss zeige ich noch ein Beispiel, das den großen messtechnischen Wert des Vorsatzgeräts verdeutlicht.

**Bild 16:** Direkte Messung des Dämpfungsverlaufs des 2,4-GHz-Bandpassfilters mit FPC1500

Nutzfrequenz zeigen sich etliche unerwünschte Signale, deren Ursache die 25-MHz-Referenzfrequenz ist. Hier könnten ein optimiertes Platinen-Lay-out oder zusätzliche Layer möglicherweise Verbesserungen bringen.



**Bild 18:** Vergleich des Phasenrauschens von Referenzgenerator und ADF5355-Baugruppe

### Schlussbemerkungen

Ohne die großzügige Ausleihe des FPC 1500 wäre mir die Entwicklung des Vorsatzgeräts nicht möglich gewesen. Mein Dank dafür gilt Herrn Stefan Stahuber von *Rohde & Schwarz*.

Es hat sich gezeigt, dass ein 3-GHz-Spektrumanalysator FPC1500 von R&S durch DSA815-TG und Vorsatzgerät nicht vollwertig ersetzt werden kann. Es lassen sich jedoch viele Messungen mit ausreichender Genauigkeit im Frequenzbereich von 1500 MHz bis 2990 MHz durchführen. Die umfangreichen Einstellmöglichkeiten des DSA 815-TG bleiben auch im erweiterten Frequenzbereich erhalten.

Beim Bau der Konverter ist sorgfältiges Löten erforderlich. Dies gilt besonders für Mischer und Tiefpass- bzw. Hochpassfilter.

**Bild 19:** Ausgangsspektrum eines preisgünstigen Generators mit ADF4350

Die preiswerten Synthesizer-Baugruppen mit ADF4350 bzw. ADF4351 werden oft für Oszillatorzwecke benutzt. Es ist dabei aber zu beachten, dass diese kleinen Platinen auch Nachteile haben, die ihre Brauchbarkeit in Frage stellen können.

In Bild 19 ist das Ausgangsspektrum einer Platine mit dem ADF4350 bei einer Frequenz von 2400 MHz (Anzeigewert 600 MHz) und einer Darstellungsbreite von 120 MHz zu sehen. Aufgenommen wurde es mit Vorsatzgerät und FPC1500. Im Abstand von 25 MHz und Vielfachen von der

Am Nachbau Interessierte finden die Bestückungspläne im Download-Bereich auf [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de). Die unbestückten Platinen sind bei [4] erhältlich und haben die Bestellnummer PLS-10.

[harald.arnold@yahoo.de](mailto:harald.arnold@yahoo.de)

### Literatur und Bezugsquelle

- [4] FA-Leserservice, Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94 72; [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) → *Online-Shop*
- [5] Arnold, H., DL2EWN: Test von Verstärkermodulen für den QO-100-Uplink. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 3, S. 258 ff.; H. 4, S. 338 ff.

# Ansteuerung von Transvertern mit dem Icom IC-705

STEFFEN BRAUN – DJ5AM

Bei Transvertern für die Gigahertz-Bänder stößt die Frequenzkonstanz an Grenzen, sodass dort die Spektrumanzeige des Icom IC-705 zur Bandbeobachtung äußerst nützlich ist. Die vorgestellte Lösung beschreibt eine elegante Erweiterung zum Steuertransceiver – ohne Eingriff ins Gerät.

Die Transverter setzen Frequenzen im Gigahertz-Bereich meist auf 144 MHz oder 432 MHz um. Wegen der hohen Kabeldämpfung befindet sich der Transverter nahe der Antenne. Neben einem Koaxialkabel vom Transceiver zum Transverter wird ein PTT-Signal zum Umschalten von Empfang auf Senden benötigt. Es ist üblich, das als positives Gleichspannungssignal gemeinsam mit dem HF-Signal über das Koaxialkabel zu übertragen (Bild 2).

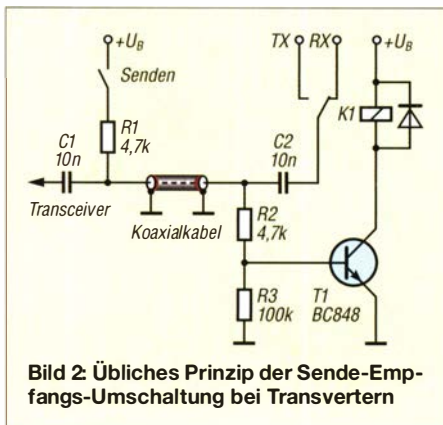
## ■ Vorteile des IC-705 als Steuertransceiver für Transverter

Im Mikrowellenbereich, wo die Oszillatorfrequenzen enorm vervielfacht werden, ist die exakte Frequenzeinstellung durch Drift und andere Abweichungen oft problematisch. Vereinbarte Kontakte können scheitern, wenn beide Stationen die Frequenz nicht genau treffen. Die Spektrumskop-Anzeige des Icom IC-705 ist hierfür und für die Bandbeobachtung von entscheidendem Vorteil.



**Bild 1:** Seitlich am Icom IC-705 montiert, erweckt die Schaltbox den Eindruck, als ob sie von Haus aus dazugehöre.

Fotos: DJ5AM



**Bild 2:** Übliches Prinzip der Sende-Empfangs-Umschaltung bei Transvertern

Alle Mikrowellentransverter von DB6NT [1] oder LZ5HP [2] verfügen über eine solche Umschaltmöglichkeit. Am Steuersender ist hierfür eine kleine Änderung erforderlich. Beim betagten Icom IC-202 ist lediglich ein Widerstand einzulöten; beim Yaesu FT-817 sind die Zuleitung zur Antennenbuchse aufzutrennen und ein Widerstand nebst Kondensator einzufügen. Wer die Modifikation scheut, kann die Steuerung beispielsweise mit einer Zusatzbox nach DF5SL realisieren [3].

direkt aus einem Speicher im TRX ausgeben.

Weiterhin benötigen Transverter eine Steuerleistung von höchstens 0,5 W bis 2,5 W. Über das Menü *Set* → *Function* → *Max Tx Power* lässt sich die maximale Leistung im IC-705 einstellen. Diese wird auch bei der Umstellung von Akkumulatorbetrieb, z. B. 7,2 V, auf externe Stromversorgung, wie 13,8 V, eingehalten. Am Power-Knopf des Transceivers ist die Leistung bis zum eingestellten Grenzwert veränderbar.

## ■ Realisierung des Umbaus

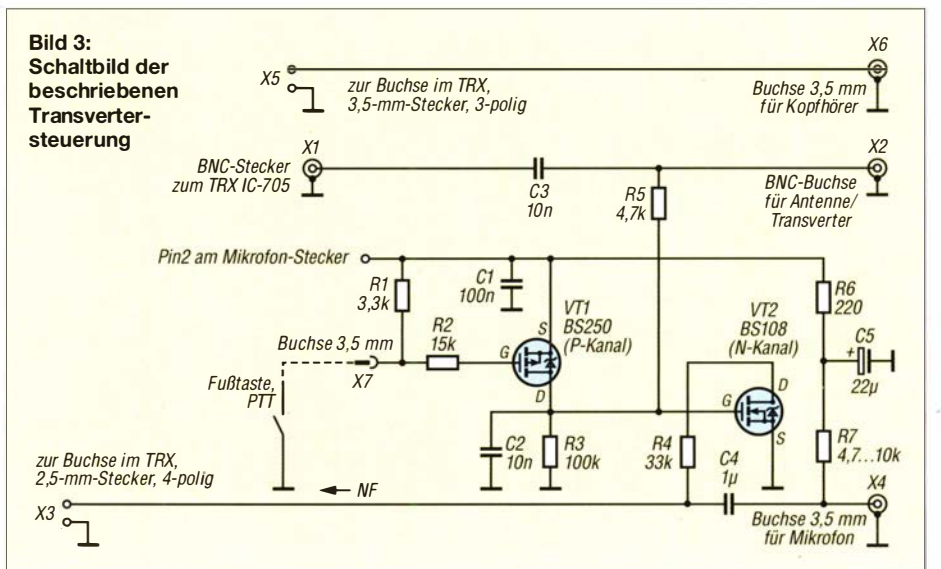
Ein kurzer Blick ins Innere des Transceivers offenbart: Es gibt mehrere Leiterplatten und Abschirmungen, die zu demontieren wären, um an die BNC-Buchse zu gelangen. Ohne Serviceunterlagen wollte ich aber das Gerät nicht zerlegen und einen Punkt finden, bei dem eine Gleichspannung beim Senden zugeschaltet wird. Um zudem die Gewährleistung nicht zu gefährden, habe ich mich für eine externe Lösung entschieden.

## Lautsprechermikrofon HM-243

Für das Einspeisen des PTT-Signals muss man auf die Mikrofonbuchse zurückgreifen. Der vierpolige 2,5-mm-Stecker des Mikrofons hat folgende Anschlussbelegung: (1) Mikrofon und PTT (Spitze), (2) +3 V oder +8 V, (3) Sondertasten und (4) GND. Bild 6 zeigt die Innenbeschaltung des Mikrofons [4].

Die PTT-Taste schaltet auf der Mikrofonleitung einen 33-kΩ-Widerstand gegen Masse. Damit geht der Transceiver auf Senden. Der Widerstandswert ist unkritisch, selbst 100 kΩ genügen bei mir. Die vier Sondertasten werden über die vorgeschalteten Widerstände erkannt, sind aber für unsere Anwendung ohne Belang. Der 3,5-mm-Stecker entspricht üblichen Kopfhörersteckern. Im Menü des TRX ist

Für den Yaesu FT-817 gibt es sogar Erweiterungen wie Sprach-Sendespeicher („Papagei“, FA-Bausatz BX-184) oder Dynamikkompressor (FA-Bausatz BX-817). Über derartige Funktionen verfügt der IC-705 bereits von Haus aus. Darüber hinaus lässt sich ein CQ-Ruf auch in CW



**Bild 3:** Schaltbild der beschriebenen Transvertersteuerung



Bild 4: Schaltbox, am IC-705 fertig montiert

die Buchse konfigurierbar für 8- $\Omega$ -Lautsprecher oder Stereo- bzw. Mono-Kopfhörer.

### Elektrische Realisierung

Die Schaltung gemäß Bild 3 besteht aus einem HF-, einem NF- und einem Steuerungsteil. Von X1 wird das HF-Signal über einen Kondensator entkoppelt und mit dem PTT-Signal über R5 zu X2 geleitet.

Ich stellte mir die Frage, ob die Modifikation des HF-Zweigs zu einer Verschlechterung der SWV-Anzeige, insbesondere im KW-Bereich, führt. An der BNC-Buchse des Transceivers schloss ich einen BNC-T-Adapter mit zwei Abschlusswiderständen an. Zwei parallelgeschaltete 50- $\Omega$ -Widerstände entsprechen  $s = 2$ . Weder bei den KW- noch VHF-/UHF-Bändern wird ein exakter Wert angezeit.

Die notwendige Versorgungsspannung entstammt der Mikrofonbuchse des TRX. Das Originalmikrofon benötigt zur Speisung 3 V. Die Spannung an Anschluss 2 der Mikrofonbuchse lässt sich im Menü auf 8 V umstellen.

An X4 kommt ein Elektretmikrofon, wie es bei den meisten Kopfhörergarnituren Verwendung findet. Diese Mikrofone benötigen zum Betrieb eine Phantomspannung, die hier mit den +8 V über R7 realisiert wird. R6 und C5 ( $\geq 22 \mu\text{F}$ ) dienen zur Glättung der Speisespannung. Hinter dem Entkopplungskondensator C4 erzeugen R4 und der N-Kanal MOSFET VT2 als Schalter das PTT-Signal.

Geht X7 über die PTT- oder Fußtaste auf Masse, schaltet der P-Kanal-MOSFET VT1 durch und die +8 V liegen an R5 und dem Gate von VT2 an. Zwischen X5 und X6 verläuft das Lautsprechersignal ohne weitere Eingriffe weiter.

### Mechanische Realisierung

Auf der linken Seite des TRX befinden sich die BNC-Buchse, die Buchsen für Kopfhörer und Mikrofon sowie eine Masse-schraube. Die Abdeckung der Audiobuchsen wird abgeschraubt. Die SD-Karte steckt man am besten gleich ein; der Zugang zu ihr ist nur noch im Falle eines Softwareupdates erforderlich. Auf der Masseschrau-

be befestigen wir ein Kleingehäuse 72 mm  $\times$  50mm  $\times$  28mm (Bild 4).

Zur passgenauen Anfertigung der Bohrungen empfiehlt sich eine Bohrschablone aus einem Stück Transparentpapier. Für die BNC-Buchse ist ein 10-mm-Loch hineinzuschneiden und die Bohrungen für die Audiobuchsen und die Masseschraube sind zu markieren. Die Markierungen überträgt man auf das Unterteil (Teil ohne durchgehende Schraubenöffnungen!) und bohrt sie mit einem Stufenbohrer auf. Die 3,5-mm- und 2,5-mm-Stecker müssen ohne Hülle passen. Audiostecker mit Metallhüllen sind wegen des größeren Durchmessers schlechter geeignet.

Die Gehäuseunterseite liegt nicht plan auf. Gummipuffer o. ä. dienen als Abstandhalter zwischen IC-705 und Kleingehäuse.

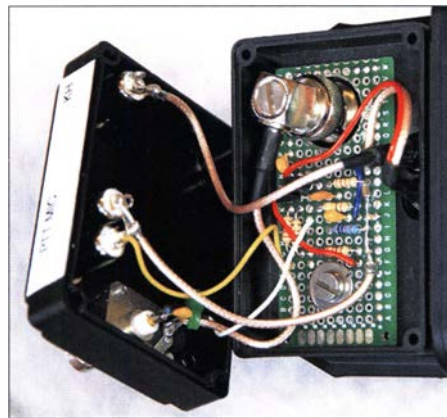


Bild 5: Draufsicht auf die mittels Masseschraube links am IC-705 fixierte Box, Deckel abgenommen

Eine passend zugeschnittene Universalleiterplatte nimmt die Bauelemente für die Steuerschaltung auf. Durch die Lötäugen liegt die Platine nicht mehr genau auf dem Gehäuseboden. Deshalb habe ich auf der Unterseite der Leiterplatte eine Unterlegscheibe als Abstandhalter für die Masseschraube geklebt. Sowohl für den HF-Teil als auch für die NF-Strecke habe ich PTFE-Koaxialkabel RG316 wegen der guten Lötbarkeit verwendet (Bild 5).

Das Material des Deckels ist für die Schraubgewinde der 3,5-mm-Buchsen et-

was dick. Von der Innenseite habe ich mit einem Bohrer vorsichtig die Löcher ange-senkt. Auch waren im Inneren einige Stege mit einem scharfen Stechisen zu entfer-nen.

Durch die „Verlängerung“ des Lautspre-cherausganges ist der interne Lautsprecher leider dauerhaft stillgelegt – dies ist ein entscheidender Mangel meines Umbaus. Daher sind folgende Änderung zu empfeh-len: Die Box an der Stelle des Lautsprecher-ausgangs unten und gegenüber oben auf-bohren – somit entfallen der Stecker und die 3,5-mm-Buchse im Deckel. Der Kopf-hörerstecker kommt nun direkt in die ori-ginale Kopfhörerbuchse. Da dies mit den üblichen Steckern nicht gelingt, hilft ein Adapter 3,5-mm-Mono (Stecker) auf 3,5-mm-Stereo (Buchse) als Verlängerung.

### Neues Lautsprechermikrofon

Entweder man nutzt den Transceiver mit einer Sprechgarnitur mit 2  $\times$  3,5-mm-Steckern und einer Fußtaste oder verwendet ein Lautsprechermikrofon. Diese sind für wenige Euro zu bekommen. In Bild 1 ist ein Mikrofon von einem Handfunkgerät zu sehen, dessen akustische Leistung im Lautsprecherbetrieb mich aber nicht zu-friedenstellt. Weiterhin habe ich ein Hand-mikrofon HM-36 aus China umgebaut. In diese preiswerte Variante lässt sich eine 36-mm-Lautsprecherkapsel einkleben. Der Stecker wurde in beiden Fällen abge-schnitten und durch drei 3,5-mm-Audio-stecker ersetzt.

### Fazit

Die kleine Box erweitert den Icom IC-705, ohne dass um den Transceiver diverse Zu-sätze „herumbaumeln“. Da kein Eingriff in das Gerät erfolgt, ist ein sauberer Rück-bau durch Lösen der Masseschraube jeder-zeit möglich.

[dj5am@dj5am.de](mailto:dj5am@dj5am.de)

### Literatur und Bezugsquellen

- [1] <https://www.kuhne-electronic.de>
- [2] <http://www.sg-lab.com/amateur.html>
- [3] [https://bergtag.de/technik\\_27.html](https://bergtag.de/technik_27.html)
- [4] [https://groups.io/g/RSGB-Workshop/topic/ic\\_705\\_mic\\_interface/77385619](https://groups.io/g/RSGB-Workshop/topic/ic_705_mic_interface/77385619)

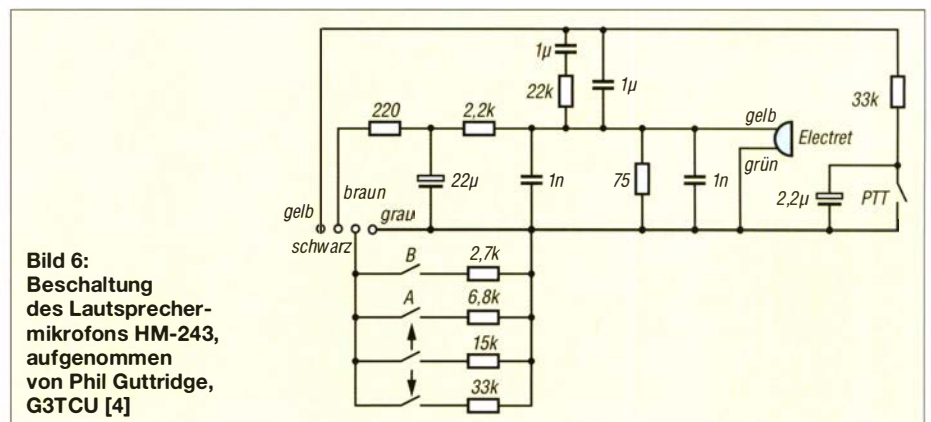


Bild 6: Beschaltung des Lautsprechermikrofons HM-243, aufgenommen von Phil Guttridge, G3TCU [4]

# Erfolgreiches Lichtsprechen über 103 km mit LED-Sendern

JÖRG BRÄUTIGAM – DL3ARM

Dass sich mit optischer Sende- und Empfangstechnik große Entfernungen überbrücken lassen, ist seit längerem bekannt. Im Folgenden geht es um einige beachtenswerte Erfolge, die erst vor einigen Monaten mit LED-bestückten Sendern erzielt wurden, sowie um Details der dabei verwendeten Technik.

Basierend auf den Erfahrungen mit der Technik von DC6UW und DC0LB sowie aus [1] führte eine kleine Schar von Funkamateuren Experimente durch, um herauszufinden, über welche Entfernungen selbst mit einer LED und relativ geringem Flussstrom Verbindungen möglich sind.

## ■ Ereignis

16. Mai 2020: Es ist soweit! Nach jahrelangen Vorbereitungen und am Ende der Anreise nach diversen Umleitungen auf den Straßen im Erzgebirge erreichen Dieter Schwandt, DC0LB, und ich, DL3ARM, um 19.30 Uhr den Fichtelberg, Bild 2. Norbert Wrede, DC6UW, und Eberhard Noll, DL9WNM, sind bereits seit etwa 19 Uhr

befinden sich die Stationen von Dieter und mir noch im Aufbau. Als Dieter fertig ist, ergeht die Bitte um ein Blinksignal an Norbert. Kurze Zeit später höre ich Dieters Worte: „Ich sehe ihn!“

Nun geht alles recht schnell. Zwischen den Stationen werden Rapporte für die Sendarten Blinklicht, 1 kHz Ton, AM (Basisband) und FM (mit Hilfsträger 25 kHz) ausgetauscht. Erwartungsgemäß am stärksten sind die Signale der mit Fresnellinsen (300 mm x 400 mm, Brennweite 700 mm) ausgerüsteten Stationen von Norbert und mir.

Dieters 192-mm-Optik und Eberhards Empfänger mit 200-mm-Linse liefern in allen Sendarten sehr gute Ergebnisse. Etwas



**Bild 1:**  
V.l.n.r.: Fernglas von DC6UW, DC6UW stehend und am Boden sein Opto-Transceiver, Empfänger von DL9WNM, 24/47-GHz-Station von DC6UW und Opto-Sender von DL9WNM

Foto: DL9WNM

auf dem Liebschützberg bei Oschatz und warten auf den „Startschuss“.

Norbert hat seine Station für 47 GHz bereits aufgebaut und auch Dieter beginnt damit nun unverzüglich. Nach recht kurzer Zeit und kleineren Problemen auf dem 70-cm-Rücksprechkanal steht die Verbindung auf der parallel errichteten 47-GHz-Strecke in SSB. Beide Stationen sind bereits in Schleswig-Holstein auf eine Entfernung von 70 km getestet, nun ist das angestrebte Ziel von 100 km erreicht. Es folgen diverse Tests auf 47 GHz.

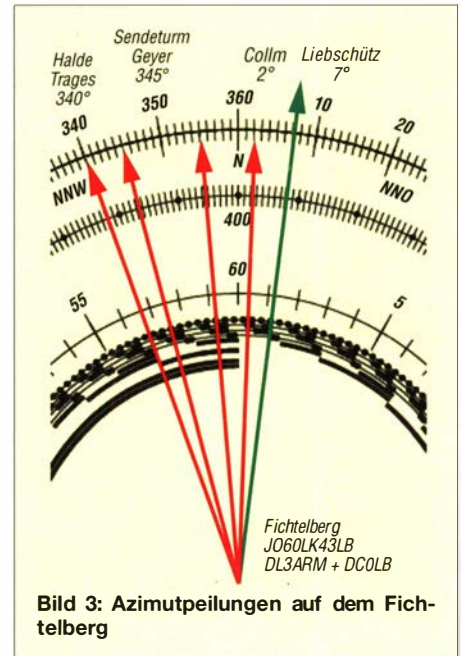
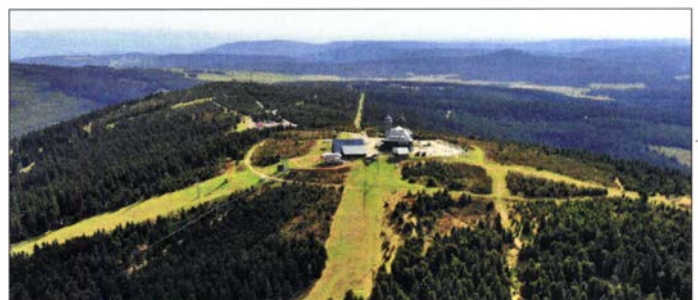
Auf dem Liebschützberg sind bereits zwei weitere Stationen aufgebaut, die der Kommunikation mit Licht dienen. Hier kommt statt der sonst üblichen Laser- jedoch LED-Technik zum Einsatz.

Eberhard und Norbert warten nach Beendigung der Experimente auf 47 GHz auf die Bereitmeldung vom Fichtelberg. Dort

„schwächer“ ist der Empfang an meiner Zweitstation, die mit einer Maksutov-Optik 100 mm x 1000 mm arbeitet. Aber auch hier gelingt die Übermittlung über eine Distanz von 103 km mit beiden Gegenstationen vom Liebschützberg.

Es folgen diverse Experimente und Beobachtungen sowie Ton-, Video- und Fotoaufnahmen, begleitet vom Interesse der an beiden Standorten zufällig anwesenden Zu-

**Bild 2:**  
Fichtelberg von oben, aufgenommen mit der Drohne von CB-Funker Michael Drauschke



**Bild 3:** Azimutpeilungen auf dem Fichtelberg

schauer. Mit fortschreitender Dunkelheit werden die Signale lauter. Zuletzt ist das 1-kHz-Signal aus dem nur noch mit einem Diodenstrom von 100 mA und meiner 100-mm-Linse betriebenen Sender von beiden Stationen auf dem Liebschützberg klar aufzunehmen.

Zu sehen ist der Lichtpunkt dort nur mit hoher Vergrößerung durch eine Videokamera oder ein Fernglas. Auch Norberts schwaches Signal mit 100 mA Diodenstrom kann am Fichtelberg noch sauber von Dieter empfangen werden. Alle Stationen ab mittlerer Leistung (1 A Diodenstrom) sind auf der Gegenseite mit bloßem Auge sichtbar.

Gegen 22.30 Uhr geht für alle Beteiligten ein erfolgreicher Tag zu Ende, die Technik wird verpackt und nach glücklicher Rückreise endet die Auswertung in JO61JF am nächsten Tag um 3 Uhr.

## ■ Technik

Es folgen einige Details der bei diesen Experimenten verwendeten Technik.

### Warum nicht Laser sondern LED?

Clint Turner, KA7OEI, beschreibt recht anschaulich die Probleme mit Signalstärkeschwankungen bei Laserstationen [2], [3]. Seine DX-Erfolge und die anderer Funk-

amateure mit LED-Technik sprechen für sich. Im praktischen Betrieb zeigte sich, dass der relativ breite Öffnungswinkel der hier vorgestellten LED-Sender von etwa  $\pm 0,5^\circ$  sehr zum schnellen Auffinden der Gegenstation beiträgt. Die Probleme hinsichtlich Blendgefahr sind bei Laserstationen größer.

Warum FM?

Die Erfahrungen zahlreicher Verbindungen über Entfernungen von 20 km bis 70 km, insbesondere wenn die Übertragungsstrecke teilweise über einer Wasserfläche liegt, zeigen die Schwäche der Amplitudenmodulation. Diverse Ungleichmäßigkeiten in der Luft der Verbindungsstrecke führen zu teils starken, die Verständlichkeit der Übertragung erheblich störenden Signalstärkeschwankungen. FM-Signale werden hiervon weit weniger beeinträchtigt. Der 25-kHz-Hilfsträger wurde gewählt, weil höhere Frequenzen beim Betrieb mit LED bereits zur „Verrundung“ des Signals führen. Aufgrund des klaren und

ruhigen Wetters am Testtag hat aber auch AM sehr gut funktioniert.

Navigation und Rücksprechkanal

Eine sorgfältige Vorbereitung und Standortsuche sind unerlässlich für den Erfolg derartiger Experimente. Alle Strecken wurden vorab mit Software, welche die Erdkrümmung mit einbezieht, untersucht. Zu allen Standorten erhielten die Teilnehmer bereits im Vorfeld erstellte Fotos sowie ausgearbeitete „Peilhilfen“. Einer der wichtigsten Punkte ist das Finden von geeigneten Referenzen für die Azimutbestimmung. In diesem Fall waren dies die Sendtürme der Rundfunkstationen Geyer und Oschatz (auf dem Collberg), Bild 3.

Sucherfernrohre mit Fadenkreuz und beleuchtetem Absehen erleichtern sowohl das Anpeilen der Referenzen als auch das Anvisieren der Gegenstation.

Aufgrund möglicher Zeitverzögerung sind Smartphone und Verbindungen über Re-laisfunkstellen für Rückmeldungen eher

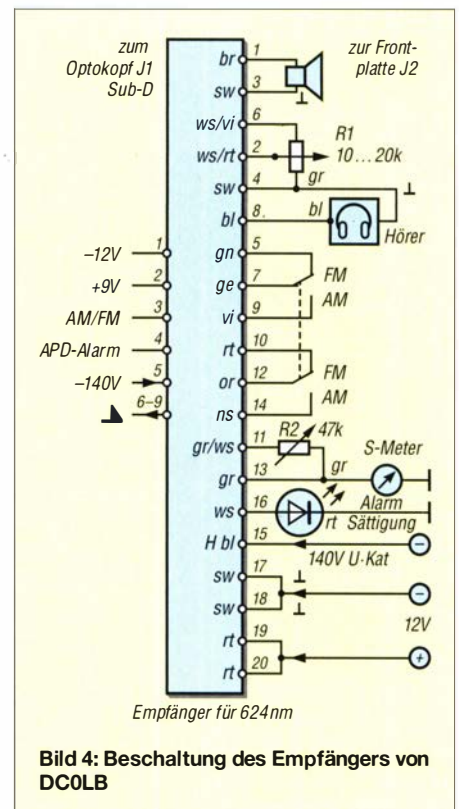


Bild 4: Beschaltung des Empfängers von DC0LB

Überblick über die verwendete Technik

DC0LB	
Optik	Eintrittsöffnung 192 mm, Brennweite 250 mm, Lichtstärke 1,3, Maksutov-System aus Glas, RX/TX-Umschaltung durch mechanischen Schlitten mit Motorantrieb
RX	Avalanche-Fotodiode Mitsubishi, 2 mm Durchmesser, kollimierter Empfangslichtstrahl, optisches Filter für 625 nm $\pm$ 15 nm
TX	LED, Phlatlight PT56

Navigation über Richtkreis am Stativ

DL9WNM	
RX-Optik	Eintrittsöffnung 200 mm Brennweite 360 mm, Linse aus Glas
RX-LED	Avalanche-Fotodiode AD800
RX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau
TX-Optik	100-mm-Barco-Projektor-optik
TX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau

Navigation  $\pm 4^\circ$ -Skala am Verstelldreieck

DL3ARM 1	
Optik	Eintrittsöffnung 300 mm $\times$ 400 mm, Brennweite 700 mm, Fresnellinse aus Kunststoff, RX/TX-Umschaltung mechanisch, Kreissegment, Handverstellung
RX	Avalanche-Fotodiode AD800, optisches Filter für 625 nm $\pm$ 15 nm
RX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau
TX-LED	Phlatlight PT39
TX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau

Navigation über Winkelmesser mit Fernrohr,  $\pm 4^\circ$ -Skala am Verstelldreieck

DC6UW	
Optik	Eintrittsöffnung 300 mm $\times$ 400 mm, Brennweite 700 mm, Fresnellinse aus Kunststoff, RX/TX-Umschaltung durch mechanischen Schlitten mit Motorantrieb
RX	Avalanche-Fotodiode Mitsubishi, 2 mm Durchmesser, optisches Filter für 625 nm $\pm$ 15 nm
TX	LED, Phlatlight PT56

Navigation über Drehgeber und Digitalanzeige, optional differential GPS

DL3ARM 2	
RX-Optik	Eintrittsöffnung 100 mm, Brennweite 1000 mm, Maksutov-System aus Glas
RX-LED	Avalanche-Fotodiode AD800
RX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau
TX-Optik	100-mm-Barco-Projektor-optik
TX-LED	CREE
TX-Elektronik	analog DC6UW, separater Aufbau

Navigation über Winkelmesser mit Fernrohr,  $\pm 4^\circ$ -Skala am Verstelldreieck

Alle Stationen arbeiten mit Licht im Bereich der Wellenlänge  $\lambda \approx 625$  nm (rot). Es werden Stativ aus der Vermessungstechnik o. ä. benutzt. Die Stromversorgung erfolgt aus Akkumulatoren. Alle Geräte verfügen über Zielfernrohre aus dem Jagd- bzw. Astronomiebereich.

- Betriebsarten sind an allen Geräten:
- Blinktakt 2 Hz mit 1-kHz-Rechteck-AM-Modulation
  - Messton 1 kHz, AM, Sinus
  - Telefonie AM-Basisband (300 Hz bis 4 kHz)
  - Telefonie FM mit Hilfsträger 25 kHz
  - Die Geräte von DL9WNM und DL3ARM sind auch sendeseitig CW-fähig.

ungeeignet. Bewährt hat sich eine direkte FM-Verbindung auf 70 cm mit kleinen Richtantennen. Hilfreich beim Ausrichten des Senders ist das Rückspielen des eigenen Signals durch die Gegenstation über den Rücksprechkanal.

Bei Einsatz eines Kompasses zur Justierung sind Ablenkungen durch Fahrzeuge etc. sowie die Missweisung (Deklination), welche in Deutschland etwa  $1^\circ$  bis  $4^\circ$  in östlicher Richtung beträgt, zu beachten. Das gilt auch bei der Verwendung von Kompass-Apps. Der alleinige GPS-Empfang mit dem Smartphone kann diese Probleme nicht ausgleichen. Apps mit „Sonnenverlauf“ sind hierbei schon etwas präziser. Bei fehlender Referenz ist die von Norbert aufgebaute Technik zur Peilung mittels Differential-GPS erste Wahl. Es lassen sich hiermit Genauigkeiten im Zehntelgrad-Bereich erzielen. Vorherige Übungen aller Beteiligten mit der Ausrüstung und auf kleineren Entfernungen sind wichtig, Bild 3 zeigt hierzu eine Hilfe.

Hilfsmittel und Hinweise

An die Temperatur von Höhenlagen angepasste Kleidung sollte selbstverständlich vorhanden sein. Unterhalb der Stationsausrüstung angebrachte LED-Streifen zur Beleuchtung der Standfläche helfen gegen Stolperfallen wie beispielsweise Akkumulatoren. Beleuchtung und auch Stirnlampen sollten jedoch keinesfalls mit Schaltelementen betrieben werden. Bei Tageslicht sind bei Bedarf Maßnahmen zur Dämpfung oder Verschattung nötig. Es

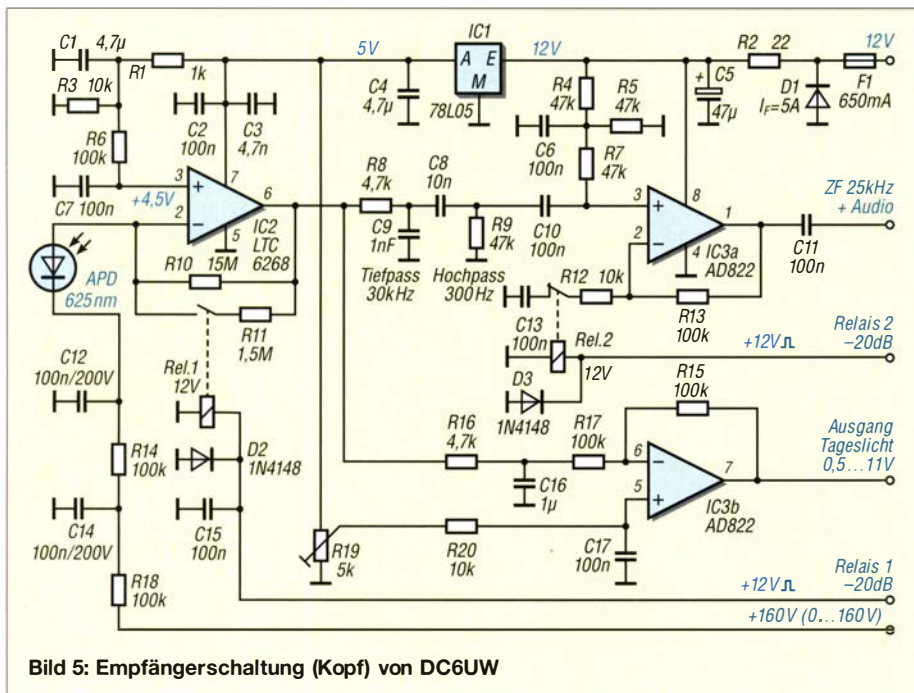


Bild 5: Empfängerschaltung (Kopf) von DC6UW

empfiehlt sich, darauf zu achten, dass die Stationen möglichst keine Teile haben, die verlorengehen können. Separaten Ferngläsern bzw. Fototechnik gönnt man am Besten ein extra Stativ. Norbert hat achsparallel auf seinem Transceiver eine Videokamera mit 25-fach-Zoom installiert. Diese lieferte wunderbare Bilder und Videos zur Erinnerung und Auswertung.

■ Schaltungsdetails

Nachfolgend werden die Schaltungen der von den Beteiligten verwendeten Stationen beschrieben.

Sender

An den meisten Sendern kommen fest eingebaute Elektret-Kapseln als Mikrofon zum Einsatz. So kann keines vergessen werden und Kontaktprobleme mit Steckern gibt es auch nicht. Ein Operationsverstärker übernimmt die Vorverstärkung, zwei weitere sind als Hoch- bzw. Tiefpassfilter für die Beschneidung des Sprachbandes zuständig. Mittels einer Relaischaltung kann zwischen Sprachmodulation und einem 1-kHz-Sinussignal für Messzwecke aus einem diskret aufgebauten Oszillator gewählt werden, Bild 7. Das AM-Signal moduliert den Strom des gekühlten Leistungs-FETs über einen Doppel-Operationsverstärker.

Ein Abwärtswandler liefert die Spannung für die LED verlustarm aus der 12-V-Betriebsspannung, wobei sich der Stromfluss durch die LED in drei Stufen anpassen lässt. Der Wandler besitzt einen als PTT genutzten Enable-Eingang. Die CMOS-PLL CD4046 ermöglicht die Erzeugung von Frequenzmodulation und steuert direkt den FET im Schalterbetrieb. Bei Aktivierung des Eingangs Blinkmodus wechselt die Sig-

nalfrequenz des CD4046 von 25 kHz auf 1 kHz. Ein CD4093 erzeugt einen 2-Hz-Takt, der den CD4046 steuert. Es ergibt sich ein 1-kHz-Blinksignal, das zum Auffinden der Gegenstation hilfreich ist.

Empfänger bei DC6UW

Die Empfänger bestehen aus einem „Kopf“ sowie einer ZF-NF-Einheit, die mechanisch ähnlich aufgebaut sind wie die Sender; jeweils in einem Weißblechgehäuse und mit Sub-D-Verbindung, Bild 5. Im Opto-Kopf befindet sich als Empfangselement eine mit einer einstellbaren Hochspannung von bis zu 160 V betriebenen Avalanche-Fotodiode (APD). Die erforderliche Hochspannung wird auf entsprechend bestückten Leiterplatten erzeugt. Ein LTC6268 verstärkt das Signal der APD. Der Wechselspannungsanteil durchläuft einen RC-Bandpass, durch den Operationsverstärker AD822 erfolgt nochmals eine Anhebung des Signalpegels. An beiden Operationsverstärkern ist

mittels eines Relais ein Dämpfungsglied mit 20 dB zuschaltbar.

Auch der Gleichspannungsanteil wird mit dem AD822 verstärkt. Im ZF-NF-Teil erfolgt mit einem JFET-Operationsverstärker TL082 sowie weiteren FETs die Regelung und Verstärkung. Nachgeschaltete LC-Glieder übernehmen die Filterung des AM- und FM-Signals. Über eine Transistorstufe und einen zusätzlichen Operationsverstärker wird Letzteres zur Demodulation einem CD4046 zugeführt.

Mittels Relaisumschaltung gelangt entweder das AM- oder das demodulierte FM-Signal an den Lautstärksteller. An seinem Ausgang befindet sich ein zuschaltbarer 1-kHz-Bandpass mit Operationsverstärker. Ein LM380 hebt das Signal auf die nötige Kopfhörer- oder Lautsprecherlautstärke an. Das AM-ZF-Signal liegt an einer AGC- sowie einer Verstärkerschaltung für das S-Meter. Diese arbeitet logarithmisch, sodass sich eine große Dynamik der Signalstärke anzeigen lässt. Eine FET-Schaltstufe steuert mit der Gleichspannung aus dem Kopf die Warn-LED Tageslicht. Diese Schaltung reagiert bei korrekter Einstellung auf den Durchbruch der APD bei zu großer Helligkeit. Mittels Zuschaltung des 20-dB-Dämpfungsglieds am ersten Operationsverstärker oder durch Bedämpfung der Optik lässt sich in diesem Fall gegensteuern. Die Ausgangsspannung dieser Schaltung kann auch einem analogen Messinstrument zugeführt werden.

■ Konzepte

Beim Transceiver von DC6UW sind alle Sende-Empfangs-Baugruppen zusammen mit der Optik in einem Gehäuse untergebracht. Da nur eine Linse verwendet wird, ist eine mechanische Verschiebung der Empfangs- bzw. Sendediode in den Brennpunkt erforderlich. Diese Aufgabe übernehmen ein Schrittmotor mit entsprechender Steuerung und ein Präzisionswagen. Ferner sind ein 70-cm-Mobilfunkgerät so-

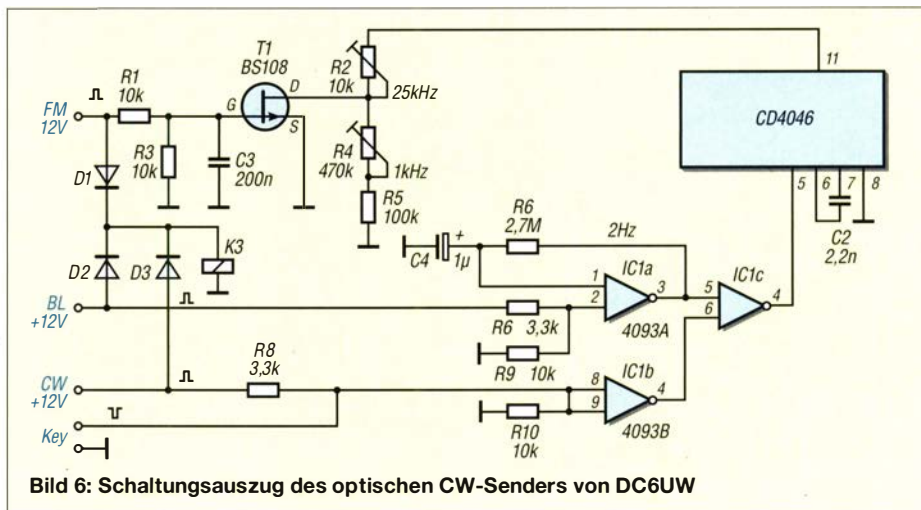
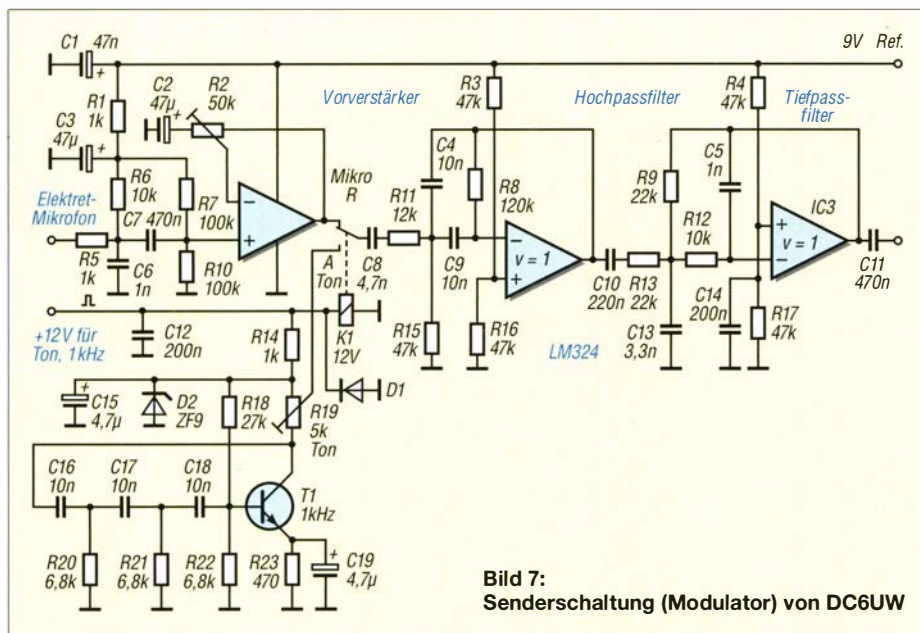


Bild 6: Schaltungsausgang des optischen CW-Senders von DC6UW





**Bild 7:**  
Senderschaltung (Modulator) von DC6UW

wie die Elektronik nebst Geber für die Azimutanzeige integriert. Die 70-cm-Antenne und eine Differential-GPS-Technik sind am Gehäuse montierbar. Die Beleuchtung für den Fußbereich ist unterhalb des Transceivers angebracht, eine weitere Lichtquelle an der 70-cm-Antenne erhellt die Umgebung. Die seitlich am Gerät angebaute Kladde ist ebenfalls beleuchtet. Alle LED-Anzeigen sind dimmbar.

Der Transceiver von DC0LB unterscheidet sich durch eine in einigen Details abweichende Elektronik. So wird der z. B. der Opto-Kopf mit positiver und negativer Spannung für die Operationsverstärker betrieben und als FM-Demodulator der IC XR2211 verwendet. Auf Dämpfungsschalter im Opto-Kopf wurde verzichtet. Die Azimuteinstellung erfolgt ohne Elektronik. Bild 4 zeigt die Verbindungen zwischen den Baugruppen.

DL9WNM arbeitet mit optisch, mechanisch und elektrisch getrennten Geräten für Sendung und Empfang. Ein Stativ für den Empfänger trägt die Optik mit dem Zielfernrohr sowie den Optokopf mit 9-poliger Sub-D-Verbindung. Hierüber ist die beim Betrieb auf dem Empfänger fixierte ZF-NF-Baugruppe mittels eines Computermouse-Kabels angeschlossen.

Ein weiteres Stativ ist für die Sendeoptik mit fest angebauter LED und Fernrohr vorhanden. Hier wird die Senderelektronik ebenfalls oben aufgelegt und über XT30-Steckverbinder an die LED angeschlossen. Beide Baugruppen sind mit separaten Stromquellen über XT60-Steckverbinder verbunden. Der Opto-Kopf sowie die Sende-Empfangselektronik entsprechen der von DC6UW verwendeten. In diesem Sender wurde die Schaltung um die Anschlussmöglichkeit

einer Morsetaste erweitert, Bild 6. Die Leiterplatten der Empfangs- bzw. Sendeelektronik sind in Weißblechgehäusen untergebracht und über einen Sub-D15-Verbinder an das jeweilige Gehäuse angeschlossen, welches die Bedienschalter, das Messgerät, Mikrofon und Anschlussbuchsen enthält.

Die Station ist duplexfähig. Gegensprechen erfolgt mit der Mobilstation im Fahrzeug. Mein Transceiver 1 ist mit der gleichen Linse aufgebaut wie der von DC6UW. Die Sende- und Empfangs-Umschaltung ist hier mittels eines einfachen Schwenkmechanismus realisiert. Dieser ist in einem Punkt drehbar gelagert. In seinem rechten bzw. linken Anschlag befindet sich der Opto-Kopf für den Empfang bzw. die LED für das Senden. Wie bei DL9WNM, wird die Sende-/Empfangselektronik angesteckt und auf den Transceiver gelegt. Eine verstellbare Platte vor der Linse dient als mechanischer Schutz und optisches Dämpfungsglied sowie der Verhütung von Brand bei Sonneneinstrahlung. Die 70-cm-Antenne ist am Gehäuse aufsteckbar. Azimut und Elevation werden nach dem Prinzip von DL2CH mittels einer kurzen Skala mit Gradeinteilung eingestellt. Zur Referenz-

peilung dient ein elektronischer Winkelmesser, auf dessen einem Schenkel ein zweites Zielfernrohr montiert ist.

Mein zweiter Transceiver ist eine Station mit zwei Optik-Einheiten auf einem Stativ. Es ist Duplexbetrieb möglich. Die untereinander austauschbare Sende- und Empfangselektronik von DL9WNM bzw. meines Transceivers und weitere können hier angesteckt werden. Die Antenne für Gegensprechen wird über eine Kunststoffklemme an einem Stativbein befestigt. Verstellmechanik und Peiltechnik entsprechen denen des Transceivers 1.

**■ Ausblick**

Da sich in unseren vorstehend beschriebenen Aktivitäten mit nur 100 mA Diodenstrom eine Strecke von 103 km überbrücken ließ, waren wir optimistisch, mit der zur Verfügung stehenden Technik noch größere Entfernungen überwinden zu können. So gelang uns dann auch am 3. Oktober mit 5 A bzw. 10 A Diodenstrom eine Verbindung zwischen dem Petersberg bei Halle (JO5IXO) und dem Fichtelberg im Erzgebirge (JO60LK). Die damit überbrückte



**Bild 9:** Blick über das Testgelände am Heimat-QTH von DC6UW. Der Lichtpunkt ist die Station von DC0LB aus wenigen Kilometern Entfernung und mit kleiner Leistung.  
Foto: DC6UW

Entfernung von 147 km könnte möglicherweise sogar Europarekord sein [4].

Über weitere Aktivitäten mit einer neuen, von DC6UW entwickelten, Sende- und Empfangstechnik werde ich demnächst berichten. Weitere Schaltbilder sind im Download-Bereich auf [www.funkamateure.de](http://www.funkamateure.de) zu finden. [www.qrz.com/db/dl3arm](http://www.qrz.com/db/dl3arm)

**Literatur**

- [1] Bräutigam, J., DL3ARM: Lichtsprechgerät aus Baugruppen samt Optik selbst gebaut. FUNK-AMATEUR 68 (2019) H. 8, S. 730-731
- [2] [www.modulatedlight.org/optical\\_comms/optical\\_index.html](http://www.modulatedlight.org/optical_comms/optical_index.html)
- [3] [youtube.com](https://www.youtube.com) → Suche: Ej895aQCJxs
- [4] <http://dl0rcp.bplaced.de/index.php/themen/88-licht-funk-lichtsprechen-lichtbaken/lichtfunk-147km>
- [5] Greil, P., DL7UHU: Zur gegenwärtigen Rechtslage für Amateurfunk oberhalb 300 GHz. FUNK-AMATEUR 53 (2004) H. 8, S. 861
- [6] Greil, P., DL7UHU: Kommunikation mit Laser bzw. Licht – ein Überblick. FUNKAMATEUR 50 (2001) H. 10, S. 1122-1125
- [7] Becker, J., DJ8IL: Lichtsprechgerät – mehr als ein Spielzeug. FUNKAMATEUR 54 (2005) H. 4, S. 360-363; H. 5, S. 468-471



**Bild 8:** Dieter Schwandt, DC0LB, an seiner Station auf dem Fichtelberg; im Hintergrund meine Stationen  
Foto: DL3ARM

# Reparatur eines 12-m-Kurbelmastes

STEFAN HERRMANN – DL4FNM

*Nach Auflösung der Nationalen Volksarmee (NVA) der DDR im Jahr 1990 kursierten auf Flohmärkten usw. Kurbelmasten aus der ehemaligen UdSSR, meist mit 12 m Länge, die sich bestens als Träger für Amateurfunkantennen eignen. Heute sind gelegentlich ähnliche Masten aus NATO-Beständen zu bekommen. Im Grunde sind diese nach dem gleichen Funktionsprinzip aufgebaut. Gemeinsam ist allen diesen Masten, dass sich die Seile bei Nichtbeachtung einiger Kriterien verklemmen können. Der Beitrag erklärt die Funktionsweise der Mechanik und gibt Hinweise zu Reparatur und Wartung.*

Im Frühjahr 2017 erwarb ich einen NVA-Kurbelmast, den ein anderer OM altershalber abgeben wollte. Dass ich diesen für portablen UKW-Contestbetrieb verwenden wollte, hielten einige OMs aus meinem OV



**Bild 1:** Die sechs Segmente voll ausgefahren

für unmöglich, da sie Probleme in Transport, Aufstellung und Fixierung des zentnerschweren Gebildes sahen. Dieses Problem konnte ich jedoch relativ fix lösen, was jedoch nicht Thema dieses Beitrags ist. Der Mast wurde rege zu Contesten genutzt. Anfangs war mir lediglich bekannt, dass er 12 m hochgekurbelt werden konnte, wenn man die Kurbel in die richtige Richtung dreht. Das Wie, Warum und Wieso waren alles Unbekannte. Eines war klar, der Mast durfte nie kaputt gehen, weil wir den bestimmt nicht repariert bekommen würden.

## ■ Das Unglück nimmt seinen Lauf

Dann kam ein UKW-Contest im Kyffhäusergebirge auf dem 473 m hohen Kulpenberg. Die Lage war sowieso schon angespannt, weil erstmalig eine 2×11-Element-

Yagi zum Einsatz kommen sollte, es immer noch Probleme im Testbetrieb gab und nicht klar war, ob die Antennenanlage für den Contest mit 750 W funktionieren würde. Nach dem aufreibenden Aufbau und sichtlich blankliegenden Nerven meinerseits kam der Super-GAU: der Mast ließ sich nicht hochkurbeln. Mehrere Versuche von Bernd, DL3AZI, Sabine, DO9FNM, und der brachialen Gewalt von mir brachten den Mast nur um 30 cm nach oben, danach ging gar nichts mehr. Noch einmal richtig drehen und es machte „knack“ – nun ging die Kurbel plötzlich ganz leicht. Es offenbarte sich schnell, dass ein Stahlseil gerissen war.

„Okay, das wars“, sagte ich spontan und war im Begriff, wieder einzupacken. Aber das wollten meine Mitstreiter dann doch nicht hinnehmen. Dank des 7 m hohen Aufbaus, der sich oben auf dem Mast befand, gelang es schließlich, den Wettbewerb sogar erfolgreich mit eingefahrenem Mast zu absolvieren. Nach dem Contest kam der Mast wieder in meinen Garten. Da er aber bereits defekt war, konnte man nicht mehr viel kaputtmachen und so entschied ich mich, ihn zu zerlegen und vielleicht wieder flott zu bekommen – ohne allerdings zu wissen, wie er überhaupt funktioniert.

Da ich mittlerweile von einer erfolgreichen Generalüberholung sprechen kann, habe ich auf den folgenden Zeilen ein kleines Tutorial zusammengestellt, wie es gelingt, so einen Kurbelmast ganz ohne



**Bild 2:** Zwei verschraubte Halbschalen umfassen jeweils die Übergangsstelle zwischen zwei Segmenten.

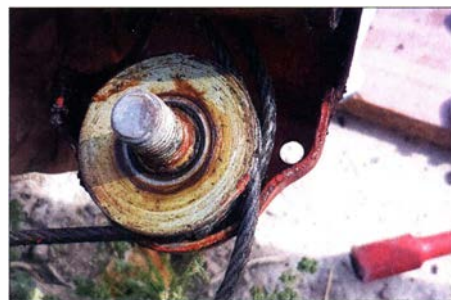
Angstschweiß zu zerlegen und eine Reparatur oder Generalüberholung vorzunehmen.

## ■ Zerlegen des Mastes

Da ich beim besten Willen nicht jeden einzelnen Schritt fotografiert habe, empfehle ich, beim Demontieren zusätzlich eigene Fotos und Notizen anzufertigen!

Der 12-m-Mast besteht aus einem Hauptrohr an seinem Fuß und sechs ineinander steckenden Segmenten. Als allererstes sind sämtliche Schrauben zu lösen. Sollten die so aussehen wie in Bild 2, dann ist es sinnvoll, sie durch neue zu ersetzen. Ich wollte mit Federringen arbeiten, daher mussten die neuen Schrauben länger ausfallen als die originalen. Die großen Muttern mit 23/24er Schlüsselweite sind hohl, da sich auf der anderen Seite ein Abschmiernippel befindet, der für das Abschmieren der darin befindlichen Lager zuständig ist. Für diese Muttern lässt sich nur schwer Ersatz besorgen – also nicht verbummeln! Grundsätzlich empfiehlt es sich ohnehin, alle Muttern und Schrauben zunächst aufzuheben und erst bei Vorliegen passenden Ersatzes zu entsorgen.

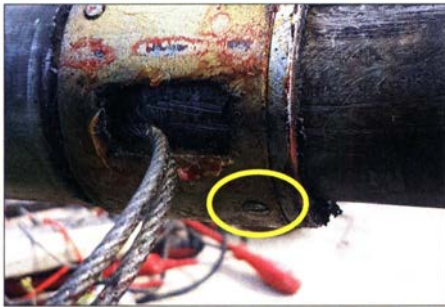
Besonderes Augenmerk ist darauf zu legen, dass die Seilrollen, die sich in der (in meinem Fall braunen) Schale am Ende jedes Segmentes befinden, s. Bild 3, weder verlorengehen noch beschädigt werden. Auf diese Rollen kommen wir gleich zu sprechen. Anzufangen wäre sinnvollerweise beim obersten Segment, also der Spitze. Sind alle Schrauben sowie das Stahlseil aus



**Bild 3:** Nach Abnehmen einer Halbschale wird die Seilrolle sichtbar.

der Schale gelöst, kommt eine solche Seilrolle zum Vorschein. Wie nun bereits zu erkennen, ist darin kein Hexenwerk verbaut, allerdings kann ich nur nochmals eindringlich darauf hinweisen, unbedingt Verlust oder Beschädigung zu vermeiden. Das gilt insbesondere für die Schraube und den Abschmiernippel, denn auch hier dürfte die Ersatzbeschaffung ein teures Spiel werden.

Die Abschmiernippel können getauscht werden, ich habe das allerdings nicht getan, da meine noch intakt waren. Lediglich vor dem Reinigen habe ich neues Fett eingepresst, um so das alte herauszubekom-



**Bild 4: Hauptrohr (links) und unterstes Segment**



**Bild 5: Unterstes Mastsegment separat**

men. Nach der Demontage und dem sorgsamem Ablegen kommt nun der nächste Schritt: Als kleinen Tipp gebe ich Ihnen mit auf den Weg, alle Teile in einen Eimer mit Waschbenzin, Aceton, Bremsenreiniger oder sonstige Entfetter einzulegen. Zwar muss man nicht sofort alles sauber machen, bei mir hat es sich aber angeboten, erst einmal alles einzulegen.

### ■ Wichtige Stahlseile

Aus Bild 4 könnte man schließen, dass zwei Seile aus dem Mast herauskommen; der Schein trügt, aber dazu später. Nun an den beiden Ösen vom Stahlseil ziehen und das zu demontierende Segment kommt heraus. Dann kommt der Anschlag, den gilt es jetzt zu demontieren, damit sich das Segment ganz herausnehmen lässt. Im genannten Bild ist eine Schraube gelb markiert. Das sollte auch die einzige lösbare Schraube sein. Diese kann man ggf. durch eine neue ersetzen. Nun sollte man den oberen Ring und mit ihm das gesamte Mastsegment herausnehmen können. Vorsichtig noch das Seil aus der Öffnung fädeln und schon ist das erste Segment demontiert.

Nachdem das Segment nun wie in Bild 5 ausgebaut ist, dürfte auch langsam das System klar werden, wie dieser Mast funktioniert. Und genau das begeistert mich an dieser russischen Technik, eigentlich sehr

simpel und fast „unkaputtbar“. Wer die alten Seile weiterhin benutzen möchte, sofern sie nicht verklemt waren, muss sich nicht weiter darum kümmern. Ggf. das Rohr und Stahlseil reinigen und das Seil neu einfetten.

### ■ Ersatz für die Stahlseile

Falls allerdings die Stahlseile ausgetauscht werden sollen, was zu einer Generalüberholung dazugehört, dann ist die Schraube, die auf diesem Bild erkennbar ist, zu lösen. Obacht: Unter der Schale, die auch auf dem Bild zusehen ist, ist eine Rolle verbaut, diese darf nicht abhanden kommen. Das Stahlseil bitte unbedingt noch aufheben, um die exakte Länge ausmessen zu können, damit die neuen Seile exakt passen.

Wie Bild 6 nun verrät, lag bei mir das Problem darin, dass das *Aufzugseil* von der Rolle abgesprungen ist. Es hat die Aufgabe, das erste innere Segment (von unten gezählt) nach oben zu heben, damit sich die darauffolgenden Ice gegenseitig ausfahren. Eigentlich hätte man das in 30 min reparieren können. Da ich weder das System noch den Grund für das Versagen kannte, habe ich mich dafür entschieden, alles komplett zu zerlegen und neu zu machen. Man sieht hier auch, dass dieses Seil um zwei Rollen fährt und dass es dicker als die anderen ist.

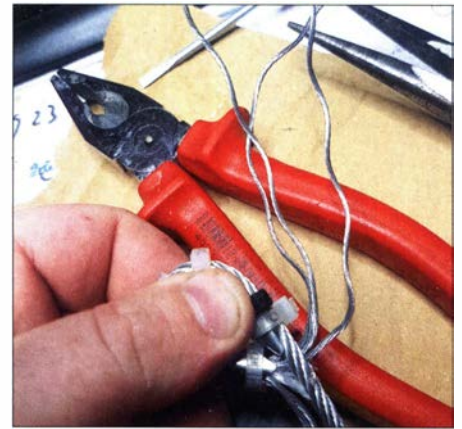
Das ist auch logisch, weil das Aufzugseil Schwerarbeit leisten und alle Ice sowie die Antennenanlage, Rotor etc. hochdrücken muss. Bei den anderen Stahlseilen habe ich 4 mm Durchmesser ermittelt. Bei 12-m-Masten sollte das Aufzugseil 6 mm Durchmesser haben. Ansonsten bitte messen und wenigstens 1 mm dazu rechnen, weil die Seile mit der Zeit durch die Zugkräfte dünner werden. In meinem Fall maß ich am gerissenen Seil 5 mm.

Im Grunde ist nun nur noch die Kurbel zu demontieren und das Aufzugseil zu entfernen. Alle Rohre, Rollen und Schalen sollten nun einem Reinigungs-/Entfettungsprozess unterzogen werden.

Danach könnte eigentlich der Zusammenbau beginnen, aber zuvor müssen wir noch die Frage klären, wie die Enden der neuen Seile aussehen sollen. Die originalen sind



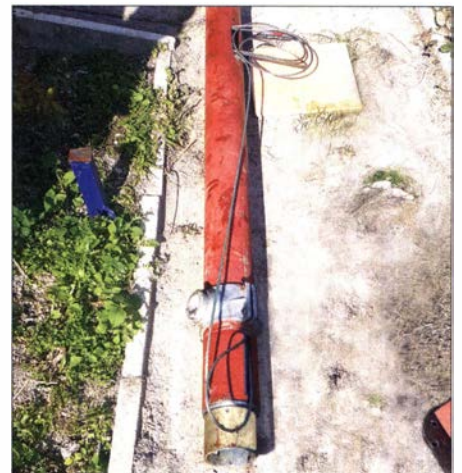
**Bild 6: Zwei Umlenkrollen am Hauptrohr; Seil verklemt**



**Bild 7: Vom amateurmäßigen Verspleißen der Seilenden ist abzuraten.**

nämlich *gespleißt*. Der Seemann nennt das *Aug-Spleißen*, wo eine Kausche als Öse in das Stahlseil verspleißt wird. Sollte eine Seilerei in der Nähe sein, rate ich dringend dazu, den aufwendigen Prozess lieber den Fachleuten zu überlassen. Bei Hülsenpressen bin ich skeptisch, da dies unter Umständen zu breit wird und nicht mehr in die Schalen passt.

Ich habe mir ausgehend von [1] und [2] das Spleißen selbst beigebracht. Dadurch inspiriert, begann ich erst einmal mit mehreren Übungsstücken, Bild 7. Bedenken Sie aber, dass es um einiges an Gewicht geht.



**Bild 8: Der Zusammenbau beginnt am Hauptrohr.**

Der ganze Mast kann in einem Schlag zusammenrutschen und Personen sowie die Antennenanlage gefährden. Angesichts des Gefahrenpotenzials gehe ich auf das Spleißen nicht weiter ein.

### ■ Zusammenbau

Ist alles gereinigt und liegt auch sonst alles bereit, was man erneuern oder ersetzen will, gehts an den Zusammenbau, logischerweise in umgekehrter Reihenfolge. Als Erstes muss das Aufzugseil eingebaut werden. Dieses ist eigentlich recht einfach einzubauen, aber es gibt einiges zu beachten. Zunächst schiebt man das Seil durch



**Bild 9:** Seilende im Schlitz der einen Halbschale des Hauptrohrs

die Umlenkrolle am Kopf des Hauptrohrs. Dann kommt ein Seil durch den kleinen Schlitz oben in seiner ersten Schale. Am besten hier auf die Bilder 8 und 9 schauen. Dann schiebt man das Segment in das Hauptrohr und lässt das zweite Ende oben heraus schauen. Dies logischerweise auf der Seite, wo die Kurbel und die Umlenkrollen sitzen. Wenn alles richtig eingesetzt wurde, verläuft das Seil von dem kleinen Schlitz in der Schale nach unten im Hauptrohr über die Umlenkrolle des ersten Rohres, dann auf der anderen Seite nach oben. Dort kommt es aus den langen Schlitz, wo die beiden Umlenkrollen der ersten Schale gesessen haben, heraus. Nun das Ende nehmen, es wieder durch den Schlitz mit den beiden Umlenkrollen schieben, solange bis es am Schlitz, wo die



**Bild 10:** Einbau der Umlenkrollen



**Bild 11:** Befestigung des Seilendes an einer Halbschale des Hauptrohrs

Kurbel (Bild 12) gesessen hat, herauskommt. Oben hat man dann eine Schlaufe und unten das Ende. Bitte nicht vergessen, die Schienenführung wieder mit der M5-Schraube festzuschrauben, sonst schießt der Mast beim Ausfahren oben heraus.

Jetzt bauen Sie die Umlenkrollen ein, wie auf Bild 10 zu sehen, und ziehen am unteren Ende, wo die Kurbel später hinkommt, das Ganze straff und schrauben die Schale zu. Wenn das erledigt ist, das obere Ende an der Schale befestigen, so wie es Bild 11 zeigt. Wenn nun alles, was das erste Segment angeht, richtig eingefädelt und wieder in den Urzustand versetzt ist, dann muss das erste Segment beim Ziehen am nicht befestigten Ende auf der Kurbelseite herausgefahren kommen. Nur dann ist das Aufzugseil funktionstüchtig eingebaut. Achten Sie darauf, dass es immer straff bleibt, sonst rutscht es wieder aus den Umlenkrollen heraus und alles fängt wieder von vorne an. Der fertig hochgefahren Mast ist in Bild 1 zu sehen.

Bild 12 (tnx DL2SBW) zeigt ein Beispiel für die Montage an einem fest im Erdboden verankerten Sockel.

## ■ Segmente bekommen Graphitspray!

Abschließend ein wichtiger Hinweis: Ich hatte den Fehler gemacht und sämtliche Segmente gefettet, also im Ganzen. Das Fett zieht Dreck und Schmutz an. Im Endeffekt entsteht ein klebriger, dreckiger Belag auf den Segmentrohren. Ich habe sie daraufhin nochmals komplett gereinigt und dann gar nicht mehr gefettet. Somit können Staub und Dreck nicht mehr das ordentliche Aus- und Einfahren verhindern. Als Einziges habe ich die Schienen ein bisschen mit Graphitspray eingesprüht. Das hat sich bewährt, macht aber auch schwarze Finger.

Ich empfehle, alles andere mit normalem Fett einzuschmieren und die Abschmieri-nippel damit reichlich zu füllen. Extra Seilfett habe ich nicht genommen, aber falsch wäre das nicht.

Trotzdem fahren meine obersten beiden Segmente nicht ganz ein, wenn der Mast keine Last trägt. Beim Hochkurbeln ziehen sich die Segmente ja gegenseitig hoch, aber abwärts ist nichts da, was zieht oder schiebt. Die Segmente selbst sind einzeln federleicht! Ich kurbele den Mast daher nur hoch, wenn eine Antenne daran befestigt ist. Deren Gewicht lässt alles ordnungsgemäß einfahren.

## ■ Nur das Aufzugseil defekt?

Dieses Seil lässt sich erneuern, ohne den kompletten Mast zu zerlegen. Das unterste Segment, Bild 11, kann man mit allen anderen zusammen herausnehmen. Es trägt

die Umlenkrolle, Bild 13, die den Mast nach oben schiebt.

Ich habe bei jedem Segment, das ich einbaute, am Aufzugseil gezogen und geschaut, ob alle bisherigen Segmente so ausfahren, wie sie sollen. Nach dem Einbau aller Rohre ist es sinnvoll, den Mast hinzustellen und die Kurbel im Stehen anzubauen. Danach den Mast einmal ganz hoch- und wieder herunterkurbeln. Funktioniert alles? Ich



**Bild 12:** Hauptrohr mit Kurbelgehäuse – auf einem Betonsockel bei DG2SBW



**Bild 13:** Umlenkrolle mit Aufzugseil am untersten Segment

Fotos: DG2SBW (1), DO7FKH (1), DL4FNM

musste nochmals zwei Rollen ausbauen, weil sie zu schwer gingen und sich beim Einbau verklemmt hatten.

Weil mein Mast bei Nichtbenutzung liegt, habe ich das oberste Segment mit dem Hauptrohr über ein Seil verzurt und so an der Kurbel gedreht, bis alle Stahlseile im Mast auf Zug sind und nicht mehr aus den Umlenkrollen rutschen können.

Ich wünsche frohes Basteln und viel Erfolg! Weitere, ggf. aktuelle Hinweise finden Sie auf [www.ov-x06.de](http://www.ov-x06.de) unter *Projekte*. [dl4fnm@t-online.de](mailto:dl4fnm@t-online.de)

## Literatur

- [1] Ernst, T.: Spleiße. [www.skylaunch.de/tnt/spleiss.html](http://www.skylaunch.de/tnt/spleiss.html)
- [2] Kirchberger, C.: Drahtseile selber spleißen. <https://blauwassersegeln.at/drahtseile-selber-spleissen>

# Kompakte Spannungsversorgung mit mehreren Ausgängen

REINHARDT WEBER – DC5ZM

Sind Teile eines Projekts mit unterschiedlichen Spannungen zu versorgen, so nutzt man in der Regel separate Baugruppen. Die im Beitrag gezeigte Stromversorgung fasst diese zu einer Einheit zusammen. Sie wurde im Zusammenhang mit dem Bau einer QO-100-Station entwickelt, hat insgesamt fünf unterschiedliche Spannungsausgänge und soll als Anregung für individuelle Lösungen dienen.

Manche Amateurfunkanlagen erfordern unterschiedliche Versorgungsspannungen zum Betrieb der eingesetzten Baugruppen und Komponenten. Gerade bei Portabelaktivitäten steht jedoch oft nur eine Spannungsquelle zur Verfügung. Das nachstehend be-

Ausgangsspannung von 0,8 V bis 20 V spezifiziert, siehe Bild 2.

Zwei der fünf auf der Grundplatine gemäß Bild 4 verfügbaren Ausgangsspannungen liegen ständig an, drei weitere werden mit einem PTT-Relaiskontakt S1 geschaltet.

toren, wie sie in Rasenmähern Verwendung finden. Ist deren Spannung zu hoch, sollte man versuchen, einige Zellen zu entfernen. Akkumulatoren werden preisgünstig auch bei Pollin ([www.pollin.de](http://www.pollin.de)) angeboten. Die Spannungswerte in der Schaltung sind nur ein Beispiel und auf mein QO-100-Bastelprojekt zugeschnitten:

- 12 V/100 mA für die LNB-Versorgung,
  - 3,3 V/10 mA für einen externen LNB-Oszillator mit 25 MHz,
  - 24 V/1,5 A für die 20-W-Endstufe von LG-Labs ([www.lg-labs.com](http://www.lg-labs.com)),
  - 12 V/1 A für einen Aufwärts- oder Abwärts-Konverter,
  - 5 V/0,5 A für einen LNA-Vorverstärker.
- Die ersten beiden Spannungen liegen permanent an, während die anderen drei nur beim Senden zugeschaltet werden.

Zusätzlich vorhanden sind

- zwei Spannungseinspeisungen (Bias-T) für den LNB und den externen Oszillator und
- zwei Filter, um die Oszillator- und LNB-Signale zu trennen.

Falls nur Empfangsbetrieb gewünscht ist, können 12 V über TP2 eingespeist werden. Für den stationären Betrieb empfiehlt sich das Laptop-Netzteil für 24 V von [www.pollin.de](http://www.pollin.de) (Bestell-Nr. 351876). Ist die Versorgung aus einem 12-V-Kfz-Akkumulator vorgesehen, so ist ein 4-A-Aufwärtsreglermodul, z. B. vom Typ XL6009 mit LM2577 (Boost Converter), vorzuschalten.

Die Schaltung versorgt zusätzlich den LNB mit 12 V und einen externen 25-MHz-Oszillator mit 3,3 V. Die beiden Filter mit L3, C3 und L4, C4 entkoppeln Oszillator- und LNB-Signal. Die verwendeten SMA-Buchsen sind sogenannte 1,6-mm-Typen, Bild 3.

Die mit EAGLE erstellte Platine misst 100 mm × 80 mm. Die entsprechende Layout-Datei kann per E-Mail von mir angefordert werden. Viel Freude und Erfolg beim Nachbau. [weber.r1@t-online.de](mailto:weber.r1@t-online.de)

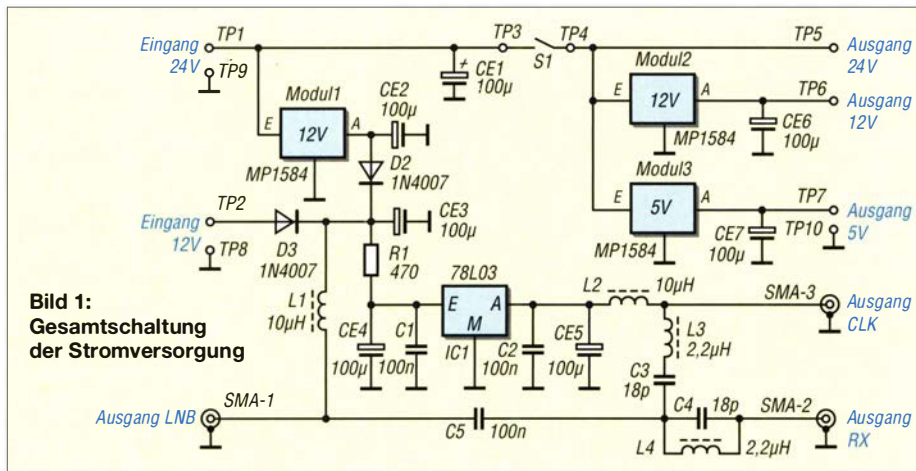


Bild 1: Gesamtschaltung der Stromversorgung

schriebene Beispiel einer Stromversorgung für ein QO-100-Projekt zeigt, wie sich aus einem 24-V-Akkumulator fünf unterschiedliche stabilisierte Spannungen gewinnen lassen. Durch konsequente Verwendung von Abwärtsschaltreglern wird ein Wirkungsgrad von mindestens 90 % erreicht. Hinzu kommt, dass der Platzbedarf dadurch gering bleibt.

Die hier genutzten MP1584EN-Module aus chinesischer Produktion sind preiswert bei Ebay erhältlich. Sie sind für einen Eingangsspannungsbereich von 4,5 V bis 28 V und eine bis 3 A belastbare, einstellbare

In Bild 1 ist die Schaltung abgebildet. Anschlusspunkt TP1 ist der Hauptspannungseingang. Die Spannung des Akkumulators sollte so gewählt werden, dass die Baugruppe mit der höchsten Stromaufnahme, in der Regel die Endstufe, ohne Umsetzung auskommt.

Zur Versorgung eignen sich beispielsweise zwei in Reihe geschaltete 12-V-Bleigel-Akkumulatoren oder Li-Ionen-Akkumula-

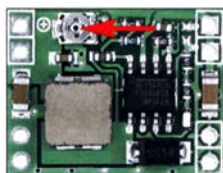


Bild 2: Schaltreglermodul MP1584EN mit Einstellmöglichkeit für die Ausgangsspannung

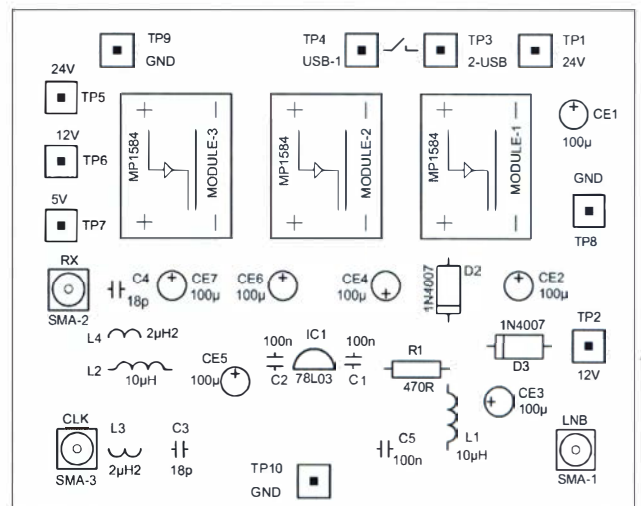
Foto: DC5ZM



Bild 3: Diese SMA-Buchsen lassen sich für die senkrechte oder seitliche Montage an der Platine verwenden.

Werkfoto

Bild 4: Bestückungsplan der Spannungsversorgungsschaltung; Originalabmessungen 100 mm × 80 mm, hier M 1,2:1



# Luftreinigung und -desinfektion mithilfe von UV-C-Leuchtdioden

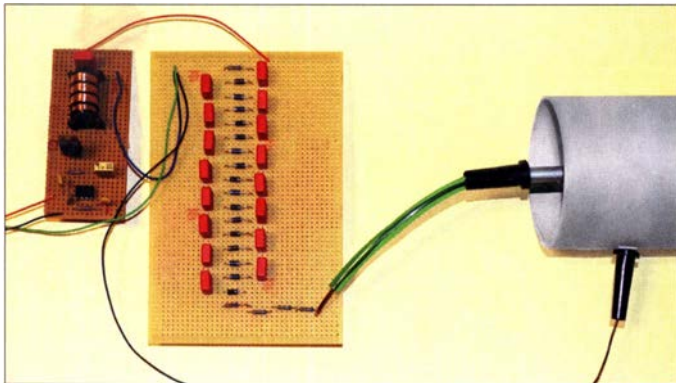
Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Die in der Luft vorhandenen Aerosole können Viren und Bakterien als Transportmittel dienen. Mittels eines sogenannten Ionisators lassen sich diese kleinen Teilchen sammeln, um die darauf befindlichen Krankheitserreger anschließend z. B. mit kurzweiliger UV-Strahlung (UV-C) zu vernichten. Im Folgenden wird ein selbst gebautes Gerät vorgestellt, das die Raumluft auf diese Weise reinigt und desinfiziert.

Wir leben derzeit in einer durch Viren hervorgerufenen Pandemie. Viren verbreiten sich oft durch Tröpfcheninfektion. Sie lagern sich dabei zum großen Teil an die in der Luft immer vorhandenen Aerosole an, die wiederum beim Atmen in den menschlichen Körper gelangen. Aerosole sind ein nebelartiges Gemisch aus trockenen und flüssigen, 0,01 µm bis 100 µm großen Schwebeteilchen.

UV-C-Spektrum austreten kann. Ein kleiner Lüfter lässt die zu reinigende Luft hindurchströmen, sodass auf Dauer eine größere Menge davon desinfiziert werden kann.

Die Wirksamkeit ist durch einen zusätzlichen Ionisator steigerbar. Dieser lädt Partikel in der Luft elektrostatisch auf und hält sie fest, wodurch sie samt der anhaftenden Viren länger der UV-C-Strah-



**Bild 1:** Dieser Versuchsaufbau, hier noch nicht aufgerichtet und ohne Abdeckungen, sammelte erfolgreich Staubpartikel aus der Luft. Zur Vermeidung von Spannungsüberschlägen wurden auf den Lochrasterplatinen nicht benötigte Leiterbahnen entfernt.

Foto: Sander

Bereits vor mehreren Hundert Jahren wurde erkannt, dass Kupfer und andere Metalle Bakterien und Viren vernichten und die Infektionsgefahr dadurch vermindern können. Deshalb setzte man damals in öffentlichen Gebäuden Türklinken aus Kupfer ein. Doch es geht auch anders.

## UV-C-Strahlung, Ozon und Viren

Die vom Menschen nicht wahrnehmbare ultraviolette Strahlung kann ebenfalls Viren vernichten. Allerdings funktioniert dies nur mit kurzweiliger UV-Strahlung (UV-C) mit Wellenlängen von 100 nm bis 280 nm.

1892 erfand der Physiker Martin Leo Arons die erste Quecksilberdampflampe. Bereits damals setzte man diese, auch UV-C abstrahlenden Lampen, zur Desinfektion ein. Heutzutage sind sie noch immer verfügbar, jedoch mit eingeschränkten Eigenschaften.

UV-C-Strahlung darf nicht über lange Zeit auf einen Raum einwirken, in dem sich Menschen aufhalten. Ist zu Desinfektionszwecken jedoch der dauerhafte Betrieb erforderlich, muss die Strahlungsquelle in ein Gehäuse eingebaut sein, aus dem kein

lung ausgesetzt sind. Die elektrostatischen Ladungen werden mit Hochspannung erzeugt.

Viren lassen sich z. B. auch mit dem hochwirksamen und giftigen Oxidationsmittel Ozon vernichten, das bei Menschen und

Tieren zu Reizungen der Atemwege und Augen führt sowie Atemwegserkrankungen begünstigen kann. Ozon entsteht u. a. dann, wenn Straßenbahnen beim Fahren Funken erzeugen. In einigen der vor 110 Jahren erschienenen Zeitschriften wurde daraufhin die Viren und Bakterien abtötende Wirkung der Funken sogar begrüßt. Noch in viel stärkerem Maße wird Ozon bei Gewitterblitzen und beim Schweißen erzeugt. Ebenso bildet es sich in der Atmosphäre durch die aus dem Kosmos auftretende UV-Strahlung.

Nachfolgend wird ein Ionisator zur Sammlung von Staub und Aerosolen vorgestellt, bei dem UV-C-LEDs gleichzeitig zur Desinfektion dienen.

## Prinzip des Ionisators

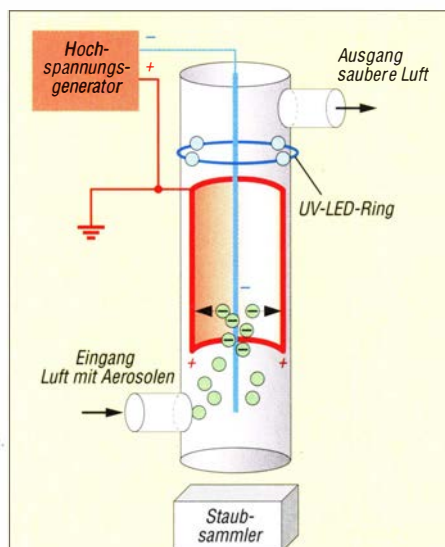
Der prinzipielle Aufbau eines Ionisators ist in Bild 2 dargestellt. Das Rohr kann aus Metall bestehen. Schon aus Sicherheitsgründen ist alternativ ein Plastikrohr verwendbar, an dessen Innenseite sich Metallfolie oder ein Metallrohr befindet, wie in Bild 2 dargestellt. Für den Ionisator ist ein Hochspannungsgenerator mit einer Spannung von etwa 30 kV erforderlich. Das Metall-Innenrohr oder die eingebaute Metallfolie sind mit dem Pluspol und außerdem mit der Erde zu verbinden. Dies sollte über den Schutzleiter einer Steckdose erfolgen. In der Mitte des Rohres ist eine am Minuspol des Hochspannungsgenerators liegende Metallstange eingebaut.

In den unteren Teil des Rohres drückt ein Lüfter die mit Staubpartikeln und Aerosolen behaftete Umgebungsluft. An der mittleren, negativ geladenen Stange werden Gasmoleküle, Staubpartikel und Aerosole ionisiert und dadurch in Richtung der mit der Erde verbundenen Außenwand getrieben. Dort rutschen sie anschließend langsam abwärts und sammeln sich im Staubbehälter.

Am Rand des Rohres befinden sich eingebaute UV-C-LEDs. Diese strahlen schräg nach unten in Richtung der Gegenwand. Damit lassen sich Viren an den dort abgelagerten Aerosolen vernichten.

## Schaltung

Wegen der erforderlichen Hochspannung ist die Gesamtschaltung aus Sicherheitsgründen in drei Baugruppen aufgeteilt. Die erste ist in Bild 3 dargestellt. Der seit Jahrzehnten existierende und immer noch bei Bastlern beliebte NE555 arbeitet hier als Impulsgenerator und steuert über den Feldeffekttransistor T1 den am Ausgang angeschlossenen Hochspannungstransformator an. Hierfür eignet sich zum Beispiel die aus einem Blitzlichtgerät ausgebaute Zündspule. Ein passender Transformator lässt sich aber auch selbst herstellen, wie im Abschnitt *Nachbau* beschrieben. Wichtig ist, an der

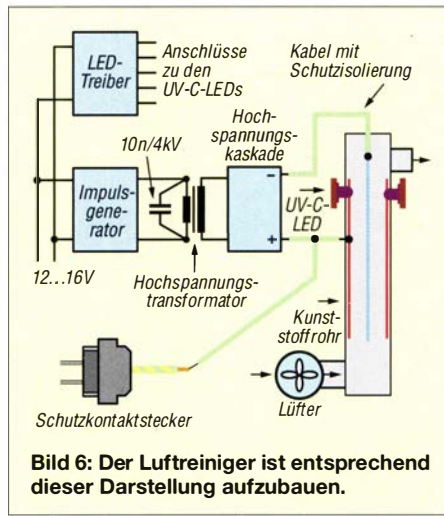


**Bild 2: Prinzipieller Aufbau des Ionisators**

Primärspule zusätzlich einen Kondensator 10 nF/4000 V anzuschließen, der dann zusammen mit der Spule des Transformators als Schwingkreis arbeitet.

Die Frequenz ist mittels R3 einstellbar, sodass eine ausreichend hohe Spannung entstehen kann. Die Resonanzfrequenz ist von der Induktivität des Hochspannungstransformators und der Kapazität des parallelgeschalteten Kondensators abhängig. Am Ausgang des Transformators entsteht eine Wechselspannung mit  $U_{SS} \approx 2 \text{ kV}$ . Die Versorgung dieser Schaltung erfolgt mit einer Gleichspannung von 12 V bis 15 V.

Für die Verwendung im Ionisator ist die Gleichspannung am Ausgang des Impuls-generators auf 30 kV zu erhöhen. Dazu nutze ich die Hochspannungskaskade in Bild 4. Die hier verwendeten Dioden GP02-40-E3/54 gewährleisten durch ihre maximale Sperrspannung von 4 kV eine sichere Funktion. Ebenso müssen die Kondensatoren für diese Spitzenspannung ausgelegt sein. Die Dioden sind so gepolt, dass am Ende der Kette eine negative Spannung ausgegeben wird. Der Pluspol ist bei der Verdrahtung mit dem Erdpotenzial zu verbinden. Da die so erzeugte Hochspannung nur zur elektrostatischen Aufladung der Metallplatten dient und ein Stromfluss daher im Normalbetrieb kaum stattfindet, sind aus Sicherheitsgründen am Ende der Hochspannungskaskade vier Widerstände mit je 4,7 M $\Omega$  nachgeschaltet.



**Bild 6:** Der Luftreiniger ist entsprechend dieser Darstellung aufzubauen.

Ebenfalls aus Sicherheitsgründen wurde die LED-Treiberschaltung separat ausgeführt. LEDs mit höherer Leistung im UV-C-Bereich haben eine Flussspannung von 6,1 V bis 6,5 V bei 350 mA.

Beim Anschluss einer solchen LED über einen Widerstand an 12 V oder mehr wäre der Leistungsverlust im Vorwiderstand relativ hoch. Lineare Spannungsregler hätten ebenso hohe Verluste. Deshalb setze ich hier eine einfache Schaltung mit dem R-78B9.0-2.0 ein, der eine stabile Ausgangsspannung von 9 V erzeugt. Seine Eingangsspannung darf zwischen 11 V und 30 V liegen. Die Verlustleistung dieses Schaltreglers ist prinzipbedingt nur sehr gering.

Er kann maximal 2 A liefern. Somit lassen sich vier LEDs mit einem Gesamtstrom von 1,4 A problemlos versorgen. Zur Einhaltung der EMV-Vorschriften ist am Eingang des Schaltreglers das aus der Spule L1 und den Kondensatoren C1 und C2 bestehende Filter angeschlossen.

Leistungsstarke LEDs sind heutzutage fast nur noch als SMD-Typen verfügbar. Für ihre Kühlung ist eine spezielle Platine erforderlich. Diese besteht aus einer dicken Aluminiumplatte, auf die eine dünne, herkömmliche Platine samt SMD-LEDs aufgeklebt ist. So etwas selbst zu realisieren ist nicht ganz einfach. Deshalb kommen hier kleine UV-C-LED-Module zum Einsatz, die auch bei [1] erhältlich sind.

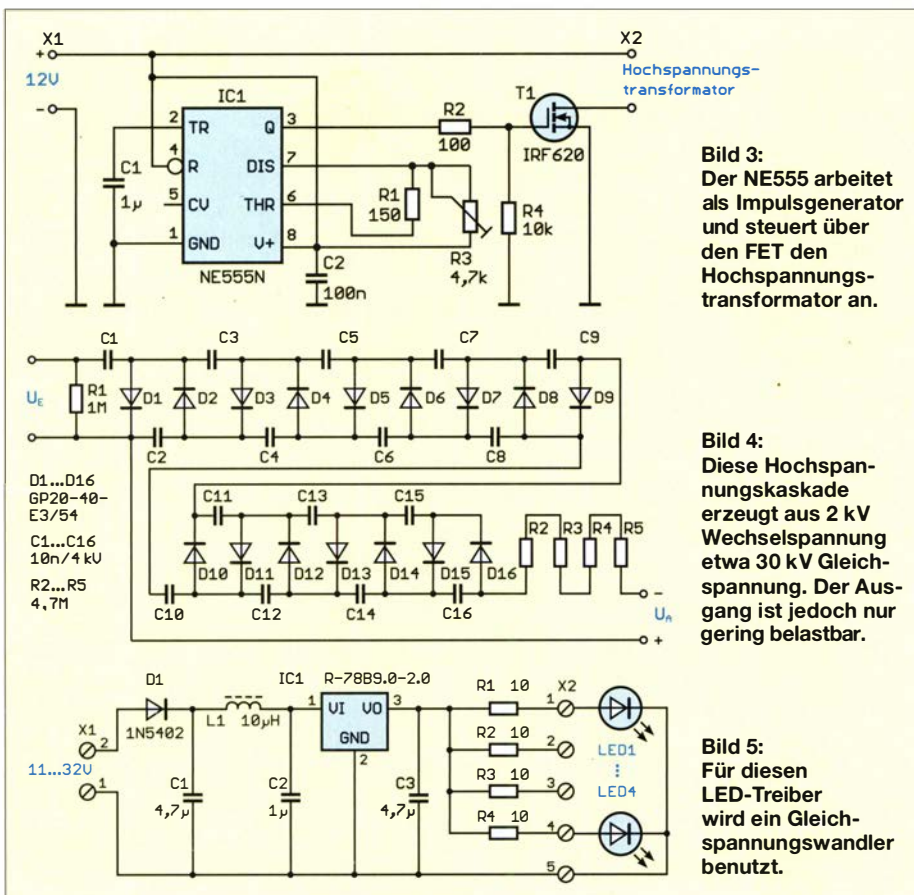
### ■ Nachbau

Die Verwendung von drei einseitig kupferkaschierten Platinen erleichtert den Nachbau. Deren Layout-Daten stehen im Download-Bereich auf [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) zur Verfügung. Die Platine des Impuls-generators hat die Abmessungen 50 mm x 45,5 mm, die der Hochspannungskaskade ist mit 111,5 mm x 30 mm relativ schmal und lang. Diese Form habe ich wegen der besseren Trennmöglichkeit von Ein- und Ausgangsklemmen und des großen Spannungsunterschieds gewählt. Die Platine zur Ansteuerung der LEDs misst 49 mm x 30 mm. Bei entsprechender Nachfrage kann ich alle Platinen als Bausätze oder als fertig bestückte Baugruppen über [1] anbieten.

Auf allen drei Platinen kommen nur bedrahtete Bauelemente zum Einsatz. In Bild 7 ist der Bestückungsplan des Impuls-generators dargestellt, in Bild 8 der der Hochspannungskaskade und in Bild 10 der des LED-Treibers. Die bedrahteten Bauteile auf allen drei Platinen lassen sich leicht mit einem HandlötKolben bestücken, daher sollten selbst Anfänger kein Problem mit dem Nachbau haben.

Als Hochspannungstransformator sind neben den bereits genannten und bei [1] verfügbaren Ausführungen auch weitere handelsübliche Varianten einsetzbar. So sind die aus elektrischen Fliegenklatschen gewonnenen Baugruppen nutzbar. Letztere dürfen jedoch nur mit 3 V bis 5 V versorgt werden. Ein Hochspannungstransformator lässt sich auch selbst bauen. Dazu ist ein entsprechend langer Ferritstab als Kern erforderlich. Alternativ ist ein Stab aus Weicheisen nutzbar. Er lässt sich z. B. aus gebündelten Fahrradspeichen herstellen, die man zuvor mit einem Gasbrenner bis zum Glühen aufheizt und anschließend auf einer hitzefesten Keramikplatte auskühlen lässt – dadurch wird aus dem Stahl Weicheisen.

Der Transformator ist wie in Bild 9 aufzubauen. Aufgrund der hohen Spannung sollte man auf der Sekundärseite mehrere Teilspu-



**Bild 3:** Der NE555 arbeitet als Impuls-generators und steuert über den FET den Hochspannungstransformator an.

**Bild 4:** Diese Hochspannungskaskade erzeugt aus 2 kV Wechselspannung etwa 30 kV Gleichspannung. Der Ausgang ist jedoch nur gering belastbar.

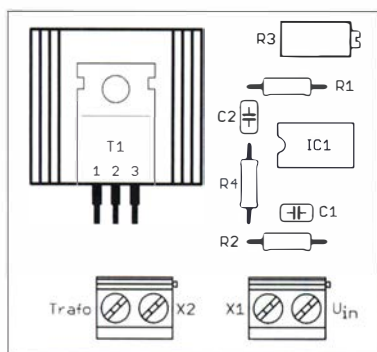
**Bild 5:** Für diesen LED-Treiber wird ein Gleichspannungswandler benutzt.

len wickeln, die voneinander und gegenüber dem Kern isoliert sein müssen.

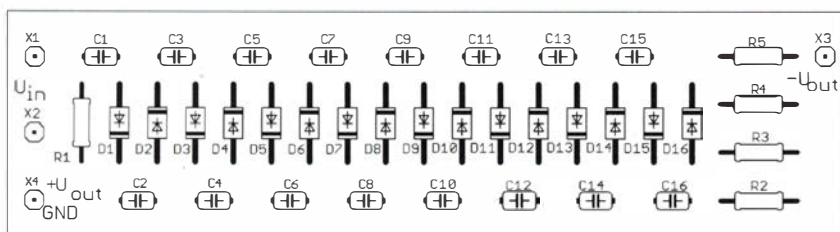
Zur Ansteuerung der Hochspannungskaskade sind 2 kV erforderlich. Der Impuls-generator kann jedoch nur 12 V liefern. Das Verhältnis der Wicklungen des Hochspannungstransformators muss somit etwa 1:160 betragen. Die Primärspule wird mit 50 Wdg. aus 0,2 mm CuL gewickelt. Die Sekundärspule hat insgesamt 8000 Wdg., die auf acht Teilspulen mit je 1000 Wdg. aufzuteilen ist. Hierfür reicht 0,1 mm CuL.

Das aus den drei bestückten Platinen und dem Hochspannungstransformator bestehende Gesamtsystem ist wie in Bild 6 dargestellt zu verdrahten. Als Kunststoffrohr lässt sich in Baumärkten verfügbares Abwasserrohr mit 100 mm Durchmesser und 1 m Länge benutzen. In das Rohr sind große Löcher als Ein- und Auslassöffnungen für die Luft zu bohren. Vor den Lufteingang kommt ein kleiner Lüfter, wie er z. B. in der PC-Technik Verwendung findet.

In das Kunststoffrohr wird zusätzlich eins aus Metall eingesetzt, in Bild 6 rot gekennzeichnet. Alternativ ist eine Metallfolie aus Aluminium oder Kupfer nutzbar. Diese muss aus Sicherheitsgründen mit dem Außenrohr verklebt werden. In der Mitte des Rohres ist eine Metallstange mit 5 mm Durchmesser so einzubauen, dass der Abstand zum Metallrohr an allen Stellen gleich ist und die Stange nicht kippen kann. Der Minuspol der Hochspannungskaskade ist an diese Stange und der Pluspol an das innere Metallrohr zu legen. Gleichzeitig ist eine Erdverbindung erforderlich. Diese erfolgt über den grün-gelb gekennzeichneten Schutzleiter eines handelsüblichen Schutzkontaktsteckers.



**Bild 7: Bestückungsplan des Impulsgenerators; Maße 50 mm x 45,5 mm, M 1:1**



**Bild 8: Bestückungsplan der Platine der Hochspannungskaskade; Abmessungen 111,5 mm x 30 mm, M 1:1**

Für die vier UV-C-LEDs werden kurz oberhalb der Metallfolie Löcher in die Wandung des Kunststoffrohrs gebohrt. Die dort hindurchgesteckten LEDs müssen einen ausreichenden Abstand zur mittig eingebauten Stange aufweisen. Wenn die Bohrungen nicht lichtdicht abschließen, sind die LEDs von außen mit Isolierband abzudecken. Der Einbau eines zweiten, gleichartig aufgebauten Rings mit UV-C-LEDs unterhalb der Metallfläche ist möglich.

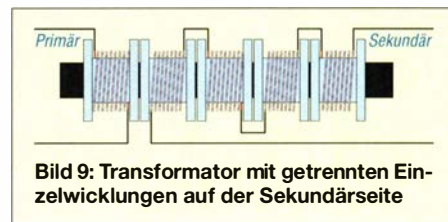
An den Impulsgenerator sind der Hochspannungstransformator und zusätzlich an dessen Primärseite der bereits erwähnte spannungsfeste Kondensator anzuschließen. Der Ausgang des so entstandenen Hochspannungsgenerators ist mit der Hochspannungskaskade zu verbinden. Zur Versorgung des Gesamtsystems ist ein schutzisoliertes Netzteil mit 12 V Ausgangsspannung erforderlich, das mindestens 5 A liefern kann.

## ■ Schutzmaßnahmen

Obwohl die Energie des Hochspannungsgenerators zu gering ist, um einen lebensgefährlichen Stromschlag auszulösen, kann der Schreck beim Berühren oder das unangenehme Kribbeln zu unbedachten Reaktionen mit unkalkulierbaren Folgen führen. Aus diesem Grund ist das Gerät so aufzubauen, dass das versehentliche Berühren hochspannungsführender Teile ausgeschlossen ist.

Vor der Inbetriebnahme sind diese Teile deshalb sorgfältig zu isolieren. Es ist wichtig, dass jedes Modul ein eigenes Kunststoffgehäuse erhält. Die Leiterplatten und der Hochspannungstransformator sollten außerdem aus Sicherheitsgründen mit nicht leitfähigem Epoxidharz vergossen werden. Für die Hochspannungskabel sind Ausführungen mit einer ausreichend dicken Schutzisolation erforderlich.

Grundsätzlich gilt auch hier, dass beim Arbeiten mit hohen Spannungen stets Vorsicht geboten ist. Für den Nachbau ist ausreichendes, nachgewiesenes Fachwissen erforderlich. Bezüglich des Schutzleiteranschlusses sei daran erinnert, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von einer Elektrofachkraft gemäß DIN VDE 1000-10 oder unter Leitung und Aufsicht dieser errichtet, geändert oder instandgesetzt werden dürfen.



**Bild 9: Transformator mit getrennten Einzelwicklungen auf der Sekundärseite**

Wer nicht über diese Qualifikation verfügt, muss die Anlage von einer Fachkraft überprüfen und abnehmen lassen.

Während des Betriebs ist immer ausreichender Abstand zur Hochspannungsquelle zu halten! Wurde die Hochspannungskaskade bereits einmal ein- und anschließend wieder ausgeschaltet, ist zu beachten, dass die elektrische Ladung im Ionisator gespeichert bleibt. Bevor man die betreffenden Anschlüsse z. B. zum Zweck einer Reparatur berühren darf, sind diese gegen Masse ausreichend lange kurzzuschließen.

In der Nähe eines in Betrieb befindlichen Ionisators dürfen sich weder brennbare Flüssigkeiten oder Gase noch entzündliche Klebstoffe befinden. Vor dem Einschalten sind alle Teile hinsichtlich ihrer Isolierung zu kontrollieren. Außerdem ist sicherzustellen, dass der Aufbau mechanisch stabil ist und nicht umkippen kann.

Bei den UV-C-LEDs sind ebenfalls Schutzregeln zu beachten. Beim Test einer LED ist stets eine Schutzbrille zu tragen. Die UV-C-Strahlung darf nur sehr kurze Zeit auf die menschliche Haut einwirken, sonst entstehen Verbrennungen wie bei einem Sonnenbrand.

## ■ Abschließende Bemerkungen

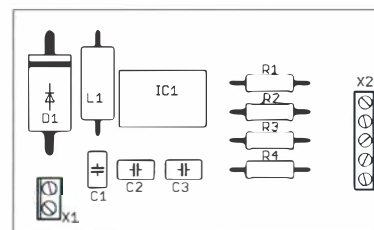
Informationen bezüglich der für das Abtöten von Viren notwendigen UV-Strahlungsstärke konnte ich leider nirgends finden. Daher kann ich keine Garantie für das Maß der stattfindenden Desinfektion geben, zumal auch der Aufbau des Geräts dessen Wirksamkeit beeinflusst.

Es gibt eine ganze Reihe kommerzieller Geräte, die ebenfalls UV-C-LEDs zur Desinfektion nutzen. Diese sind allerdings relativ teuer, sicher nicht zuletzt wegen ihrer hohen Strahlungsleistung.

*k.sander@s-elabor.de*

## Bezugsquelle

[1] Sander electronic: [www.sander-electronic.de](http://www.sander-electronic.de)



**Bild 10: Bestückungsplan des LED-Treibers; Abmessungen 49 mm x 30 mm, M 1:1**



## Verstärkermodule für 0,03 MHz bis 2,5 GHz in 50-Ω-Technik

### Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung				
bei ZFL-2AD	$U_B$		16	V
bei ZFL-2500	$U_B$		6	V
bei sonstigen Modulen	$U_B$		17	V
Eingangsleistung	$P_E$	siehe Kennwerte		dBm
Betriebstemperatur				
bei ZFL-272VH	$\vartheta_B$	-40	60	°C
bei ZFL-2500	$\vartheta_B$	-20	65	°C
bei sonstigen Modulen	$\vartheta_B$	20	71	°C

### Kurzcharakteristik

- Betriebsspannung 15 V, 5 V bei ZFL-2500
- Ein- und Ausgangsimpedanz 50 Ω
- SMA-Anschlüsse
- im Aluminiumgehäuse, teilweise mit Kühlkörper verfügbar

### Kennwerte ( $U_B = 15$ V, $\vartheta_B = 25$ °C)

Modul	$f$ [MHz]	$V_{\min}$ [dB]	$a_w$ [dB]	$P_{A\ 1dB}$ [dBm]	$P_{E\ max}$ [dBm]	$NF$ [dB]	$IP_3$ [dBm]	$s_E$	$s_A$	$U_B$ [V]	$I_B$ [mA]	G	K
ZFL-2AD	2 ... 1000	9	±0,5	-2 <sup>1)</sup>	10	6,5	14	2,0	2,0	15	22	Y460	
ZFL-2HAD	50 ... 1000	11	±1,0	+20	15	6	35	1,5	1,5	15	115	SS98	×
ZFL-2HADX	50 ... 1000	11	±1,0	+20	15	6	35	1,5	1,5	15	115	SS98	
ZFL-11AD	2 ... 2000	8	±1,3	-2 <sup>2)</sup>	10	6,5	14	2,5	2,0	15	22	Y460	
ZFL-272VH	0,03 ... 2,7	16,9 <sup>3)</sup>		29,5 <sup>3)</sup>	19	3,4 <sup>3)</sup>	47,2 <sup>3)</sup>	1,13 <sup>3)</sup>	1,31 <sup>3)</sup>	15	416	AW2740	×
ZFL-500	0,05 ... 500	20	±1,0	9	5	4,2	25	1,3	1,3	15	80	Y460	
ZFL-500HLN	10 ... 500	19	±0,4	16	15	3,8	30	2,0	2,0	15	110	Y460	
ZFL-500LN	0,1 ... 200	24	±0,5	5	5	2,9	14	1,5 <sup>4)</sup>	1,6	15	60	Y460	
ZFL-750	0,2 ... 750	18	±0,55	9 <sup>5)</sup>	5	6,0	18	1,5	2,0	15	90	Y460	
ZFL-1000	0,1 ... 1000	17	±0,7	9 <sup>6)</sup>	5	6,0	18	1,5	2,1 <sup>7)</sup>	15	105	Y460	
ZFL-1000H	10 ... 1000	28	±1,0	20	5	4,0	33	1,4	1,4	15	160	SS98	×
ZFL-1000HX	10 ... 1000	28	±1,0	20	5	4,0	33	1,4	1,4	15	160	SS98	
ZFL-1000LN	0,1 ... 1000	20	±0,5	3	5	2,9	14	1,5	2,0	15	60	Y460	
ZFL-1000VH	10 ... 1000	20	±1,0	25	15	4,5	38	2,0	2,5	15	320	SS98	×
ZFL-1000VHX	10 ... 1000	20	±1,0	25	15	4,5	38	2,0	2,5	15	320	SS98	
ZFL-1000VH2	10 ... 1000	26	±1,0	25	15	5,0	38	1,4	2,0	15	320	SS98	×
ZFL-VH2X	10 ... 1000	26	±1,0	25	15	5,0	38	1,4	2,0	15	320	SS98	
ZFL-1200G	10 ... 1200	23	±1,0	8	10	6,5	22	1,25	1,5	15	180	Y39	
ZFL-1200GH	10 ... 1200	29	±1,3	13	10	5,5	28	1,25	1,5	15	230	Y39	
ZFL-2000VH	10 ... 2000	20	±1,5	16	5	7,0	25	2,0	2,0	15	120	SS98	×
ZFL-2000VHX	10 ... 2000	20	±1,5	16	5	7,0	25	2,0	2,0	15	120	SS98	
ZFL-2000G	10 ... 2000	20	±2,5	7	10	7,5	17	1,5	1,5	15	180	Y39	
ZFL-2000GH	10 ... 2000	27	±2,5	14	10	5,5	25	1,4	1,5	15	230	Y39	
ZFL-2500	500 ... 2500	28	±1,5	15	5	8,0	27	2,5	2,5	5	220	Y460	
ZFL-2500VH	10 ... 2500	20	±1,5	23	10	5,5	35	1,7	2,0	15	300	SS98	×
ZFL-2500VHX	10 ... 2500	20	±1,5	23	10	5,5	35	1,7	2,0	15	300	SS98	

- 1) bei  $f = 2 \dots 500$ ;  
-3,5 dBm bei  $f = 500 \dots 1000$  MHz
- 2) bei  $f = 2 \dots 1000$ ,  
-3,5 dBm bei  $f = 1000 \dots 2000$  MHz
- 3) bei  $f = 1000$  MHz

- 4)  $s_E = 1,6$  bei  $f = 0,1 \dots 0,2$  MHz
- 5) 7 dBm bei  $f = 500 \dots 750$  MHz
- 6) 2,8 dBm bei  $f = 750 \dots 1000$  MHz
- 7)  $s_A = 2,8$  bei  $f = 750 \dots 1000$  MHz

- $a_w$ : Welligkeit
- $s_E$ : SWV am Eingang
- $s_A$ : SWV am Ausgang
- G: Gehäusebezeichnung
- K: Kühlkörper (× integriert)

## Beschreibung

Die Serie ZFL-xxx umfasst Verstärkermodule mit  $50\ \Omega$  Ein- und Ausgangsimpedanz, die jeweils ein Aluminiumgehäuse besitzen und deren HF-Anschlüsse überwiegend als SMA-Buchsen ausgeführt sind. Eine externe Beschaltung ist nicht erforderlich, wodurch sich die

Module unmittelbar in Projekte integrieren lassen. Lediglich die Betriebsspannung ist zuzuführen.

Bis auf den ZFL-272VH sind alle Modelle sowohl in der Option *Standard* ohne als auch in der Option *B* mit Montageflansch verfügbar. Darüber hinaus wer-

den einige Module mit Kühlkörper hergestellt, siehe Spalte *K* in der Tabelle *Kennwerte* auf der vorherigen Seite. Den ZFL-500 gibt es auch mit BNC-Buchsen.

## Blockschaltbild

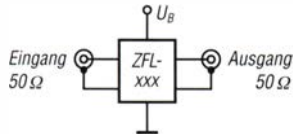


Bild 1: Blockschaltbild des ZFL-xxx

## Hersteller und Bezugsquelle

Mini-Circuits, [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com)

## Anschlussbelegung

Pin 1: Eingang (In)  
Pin 2: Ausgang (Out)  
Pin 3: Masse (GND)  
Pin 4: Betriebsspannung ( $U_B$ )



Bild 2: Anschlussbelegung ZFL-500

## Wichtige Diagramme

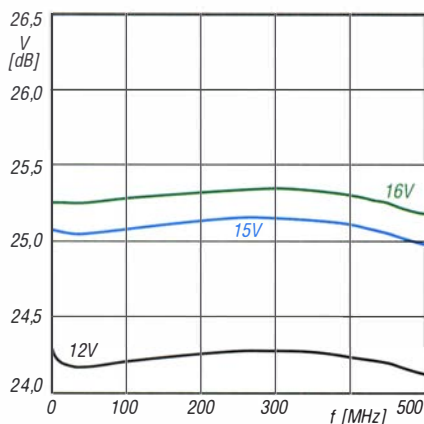


Bild 3: Abhängigkeit der Verstärkung  $V$  des ZFL-500 von der Betriebsfrequenz  $f$  bei unterschiedlichen Betriebsspannungen

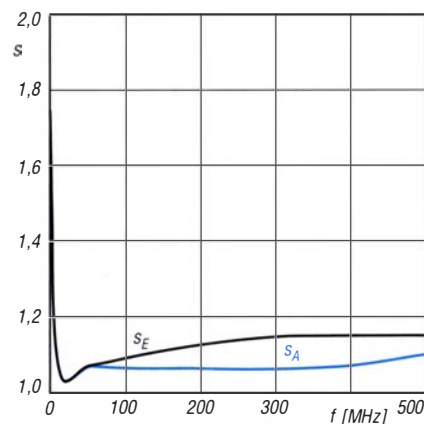


Bild 4: Abhängigkeit des Stehwellenverhältnisses  $s_E$  am Eingang und  $s_A$  am Ausgang des ZFL-500 von der Betriebsfrequenz  $f$  bei  $U_B = 15\text{ V}$

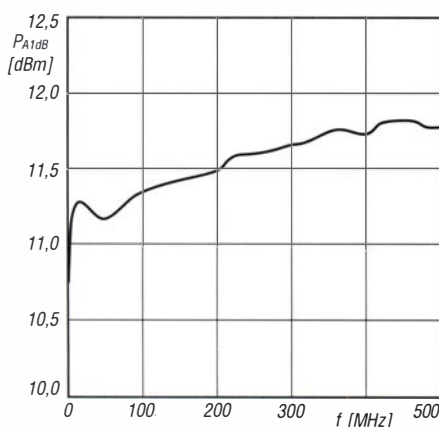


Bild 5: Abhängigkeit der für 1 dB Kompression erforderlichen Ausgangsleistung  $P_{A1dB}$  des ZFL-500 von der Betriebsfrequenz  $f$  bei  $U_B = 15\text{ V}$

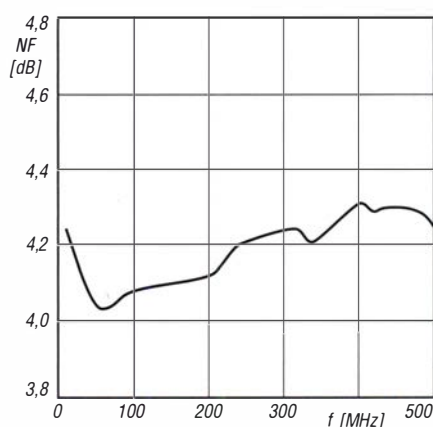


Bild 6: Abhängigkeit des Rauschmaßes  $NF$  des ZFL-500 von der Betriebsfrequenz  $f$  bei  $U_B = 15\text{ V}$



## 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 ... 7,300 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	4-m-Band	70,000 ... 70,500 MHz
17-m-Band	18,068 ... 18,168 MHz		

Sendeleistung	CW, SSB, RTTY, PSK, FM	AM
	5 ... 100 W	2 ... 25 W

### Sonstiges

IMD 3. Ordnung	-31 dB (@14 MHz, 100 W PEP)
Trägerunterdrückung	> 60 dB
Oberwellenunterdrückung	> 50 dB (> 63/60 dB im 6-m-/4-m-Band)
Unterdrückung des unerwünschten Seitenbandes	> 60 dB

\*) Frequenzbereiche variieren je nach Länderversion

## Empfänger

Prinzip	Doppelsuperhet mit HF-Direktabtastung und Schmalband-SDR		
Zwischenfrequenzen	1. ZF: 9,005 MHz	2. ZF: 24 kHz	
<b>Empfindlichkeit</b>	<b>SSB @ 10 dB S/N</b>	<b>FM @ 12 dB SINAD</b>	<b>AM @ 10 dB S/N</b>
0,5 ... 1,8 MHz*	k. A.	k. A.	6,3 µV
1,8 ... 30 MHz*	0,16 µV	0,5 µV (28...30 MHz)	2,0 µV
50 ... 54 MHz*	0,125 µV	0,2 µV	1,0 µV
70 ... 70,5 MHz*	0,16 µV	0,25 µV	2,0 µV
<b>Selektivität</b>	<b>-6 dB</b>	<b>-60 dB</b>	
CW @ BB = 500 Hz	> 0,5 kHz	< 0,75 kHz	
SSB @ BB = 2,4 kHz	> 2,4 kHz	< 3,6 kHz	
AM @ BB = 6 kHz	> 6,0 kHz	< 15 kHz	
FM @ BB = 12 kHz	> 12 kHz	< 25 kHz	

### Sonstiges

Notch-Dämpfung	k. A.
Clarifier-Variation	± 9,990 kHz
Spiegelfrequenzdämpfung	> 70 dB (> 60 dB im 6-m-Band)
NF-Ausgangsleistung	> 2,5 W an 4 Ω (k = 10 %)

\*) HF-Vorverstärker 2 eingeschaltet

## Besonderheiten (Auswahl)

- Hybrid-Empfänger mit HF-Direktabtastung und Schmalband-SDR in der 1. ZF
- extrem rauscharmer 1. LO
- Wasserfall-, Spektrumskop- und 3DSS-Darstellung
- ausgezeichnete Großsignaleigenschaften
- drei Roofing-Filter (3 kHz, 600 Hz und 300 Hz) standardmäßig eingebaut
- 2 HF-Vorverstärker wahlweise zuschaltbar
- IPO-Funktion
- Eingangsabschwächer
- Bandstapelregister
- DSP-Filterbandbreiten einstellbar
- ZF-DSP mit vielen Funktionen: Konturfilter, ZF-Shift, Störaustaster, Digital-Notch-Filter, digitale Rauschminderung
- parametrischer Sende-NF-Equalizer
- Sendesprachspeicher
- eingebauter elektronischer Keyer
- Quick Memory Bank (QMB)

## Allgemeines

Allmode-SDR-Hybrid-Transceiver für die KW-Bänder sowie das 6-m- und 4-m-Band mit eingebautem automatischen Antennentuner

Hersteller Yaesu Musen Co. Ltd.  
Japan

Markteinführung 12/2020 (Deutschland)  
Preis (1/2021) 1799 €

Frequenzbereiche  
RX 0,03 ... 75 MHz  
TX KW-Amateurfunkbänder,  
6-m- und 4-m-Band

Abstimmsschritte 1/5/10 Hz (SSB/CW)  
10/100 Hz (FM/AM)

Sendarten LSB/USB, AM, FM,  
CW, RTTY, PSK31

Antennenanschluss PL

Betriebsspannung 13,8 V ± 10 % DC

Stromaufnahme

RX 3 A

TX (@100 W) 23 A

Temperaturbereich 0 °C ... +50 °C

Frequenzstabilität 0,5 ppm

Maße (B x H x T) 466 x 91 x 263 mm³

Gesamtmasse 5,9 kg

Lieferumfang Bedienungsanleitung,  
DC-Kabel, Handmikrofon  
SSM-75E, Klinkestecker,  
Ersatzsicherung 25 A

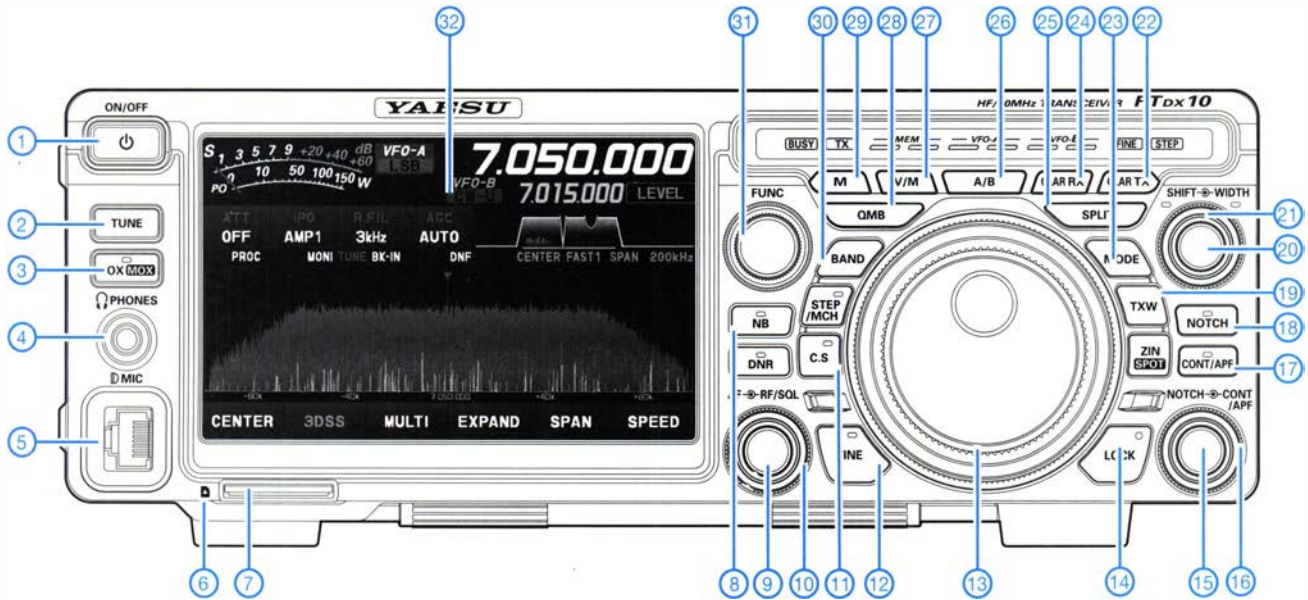
## Antennentuner

Anpassbereich 16,7 ... 150 Ω (KW-Bänder)  
25 ... 100 Ω (6-/4-m-Band)

## Zubehör, optional (Auswahl)

<b>FH-2</b>	Fernsteuertastatur
<b>SP-101</b>	externer Lautsprecher
<b>M-1</b>	Referenzmikrofon
<b>M-70</b>	Tischmikrofon
<b>MD-100Aax</b>	Tischmikrofon
<b>SP-30</b>	Lautsprecher
<b>FC-40</b>	externer automatischer Antennenkoppler
<b>YF-130CN</b>	300-Hz-Quarzfilter
<b>ATAS-25</b>	aktiv abgestimmte Antenne
<b>ATAS-120A</b>	aktiv abgestimmte Antenne
<b>SCU-LAN110</b>	LAN-Einheit

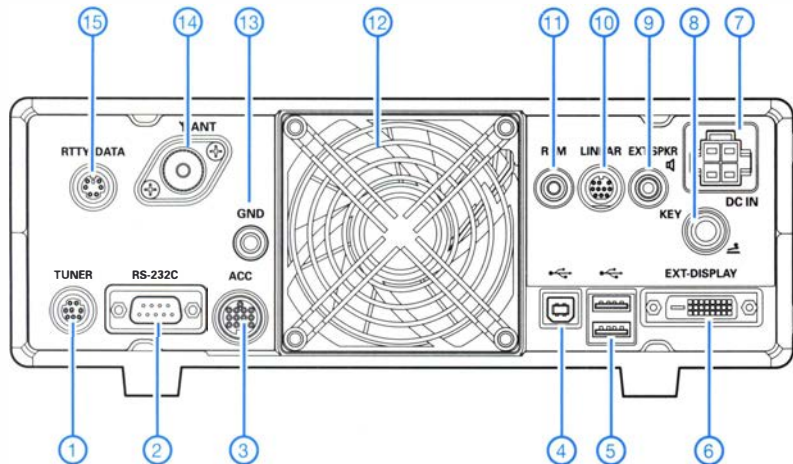
## Frontseite (Auswahl)



### Auswahl

- |                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| 1 - Ein/Aus-Taste                    | 13 - Hauptabstimmknopf                                     | 22 - Taste für TX-Clarifier             |
| 2 - Tune-Taste                       | 14 - Verriegelungstaste                                    | 23 - Sendarten                          |
| 3 - VOX/MOX-Taste                    | 15 - Notch-Steller (innen)                                 | 24 - Taste für RX-Clarifier             |
| 4 - Kopfhörerbuchse                  | 16 - Steller für Contour- bzw. NF-Peak-Filter (außen)      | 25 - Taste für Splitbetrieb             |
| 5 - Mikrofonbuchse                   | 17 - Taste für Contour- und NF-Peak-Filter                 | 26 - Umschalttaste VFO A/VFO B          |
| 6 - LED für CF-Karte                 | 18 - Taste für Notch-Filter                                | 27 - Umschalttaste VFO-/Speicherbetrieb |
| 7 - CF-Karten-Slot                   | 19 - Taste zum Abhören der Sendefrequenz beim Splitbetrieb | 28 - Taste für Quick Memory Bank        |
| 8 - Tasten für Störaustaster         | 20 - Steller für ZF-Shift (innen)                          | 29 - Speichertaste                      |
| 9 - Steller für Lautstärke (außen)   | 21 - Steller für ZF-Bandbreite (außen)                     | 30 - Bandtaste                          |
| 10 - HF-SQL-Steller (innen)          |  | 31 - Multifunktionsknopf                |
| 11 - CS-Taste (programmierbar)       |  | 32 - Farbdisplay                        |
| 12 - Taste für Feinabstimmung (1 Hz) |  |   |

## Rückseite mit Anschlüssen



- |  |
|--|
| 1 - Buchse für externen Antennenkoppler FC-40                      |
| 2 - serielle CAT-Schnittstelle                                     |
| 3 - Buchse für externes Zubehör                                    |
| 4 - USB-Buchse zur CAT-Steuerung des Transceivers von einem PC aus |
| 5 - USB-Buchsen für Maus und Tastatur                              |
| 6 - DVI-Buchse für externes Display                                |
| 7 - Stromversorgungsbuchse 13,8 V                                  |
| 8 - CW-Tastenbuchse  |
| 9 - Buchse für externen Lautsprecher                               |
| 10 - Buchse für Linearendstufe                                     |
| 11 - Buchse für Fernsteuertastatur FH-2                            |
| 12 - Lüfter  |
| 13 - Schraubklemme für Erdung                                      |
| 14 - Antennenbuchse  |
| 15 - TNC-Buchse für Packet Radio/RTTY                              |

# Hinweise für den Aufbau eines Antennenkopplers

TOM SCHÖNFELDER – DL5ABF

Eine KW-Antenne voller Länge zu betreiben, scheitert oft am nicht zur Verfügung stehendem Platz. Vielen Funkamateuren bleibt daher nur die Option, zwei kürzere Drähte oder mit etwas Glück für ein höherfrequentes Band einen Dipol zu spannen. Um diese Antenne auf mehreren Bändern nutzen zu können, ist eine Anpassung erforderlich. Im Beitrag wird gezeigt, wie sich ein manuell einstellbarer Antennenkoppler, der dies ermöglicht, selbst bauen lässt.

Es gibt z. B. mit der G5RV, ZS6BKW und W3DZZ Antennen, die aufgrund ihrer Abmessungen auf mehreren Bändern resonant sind und somit keine Anpassung erfordern. Ist deren Aufbau aus Platzgründen nicht möglich, so müssen die gespannten Drähte

für Portaleinsätze vorgesehen sind, besitzen diese Möglichkeit ohnehin nicht. Daher ist ein externer Antennenkoppler so oder so unumgänglich, wenn die Antenne auf anderen KW-Bändern betrieben werden soll.

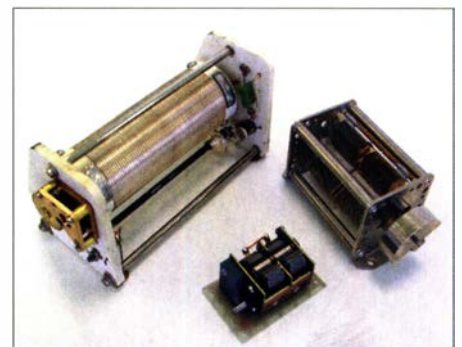


**Bild 1:** Kompletter Aufbau des Antennenkopplers mit Feinantrieb der Rollspule

**Bild 2:** Drehkondensatoren für kleinere und größere HF-Leistung und eine Rollspule

aber eine sehr gute Fertigungsmöglichkeit voraus. Eine gute Alternative stellen Amateurfunkflohmärkte dar. Der auf der Ham Radio bietet die größten Erfolgsaussichten, die benötigten Bauteile zu finden. Dort wurden in den vergangenen Jahren immer wieder Rollspulen und Drehkondensatoren angeboten. Bild 2 zeigt geeignete Exemplare. Neue Drehkondensatoren sind auch bei der Otto Schubert GmbH ([www.schubert-gehaeuse.de](http://www.schubert-gehaeuse.de)) verfügbar. Die Rollspule L1 sollte eine Induktivität von mindestens  $70 \mu\text{H}$  haben und die Drehkondensatoren Kapazitäten von je etwa  $300 \text{ pF}$  besitzen. Von den Drehkondensatoren in Bild 2 hat der rechte einen größeren Plattenabstand – er ist somit für höhere Sendeleistungen geeignet. Der kleine Drehkondensator weist einen geringeren Plattenabstand von nur  $0,07 \text{ mm}$  auf, besitzt bei  $100 \text{ W}$  jedoch noch eine ausreichende Spannungsfestigkeit. Ich habe die kleinere Variante verwendet.

In Bild 3 ist die Schaltung des kompletten Antennenkopplers dargestellt. Die beiden Drehkondensatoren und die Rollspule bil-

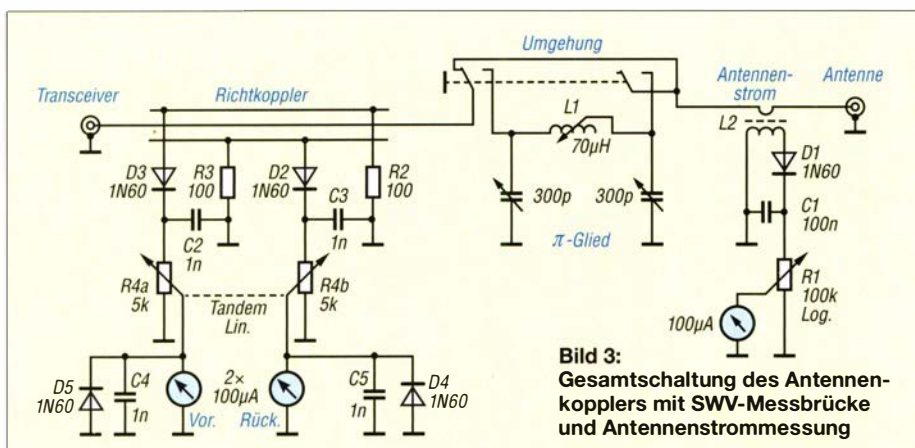


trotdem an die  $50 \Omega$  Systemimpedanz des Transceivers angepasst werden, damit möglichst viel Sendeleistung über die Antenne abgestrahlt werden kann.

Die meisten modernen KW-Transceiver verfügen bereits über einen eingebauten Antennentuner, allerdings mit eingeschränktem Anpassbereich, deswegen ja auch -tuner und nicht -koppler genannt. Besonders kleine und kompakte Transceiver, die meist

Fertigeräte sind von unterschiedlichen Herstellern mit verschiedenen Belastbarkeiten verfügbar. Doch der Selbstbau eines manuell einstellbaren Kopplers mit den dazu benötigten Komponenten ist gar nicht so schwierig und meist kostengünstig möglich, denn er besteht hauptsächlich aus Spulen und Kondensatoren. Eine Rollspule oder einen Drehkondensator selbst zu fertigen, ist zwar möglich, setzt

den ein Tiefpassfilter. Die Bezeichnung dieses Antennenkopplers variiert: Aufgrund der Anordnung von Spule und Kondensatoren sind  $\pi$ -Filter oder Collins-Filter geläufig. Ein großer Vorteil besteht darin, dass sie aufgrund der drei eingesetzten Elemente eine höhere Flankensteilheit aufweisen als die meist aus nur einem Spulen- und einem Kondensatorpaket bestehenden Automatikkoppler.

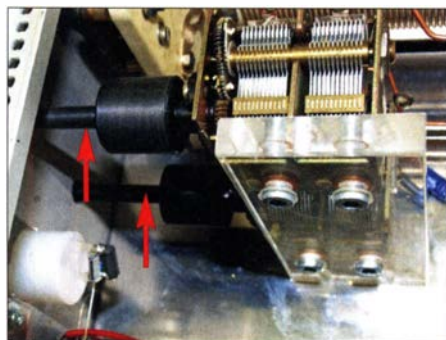


**Bild 3:** Gesamtschaltung des Antennenkopplers mit SWV-Messbrücke und Antennenstrommessung

## ■ Mechanischer Aufbau

Das Gehäuse sollte aus Metall, ob Stahl oder Aluminium, bestehen. Die Bilder 4 und 5 zeigen eine mögliche Befestigung der Drehkondensatoren. In meinem Fall habe ich stabiles Acrylglas verwendet, um beide am Blechboden des Gehäuses zu befestigen. Ein anderer Kunststoff oder Holz ist ebenfalls verwendbar. Von einer Metallhalterung ist abzuraten – bei Anpassversuchen gab es damit einige Schwierigkeiten. Die Rollspule wird ebenfalls am Bodenblech verschraubt

Um die Drehkondensatoren von der Frontseite aus bedienen zu können, muss eine



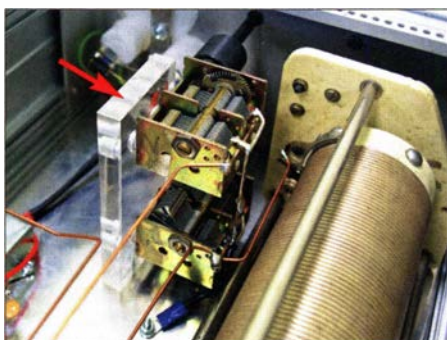
**Bild 4: Achsverlängerungen der beiden Drehkondensatoren**

Verlängerung der Achsen her. Solche Achsverlängerungen, wie in Bild 4 zu sehen, findet man u. a. im Elektronikzubehör. Um sich vor elektrischen Überspannungen zu schützen, die bei eventuellen Fehlanpassungen an der Rotorachse vorkommen können, müssen die Verlängerungen aus Kunststoff bestehen, keinesfalls aus Metall.

Trotzdem sollte man immer mit kleiner Sendeleistung anpassen. Das ist nicht anders als bei jedem moderne KW-Transceiver mit einem eingebauten Antennentuner, der immer mit kleiner Leistung eine Anpassung sucht, bevor er wieder automatisch hochregelt.

Über die Größe des Gehäuses und die Position der Komponenten kann jeder selbst entscheiden. Nur sollten man die Drehkondensatoren und die Rollspule nicht zu dicht zueinander und zum Gehäuse anbringen. Bei der Rollspule ist es ebenfalls wichtig, dass die Achsverlängerung aus nichtleitendem Material besteht. Ratsam ist, den Antrieb der Rollspule mit einem Feintrieb zu versehen. Bei Conrad Electronic ist z. B. der Mentor-Feintrieb mit 6:1-Untersetzung (Bestellnr. 2162585) erhältlich. In meinem Fall ist es der in Form eines Präzisionsdrehknopfes erhältliche Feintrieb samt zusätzlicher Kurbel, siehe Bild 1.

Auf der Rückseite des Gehäuses befinden sich die SO239-Buchsen für den Transceiverausgang und den Eingang der Speiseleitung, siehe Bild 6. Darunter ist eine Erdungsbuchse und dazwischen der zweipolige Umschalter angeordnet, siehe Bild 6. Die Erdungsbuchse ist wichtig und sollte



**Bild 5: Befestigung der Drehkondensatoren auf einer Acrylglasplatte**

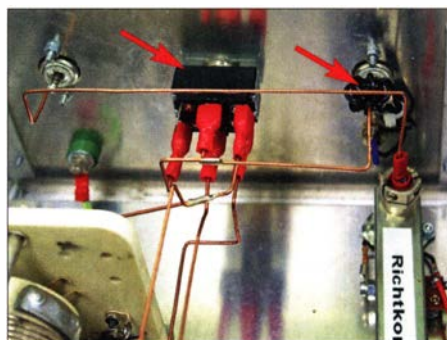
eingedenk des Merksatzes „Erde dein Gerät, bevor dein Gerät dich erdet“ nicht vergessen werden. Der zweipolige Umschalter dient dazu, die beiden SO239-Buchsen direkt miteinander zu verbinden und so den Antennenkoppler bei Bedarf zu überbrücken. Der Schalter erspart eine Menge Arbeit beim Umstecken der Koaxialkabel. Es sollte eine sehr robuste und hochbelastbare Ausführung zum Einsatz kommen. Ich verwendete den in Bild 9 zu sehenden Kipp-schalter KN3(C)-201A, der z. B. bei Pollin verfügbar ist, Bestellnr. 420024.

### ■ SWV-Messbrücke

Nicht alle KW-Transceiver bieten die Möglichkeit, intern das Stehwellenverhältnis (SWV) zu messen. In diesen Fällen muss zwischen Transceiver und Antennenkoppler ein SWV-Meter eingesetzt werden. Um den Verkabelungsaufwand zu reduzieren, habe ich in diesen Koppler eine SWV-Messbrücke integriert.

Ein Richtkoppler hat die Aufgabe, richtungsabhängig einen kleinen Teil der HF-Spannung abzuzweigen, bevor sie zur Antenne gelangt, sodass sich damit die Vorwärts- und die Rücklaufenergie bestimmen lassen. Die abgegriffene Spannung richtet dann die Dioden D2 und D3 gleich, bevor sie über das Tandempotenzio-meter R4 abgegriffen und auf einem Kreuzzeigerinstrument angezeigt wird. R2 und R3 sind die Abschlusswiderstände mit 1 % Toleranz an den jeweils gegenüberliegenden Enden der Koppelleitungen.

Der Aufbau lässt sich relativ einfach realisieren. Die Bilder 7 und 8 zeigen das Alu-



**Bild 6: Umgehungsschalter und Ringkernanordnung für die Antennenstrommessung**

minium-U-Profil und die Abstandhalter aus Kunststoff sowie die drei 3 mm dicken Messingstäbe des Richtkopplers – Kupferstäbe sind ebenfalls verwendbar. Die Stäbe sind mit den beiden Kunststoffhaltern in das Profil einzusetzen und mit Klebstoff zu fixieren. Nach dem Aushärten werden D2, D3, C2, C3 und R2, R3 entsprechend Bild 3 an die Messingstäbe verlötet. Der fertige Richtkoppler wird dann mit M3-Schrauben am Bodenblech des Gehäuses verschraubt.

Wer sich den Aufbau des hier gezeigten Richtkopplers ersparen möchte, kann vom



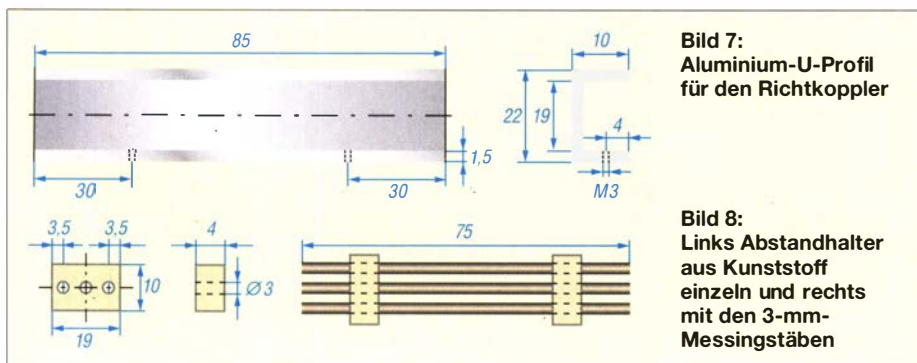
**Bild 9: Verwendeter Umgehungsschalter KN3(C)-201A**

Flohmarkt ein kostengünstiges SWV-Messgerät erwerben und dessen Komponenten verwenden. Ein Kreuzzeigerinstrument konnte ich ebenfalls auf dem Flohmarkt in Friedrichshafen erwerben – es ist auch bei Händlern im Internet verfügbar.

### ■ Antennenstrommessung

Wie in Bild 3 zu sehen, befindet sich am Antennenausgang des Kopplers mit D1, C1 und T1 ein kleine aber nützliche Schaltung, die zur Messung des relativen Antennenstroms dient. Wurde beim Abstimmen ein Resonanzpunkt gefunden, kann es trotzdem vorkommen, dass der Antennenstrom niedriger ist als vermutet. In dem Fall wird viel HF-Eingangsleistung im Koppler in Wärme umgesetzt. In diesem Fall ist nach einem anderen Anpassungspunkt zu suchen, bei dem ein höherer Antennenstrom vorhanden ist und somit mehr Leistung zur Antenne gelangt.

Die Schaltung ist einfach aufzubauen und unkritisch. Es ist lediglich ein Ferrit-Ring-kern von etwa 12 mm Durchmesser – z. B. FT50-43 o. ä. – mit 8 Wdg. bis 12 Wdg.



**Bild 7: Aluminium-U-Profil für den Richtkoppler**

**Bild 8: Links Abstandhalter aus Kunststoff einzeln und rechts mit den 3-mm-Messingstäben**



**Bild 10: Externe Antennenstromanzeige mit Abschwächer**  
Fotos: DL5ABF

dünnen Litze zu bewickeln, über die Zuleitung am Antennenausgang zu schieben und zu fixieren, wie in Bild 6 rechts zu sehen. An einem Ende der Litze werden die Diode D1 und der Kondensator C1 gelötet – das andere Ende liegt auf Masse. Die

Antennenstromanzeige samt Potenziometer habe ich aus Platzgründen als externes Gerät ausgelegt, Bild 10.

Beim Senden wird ein geringer Teil der HF-Ausgangsleistung in den Ringkern induziert und durch die Diode D1 gleichgerichtet. Der Kondensator C1 dient dazu, die restlichen HF-Anteile gegen Masse abzuleiten. Die Gleichspannung gelangt über das als Spannungsteiler arbeitende Potenziometer R1 zum 100- $\mu$ A-Messinstrument. Nach dem Abstimmen ist der Schleifer von R1 nach Masse zu drehen, damit der Zeiger des Instruments beim Senden mit einer dann höheren Leistung nicht den Anschlag erreicht.

■ **Abschließende Hinweise**

Die Verdrahtung sollte mit Kupferdraht von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt erfolgen

– keine Litze verwenden. Eher instabile Verdrahtungen mit feindrahtigen Kabeln sind unbedingt zu vermeiden, da dies zu unerwünschten Schwingungen und Problemen beim Abstimmen führen kann. Alle Komponenten sind im Gehäuse zu verschrauben und die Kupferdrähte sind starr zu verlöten.

Eine optionale koaxiale Mantelwellendrossel direkt vor dem Koppler dämpft Mantelwellen. Wichtig ist, den Antennenkoppler zu erden.

Mit diesem Antennenkoppler habe ich verschiedene Formen von Antennen angepasst und bisher entsprechend den Ausbreitungsbedingungen gute Ergebnisse auf KW erzielt, oft auf dem 20-m-, 40-m- und 80-m-Band. Ich wünsche allen viel Freude und Erfolg beim Bau des Geräts.

dl5abf@web.de

## PTT-Abschaltung beim Abstimmen

WOLFGANG BREMER – DL2DUA

Viele Icom-Transceiver besitzen eine Buchse, über die sich ein Antennenkoppler steuern lässt. Kommt zusätzlich eine Endstufe zum Einsatz, muss diese beim Abstimmvorgang auf Stand-by bleiben. Die notwendige Unterbrechung der PTT-Leitung realisiert der hier beschriebene Zusatz.

Beim Betrieb von Transistor-Endstufen ohne Antennentuner wird ein externer Antennenkoppler benötigt. Im Eifer kann es passieren, dass man das Abschalten der Endstufe vor dem Abstimmvorgang vergisst – das kann durch die dann zeitweise vorhandene Fehlanpassung zur Beschädigung der Endstufentransistoren führen.

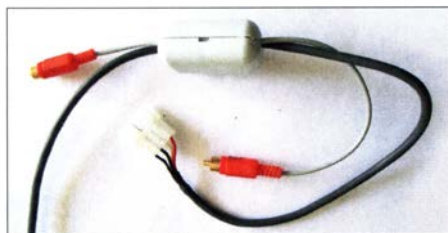
ausgewertet werden. Im normalen Betrieb ist das Relais angezogen. Der Kontakt verbindet den PTT-Ausgang an der Buchse *Send* des IC-7300 mit dem PTT-Eingang der Endstufe. Auf diese Weise wird jedesmal, wenn der Transceiver auf Senden schaltet, auch die Endstufe zugeschaltet. Betätigt man hingegen die *Tune*-Taste am IC-7300, fällt das Relais ab, was die PTT-Verbindung zur Endstufe unterbricht – sie bleibt im Bypass-Betrieb. 500 ms später startet der Transceiver den Abstimmvorgang mit verminderter Sendeleistung. Ist

der Abstimmvorgang abgeschlossen und somit an *Start* und an *Key* Ruhepegel vorhanden, zieht nach Verzögerung durch C1, R5 das Relais an, wodurch die PTT-Leitung wieder vom Transceiver zur Endstufe durchgeschaltet wird.

Da das verwendete Relais zwei Umschaltkontakte hat, lässt sich am bisher nicht genutzten Kontakt eine LED mit Vorwiderstand schalten, die dann den Abstimmvorgang signalisiert. Da nur wenige Bauelemente erforderlich sind, habe ich den Zusatz auf einer Universalplatine verdrahtet und am Ende in ein kleines Kunststoffgehäuse eingebaut.

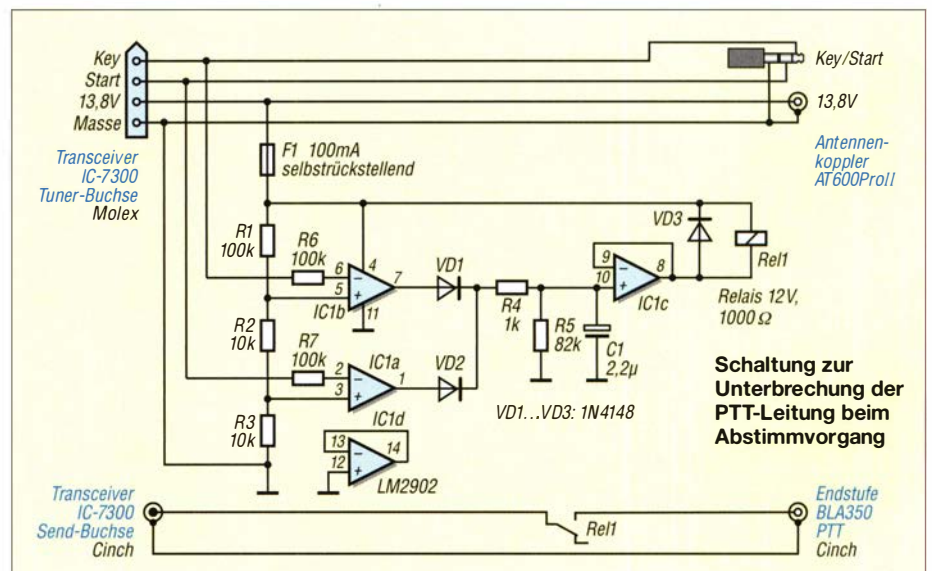
Diese Zusatzschaltung habe ich nur in der genannten Kombination getestet. Sie müsste jedoch auch an allen Icom-Transceivern mit Tuner-Steuerbuchse und zusammen mit beliebigen Kopplern funktionieren. Eventuell sind die Schaltpegel über die Widerstände R1, R2 und R3 anzupassen.

wabrem@web.de



**Modifiziertes Verbindungskabel**  
Foto: DL2DUA

Ich betreibe folgende Kombination: Transceiver Icom IC-7300, Endstufe RM Italy BLA350 und Antennenkoppler LDG AT-600ProII im Semi-Mode. Um den Abstimmvorgang gegen Fehlbedienungen abzusichern und das manuelle Abschalten der Endstufe zu umgehen, baute ich die hier beschriebene Zusatzschaltung. Sie wird in das Verbindungskabel zwischen IC-7300 und Antennenkoppler eingefügt. Das vierpolige Kabel zwischen der Tuner-Steuerbuchse des Icom-Transceivers und dem Antennenkoppler beinhaltet die Betriebsspannung und die Steuerleitungen *Start* und *Key*, deren Pegel



**Schaltung zur Unterbrechung der PTT-Leitung beim Abstimmvorgang**

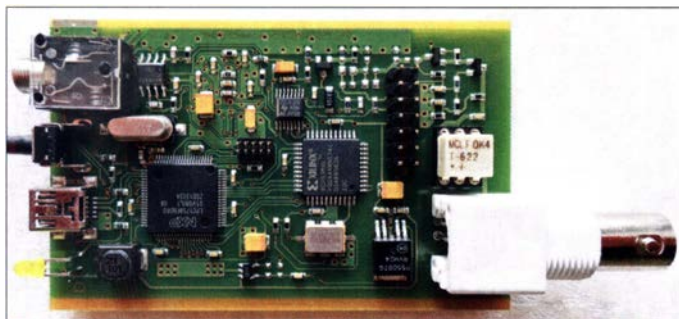
# FiFi-SDR als Basis einer Empfangsstation für Digimodes

ERWIN SERLÉ – PE3ES

**Obwohl die betreffende Bastelaktion des Fichten-Fielddays schon mehr als zehn Jahre zurückliegt, ist der FiFi-SDR in Verbindung mit leistungsfähiger Software auch heute noch ein vergleichsweise leistungsfähiger Empfänger, der sich auch für Digimodes erfolgreich einsetzen lässt. Im Folgenden werden dazu Hinweise und Anregungen für die Praxis gegeben.**

Nachstehend beschreibe ich meine Erfahrungen mit dem FiFi-SDR als Komponente einer leistungsfähigen Empfangsstation für digitale Sendarten wie FT8 oder WSPR. Diese Lösung vergleiche ich mit einem herkömmlichen Transceiver. Darüber hinaus zeige ich, welche Software heutzutage in diesem Zusammenhang eingesetzt werden kann.

FiFi-SDR-Bausatz bestellen, der auch kurz darauf geliefert wurde. Der Aufbau gestaltete sich sehr einfach. Lediglich einige größere Bauteile, wie die BNC-Buchse, die 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchse und die Stiftleiste zur Verbindung der beiden Platinen waren noch aufzulöten, siehe Bild 1. Nach dem Zusammenstecken von Haupt- und Preselektorplatine (Bild 2) schob ich beide



**Bild 1:** Der weitaus größte Teil der Bauelemente des FiFi-SDR befindet sich auf der Oberseite der Hauptplatine.

Nachdem ich eine Reihe von Anpassungen an den Linux-Treiberdateien vorgenommen hatte, gelang es mir auch, eine gut funktionierende Digimode-Empfangsstation aus FiFi-SDR und Raspberry Pi4 zu bauen.

## FiFi-SDR-Empfänger

Im Jahr 2010 wurde das FiFi-SDR-Bastelprojekt vom OV Lennestadt des DARC e. V. erstmals vorgestellt [1], ein Jahr später kam ein passender Preselektor hinzu [2]. Von 2011 bis 2020 war das Ganze als preisgünstiger Bausatz im Sortiment des FA-Lesserservice zu finden.

Vor einiger Zeit geriet der Empfänger wieder in mein Blickfeld, als ich im Internet nach aktueller SDR-Hardware suchte. Ich hatte Glück und konnte mir noch einen

in das mitgelieferte Aluminiumgehäuse ein und verschraubte es anschließend.

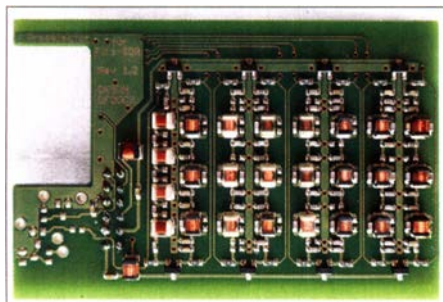
## Software

Erst die richtige Software verwandelt die beiden bestückten Platinen in ein „Radio“. Zum Lieferumfang des Bausatzes gehörte deshalb eine CD-ROM mit entsprechenden Treibern und SDR-Programmen.

## Firmware und Treiber

Das FiFi-SDR basiert auf einem Schaltkreis vom Typ Si570 als abstimmbarem Oszillator. Daher ist eine dazu passende Software erforderlich. Die meisten Informationen über das FiFi-SDR sind inzwischen nicht mehr auf der Seite des OV Lennestadt zu finden, sondern auf <https://o28.sischa.net/fifisdr/trac/wiki>, ebenso die Seite mit der Benutzer-Software. Wer eine allgemeine Übersicht sucht, sollte sich auf der Webseite [http://f4dan.free.fr/sdr\\_eng.html](http://f4dan.free.fr/sdr_eng.html) umschauen.

Eine vollständige Basis für die Steuerung des Si570 wurde einst von Fred Krom, PE0FKO, mit seinem CFGSR-Tool für das SoftRock-Projekt gelegt, das ebenfalls den Si570 verwendet. Mit diesem Programm können viele Änderungen an den Einstellungen und der Firmware vorgenommen werden, siehe <https://pe0fko.nl> und Bild 3.



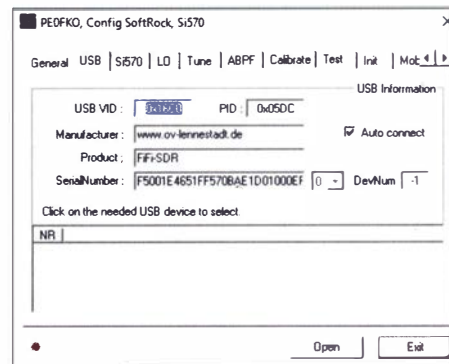
**Bild 2:** Auf der Platine des Preselektors sind insgesamt acht Filterzüge untergebracht.

Eine Warnung ist hier angebracht: Es sind Einstellungen möglich, die zum Ausfall des Geräts führen können. Dies widerfuhr auch mir und die schnellste Lösung war, eine neue Firmware zu laden.

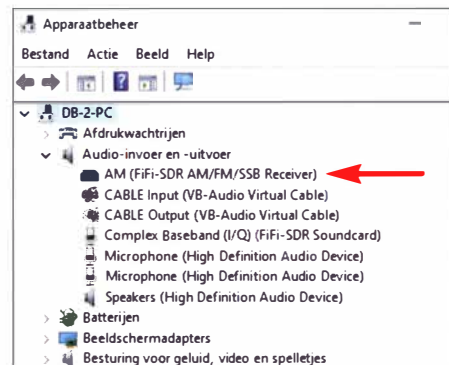
Mit dem FiFi-SDR ist das sehr einfach zu bewerkstelligen: Man betätigt im noch ausgeschalteten Zustand den schwarzen Tastknopf und hält ihn auch dann noch gedrückt, wenn man das Gerät mit dem USB-Anschluss des Computers verbindet und auf diese Weise einschaltet und mit Strom versorgt. Dann erkennt der Computer das FiFi-SDR als USB-Massenspeichergerät. In das entsprechende Verzeichnis lässt sich nun die Firmware kopieren, um eine alte oder defekte zu ersetzen. Danach sollte alles wieder so funktionieren, wie es sich gehört. Besser ist es, rechtzeitig ein Backup dieser standardmäßig installierten Firmware auf die beschriebene Weise zu erstellen, bevor man etwas ändert. Fred Krom hat die ExtIO-DLL-Datei für den Si570 erstellt, die zur Steuerung unterschiedlicher Si570-basierter SDR-Hardware über den USB-Port benötigt wird. Die Einbindung des FiFi-SDR ist dann wie in Bild 4 im Windows-Gerätemanager sichtbar.

## HSDR und RadioJet

So muss beispielsweise bei der Software HSDR ([www.hdsdr.de](http://www.hdsdr.de)) die ExtIO-DLL-Datei in deren Installationsverzeichnis kopiert werden. Beim Starten von HSDR findet das Programm dann automatisch



**Bild 3:** Die Software von PE0FKO bietet eine Vielzahl von Konfigurationsmöglichkeiten.



**Bild 4:** Anzeige des installierten FiFi-SDR im Windows-Gerätemanager



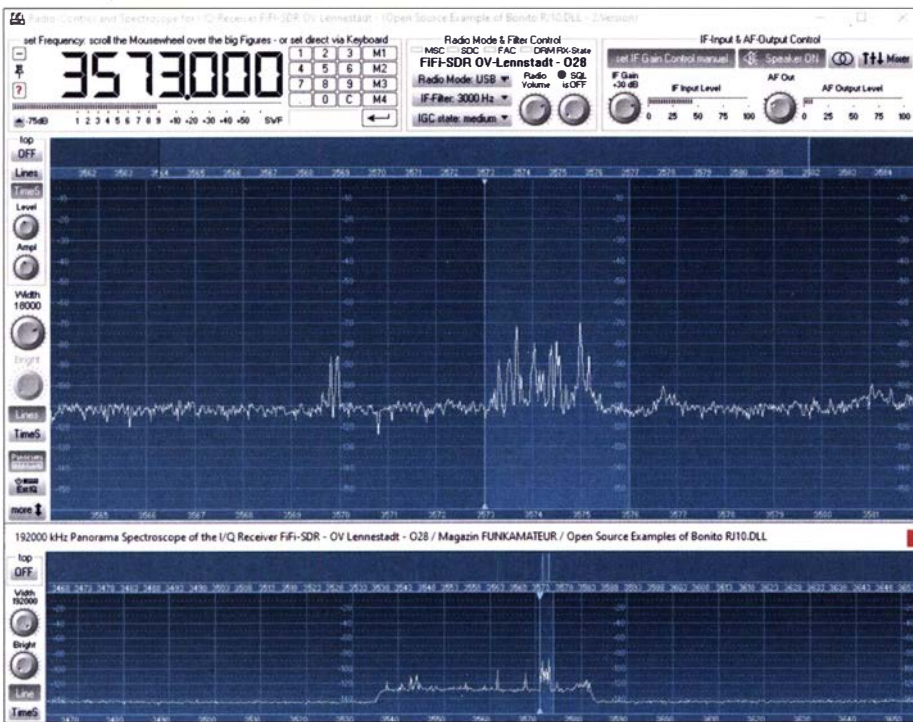


Bild 5: Programmoberfläche von RadioJet für das FiFi-SDR

diese DLL-Datei und kann das FiFi-SDR entsprechend steuern. Ein weiteres Beispiel für leistungsfähige Software ist die *RadioJet*-Entwicklung von Peter Walter (Bonito), [www.bonito.net/manuals/radiojet/sites/en\\_RJ10FiFi.htm](http://www.bonito.net/manuals/radiojet/sites/en_RJ10FiFi.htm). Angesichts ihrer Möglichkeiten ist sie sowohl für den Rundfunkempfang als auch die DX-Jagd gut geeignet, Bild 5 vermittelt davon einen Eindruck.

WSPR und FT8 auf dem PC

Es ist also recht einfach, den Empfänger zum Laufen zu bringen. Doch das ist erst der Anfang. Ich hatte mir vorgenommen, das FiFi-SDR zum Empfang von WSPR und FT8 zu verwenden. Dies ist mit den beiden als Beispiel genannten Softwarelösungen allein nicht möglich. Es wird zusätzlich zumindest ein FT8- oder WSPR-Decoder benötigt. *WSJT-X* oder *JTDX* sind die naheliegende Wahl.

In diesem Fall erfolgt die Steuerung der eingesetzten SDR-Software durch den ausgewählten Decoder. Dazu ist in der Regel ein virtuelles COM-Port-Kabel zu verwenden. Dieses überträgt die CAT-Befehle vom Decoder zur SDR-Software. Lösungen wie *com0com*, *VSPE* oder *Eltima* stehen beispielsweise zur Auswahl. Wie das Ganze im Detail funktioniert und welche weiteren Varianten noch verfügbar sind, werde ich in einem späteren Beitrag beschreiben. *JTDX* und *WSJT-X* verwenden beide die *Hamlib*-Bibliothek zur Steuerung angeschlossener Funkgeräte. Auch die Gruppe der *Hamlib*-Software-Autoren soll hier nicht ungenannt bleiben. Sie haben gerade ihre Gerätedefinitionsdateien um eine FiFi-

SDR-Gerätebeschreibung erweitert. Wenn die kompilierten und daher direkt nutzbaren Programme von *WSJT-X* und *JTDX* diese neuen Hamlib-Bibliotheken an Bord hätten, könnte man den Schritt SDR-Software plus virtueller COM-Port überspringen und die CAT-Befehle direkt vom Decoder an das FiFi-SDR senden, siehe <http://hamlib.sourceforge.net/sup-info/rigmatrix.html>.

Damit sind wir schon einen Schritt weiter als zu jener Zeit, als beispielsweise für *FLDigi* eine spezielle Version erstellt werden musste, die so etwas konnte, siehe <https://o28.sischa.net/fifisdr/trac/wiki/StandaloneReceiver#no1>. Die Hamlib-Bibliothek war damals noch nicht in der Lage, USB-Geräte zu steuern.

Es stellt sich nun die Frage, woher das NF-Signal kommen soll, wenn die SDR-Software es nicht auf ein virtuelles Audiokabel

legt, das sich in den Audioeinstellungen des Decoders auswählen lässt. Hier zeigt sich, wie vorausschauend die integrierte USB-Lösung ist, die über den USB-Port des Computers sowohl die Steuersignale als auch das I/Q-Signal und ein demoduliertes Audiosignal liefert, siehe Bild 6.

Man sollte also das neueste *JTDX* oder *WSJT-X* installieren, das FiFi-SDR anschließen und im Gerätemanager prüfen, ob alle Geräte sichtbar sind. Dann sind die Decoder-Software zu öffnen und die Konfiguration korrekt einzustellen.

Praxistest und Vergleich

Ich verglich das FiFi-SDR mit einem meiner anderen Transceiver, dem Yaesu FT-450D, und wertete die decodierten Daten in den bekannten FT8-Frequenzbereichen aus, siehe [www.pskreporter.de](http://www.pskreporter.de).

Da mir die technischen Möglichkeiten fehlen, zwei Empfänger gleichzeitig an einer

**Anzahl der Spots auf pskreporter als Ergebnis des JTDX-Empfangstests**

FiFi-SDR	FT-450D	Band [m]	Zeit [h]	Kombination Funkgerät/Antenne
463	433	80	2	1/1, 2/2
881	826	80	6	1/1, 2/2
903	564	80	6	1/2, 2/1
196	184	20	1	1/2, 2/1
641		80	12	Raspberry Pi4

Antenne zu betreiben, habe ich eine Kompromisslösung gewählt und kombinierte zunächst Gerät 1 und Antenne 1 sowie Gerät 2 und Antenne 2 und anschließend Gerät 1 und Antenne 2 sowie Gerät 2 und Antenne 1. Die Ergebnisse sind in der Tabelle aufgelistet und werden zudem von den Bildern 8 und 9 illustriert.

FiFi-SDR und Raspberry Pi

Wer mit einer Suchmaschine im Internet stöbert und die einschlägigen Seiten aufruft, findet stets neue Informationen zu den

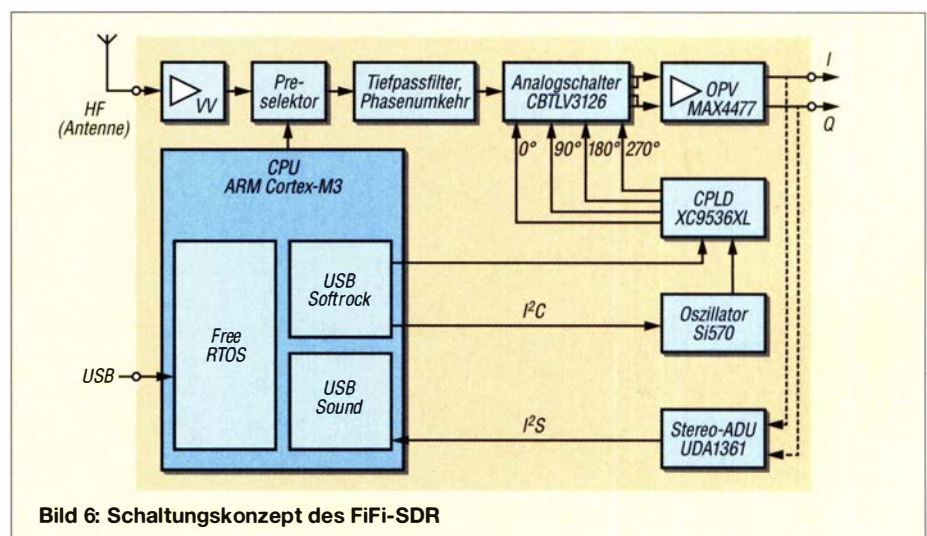
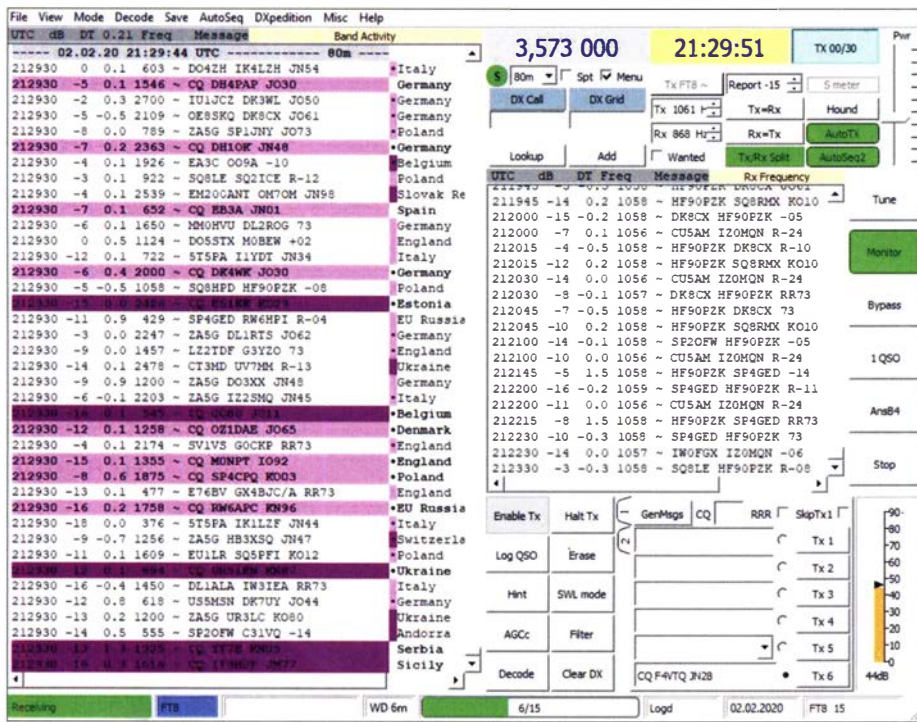


Bild 6: Schaltungskonzept des FiFi-SDR



**Bild 7: JTDX-Empfang auf 80 m mit FiFi-SDR und Windows-PC**

Themen SDR und Linux, der Betriebssystem-Plattform des Raspberry Pi. Da die Entwicklung sehr rasch voranschreitet, mussten z. B. die verfügbaren Treiber für die Software *Quisk* modifiziert werden, um die für *Python 2* geschriebene Version wieder auf *Python 3* nutzbar zu machen. Es handelt sich um das Script *quisk\_hardware\_fifisdr.py*.

Die modifizierte Treiberdatei und weitere Software-Komponenten stehen im Download-Bereich auf [www.funkamateurl.de](http://www.funkamateurl.de) als Ergänzung zu diesem Beitrag zur Verfügung. Es müssen mehrere Programme mit ihren Abhängigkeiten installiert werden. Man sollte Zugriff auf das an USB angeschlossene Gerät haben. Damit nicht nur der Nutzer *Root* Zugriff auf das FiFi-SDR

hat, sollte eine *udev*-Regel in */etc/udev/rules.d* eingerichtet werden:

```
$ sudo nano local.rules
ATTRS(idVendor)=="16c0",
ATTRS(idProduct)=="05dc",
GROUP="plugdev"
```

Dies hat u. a. Markus Bühler, DK9MBS, beschrieben. Wer einige Tests z. B. mit *Quisk* oder *FLDigi* durchführt, wird auch die speziellen Namen für Soundkarten herausfinden, die Linux und Raspbian verwenden. Der Befehl

```
$ dmesg | grep USB
```

ruft die Liste der über USB eingebundenen Geräte auf. Für Windows-Benutzer ist das Ganze etwas gewöhnungsbedürftig. Moti-

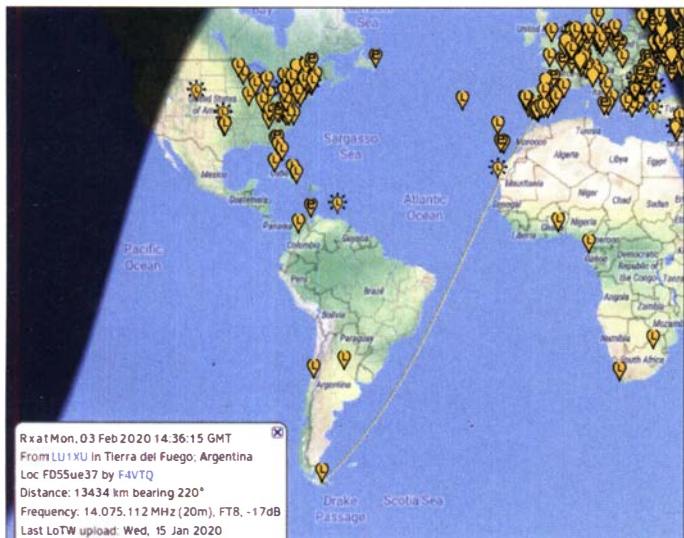
vierend wirkt dabei die Tatsache, dass das neueste WSJT-X aus dem Raspbian-Repository auch die neueste Hamlib-Bibliothek verwendet. Ein Treiber, der für den an den USB-Port des Raspberry Pi4 angeschlossenen FiFi-SDR geeignet ist, wird dann direkt über die CAT-Schnittstelle steuerbar.

## Andere SDR-Software

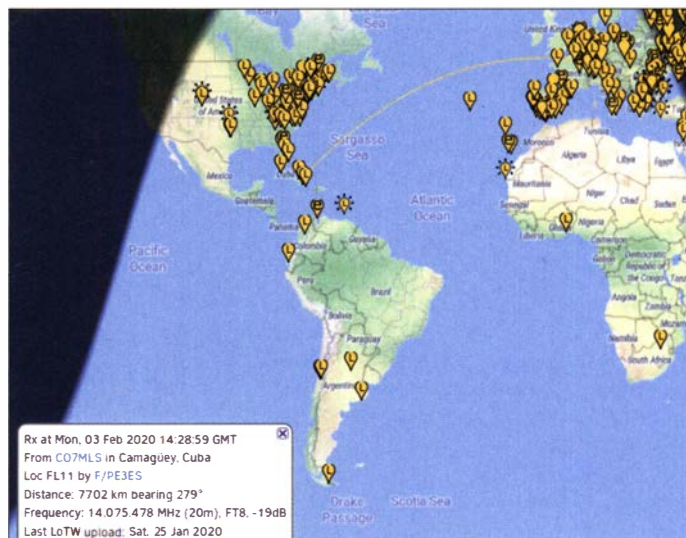
Die Auswahl an SDR-Software ist relativ groß. Das FiFi-SDR mit der erwähnten Ext-IO-DLL-Lösung funktioniert z. B. auch mit *SDR Console*, *Power-SDR* und *SDR#*. Mir ist in diesem Zusammenhang allerdings aufgefallen, dass die Signalqualität von *Power-SDR* hinter der von *SDR Console* zurückbleibt.

Die CAT-Steuerung all dieser SDR-Software bietet manchmal neue Herausforderungen, z. B. hinsichtlich der Neutralisierung eines unerwünschten Offset-Werts. Das SDR-Programm stellt die gewünschte Frequenz oft 10 kHz oder 12 kHz niedriger ein als die tatsächliche Empfangsfrequenz. Auch wenn man eine Decoder-Software ein neues Band wählen lässt, kann dies geschehen. Dann ist eine manuelle Korrektur nötig, bevor der gewünschte Frequenzbereich gefunden wird und die Daten-Decodierung startet. Ob dieses Problem auftritt, lässt sich schnell feststellen, wenn man CFGSC gleichzeitig mit der Decoder- und der SDR-Software geöffnet hat, so wie in Bild 10. Die Lösung des Offset-Problems wird im Internet ausführlich beschrieben, siehe <https://o28.sischa.net/fifisdr/trac/wiki/Frequenzabgleich>.

Ein anderes erfolgreiches Herangehen bieten WSJT-X und JTDX. Intern kann man dort den Offset-Wert für jedes Frequenzband angeben: Funktionstaste *F2* → *Frequencies* → *Station Information* → rechte Maustaste → *Insert* und dann z. B. *-0,012* für jedes benutzte Band eintragen.



**Bild 8: Die Empfangsergebnisse des FiFi-SDR sind durchaus beachtlich und liegen...**



**Bild 9: ... mindestens gleichauf mit denen des Vergleichsgeräts Yaesu FT-450D.**

### ■ Frequenzkalibrierung

Die gewünschte Kalibrierungskorrektur findet man am einfachsten, indem man eine WSPR-Station auswählt und dann die Spots anderer Einträge mit den eigenen in der [WSPRNET.org](https://wspn.net.org/drupal/wspnnet/spots)-Datenbank vergleicht. Dies lässt sich realisieren, indem z. B. ein Teil der Datenbank in ein Berechnungsprogramm kopiert und dann der Durchschnitt, der Median oder der Durchschnitt ohne Ausreißer ermittelt wird, siehe <https://wspn.net.org/drupal/wspnnet/spots>.

### ■ Automatisches Arbeiten auf unterschiedlichen Bändern

Für WSPR ist dies naheliegend, denn das sogenannte *Band Hopping*, das Joe Taylor, KI1T, entwickelt hat, schlägt eine bestimmte Sequenz vor, um die Chance der Decodierung zu maximieren. 160 m beginnt um 0 min, 20 min und 40 min nach der vollen Stunde, gefolgt von 80 m bei 2 min, 22 min und 42 min usw. bis zehn Bänder abgeschlossen sind.

Nicht jeder WSPR-Nutzer scheint dies zu wissen oder tut es. In einer Ära von Multiband-Decodern und -Lösungen ist es auch weniger notwendig, als in der Anfangszeit von WSPR. Mit WSJT-X lassen sich die Zeitrahmen auf der Registerkarte *Zeitplanung* festlegen. JTDX bietet diesen Weg nicht. Man kann jedoch einen Zeitplan etwas gröber einstellen, der es beispielsweise ermöglicht, FT8-Frequenzen in rudimentärer Form über den Tag zu schalten.

### ■ Abschließende Bemerkungen

Das zehn Jahre alte FiFi-SDR ist ein noch immer guter Empfänger, der auch mit den neuesten Versionen von JTDX und WSJT-X für FT8 und WSPR kombinierbar ist und auch für andere digitale Modi genutzt werden kann. Es ist eine brauch-

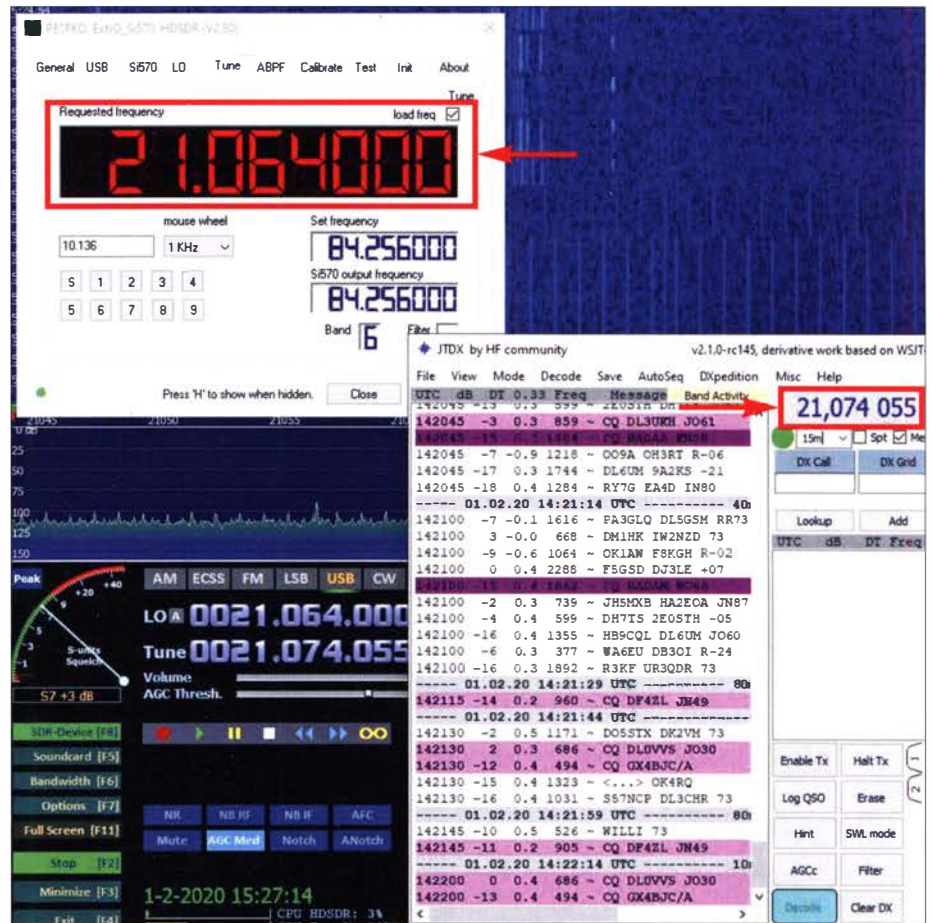


Bild 10: Die Frequenzabweichung ist hier in HSDSR relativ einfach zu erkennen.

bare Einstiegsmöglichkeit für DX-Jäger, egal ob sie sich auf BC-DX konzentrieren oder an den Amateurfunkbändern interessiert sind. Mit einem der zahlreichen SDR-Softwarepakete lässt es sich als Panadapter an ein anderes Funkgerät anschließen, mit allen Vorteilen, die dies bei der Suche nach Signalen auf den Bändern bietet.

Wer sich die Mühe macht, in die interessante Welt von Linux und Raspberry Pi4 ein-

zutauschen, kann in entsprechender Kombination mit dem FiFi-SDR eine kleine, aber leistungsfähige Empfangsstation für Digimodes bauen. *pe3es@veron.nl*

### Literatur

- [1] Schade, S., DL1DRS: Fichten-Fieldday-Projekt FiFi-SDR. FUNKAMATEUR 59 (2010) H. 11, S. 1159-1163
- [2] Scheppe, G., DK5DN: Preselektor für das FiFi-SDR. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 10, S. 1062-1064



Keysight Technologies jetzt neu bei Batronix

- Oszilloskope bis 6 GHz
- Data Akquisitionssysteme
- Digitale Multimeter
- Labornetzeile
- Funktionsgeneratoren
- LCR-Meter
- Frequenzzähler

Jetzt selbst von Batronix überzeugen: [www.batronix.com](http://www.batronix.com)

service@batronix.com  
+49 (0)4342 90786-0



## Effektive vertikale KW-Drahtantennen (4)

RICK WESTERMAN – DJ0IP

Nachdem im vorherigen Teil Tipps für die Auswahl des Mastes und zu seinem Einsatz gegeben wurden, folgen nun Hinweise zu den für Strahler und Dachkapazität verwendbaren Drähten sowie deren Montage und Verbindung.

### ■ Radials

Die Radials sollten aus Kupfer- oder Aluminiumdraht bestehen. Auf der Erde liegende oder in den Erdboden eingebrachte Drähte müssen keine Isolation besitzen. Erhöht angebrachte Radials sollten hingegen immer isoliert sein; es sei denn, man kann nicht mit ihnen in Kontakt kommen.

Die Radials sind mit der Abschirmung der koaxialen Zuleitung zu verbinden. Das klingt einfach, ist es aber nicht. Wenn Sie versuchen, 16 oder mehr Radials anzubringen, kann das Lötten an der Koaxialabschirmung eine Herausforderung darstellen. Traditionelle Installationen verwendeten

### Elevated Radials

Wie schon geschrieben, müssen elevated Radials  $\frac{1}{4} \lambda$  lang und somit resonant sein. Außerdem sollten sie alle gleich lang und möglichst gleichmäßig um den Strahler verteilt sein.

Ihre Abstimmung ist einfach: Beginnen Sie mit nur zwei Radials, die in der gewünschten Höhe in entgegengesetzte Richtungen verlaufen. Statt sie mit der Abschirmung zu verbinden, schließen Sie sie ähnlich einem Dipol an ein kurzes Koaxialkabel an, vorzugsweise über einen 1:1-Strombalun. Nun verändern Sie die Längen auf beiden Seiten gleichmäßig, bis die mit einem Antennenanalysator ermittelte Resonanzstelle die gewünschte Sendefrequenz erreicht. Kommen mehr als zwei Radials zum Einsatz, ist dieser Vorgang bei allen anderen Radialpaaren zu wiederholen. Erst danach werden die Radials an der Anschlussbox befestigt.

### Elevated Radials mit bodennahem Anschluss

Wenn elevated Radials nur in Bodennähe angeschlossen werden sollen, gibt es eine einfache Möglichkeit, sie auf eine Höhe von 2 m oder mehr zu bringen. Dafür sind dünne Seile etwa 50 cm über der gewünschten Höhe am Mast zu befestigen, so wie in Bild 10 dargestellt, welche die Radials in dieser Höhe halten. Versuchen Sie dabei, die gegenüberliegenden Seiten so symmetrisch wie möglich auszuführen.

### ■ Strahler

Bei der Auswahl von Drähten für Strahler und Dachkapazität gibt es elektrische und mechanische Prämissen abzuwägen. Offensichtlich verursacht ein dickerer Draht weniger Verlustleistung. Mechanische Überlegungen schränken jedoch den Drahtdurchmesser ein. Der Grund ist, dass die unteren Segmente von GFK-Teleskopmasten zwar recht dick, ihre oberen jedoch relativ dünn sind. Die Verwendung eines zu dicken und somit zu schweren Drahtes bis zum oberen Ende des Mastes ist eine der häufigsten Bruchursachen. Das betrifft auch die für die Dachkapazität verwendeten Drähte, wobei bei ihnen noch die Verlängerungsseile hinzukommen.

### Draht für den Strahler

Die meisten Antennenbücher empfehlen für Drahtantennen die Verwendung von Drähten mit 2 mm (AWG 12) oder 1,6 mm (AWG 14) Durchmesser. Diese Drähte sind zu dick, um sie an der Spitze eines GFK-Teleskopmastes einsetzen zu können. Die obersten Segmente von GFK-Masten werden diesen dicken Draht bei stärkerem Wind oder gar bei Stürmen nicht sicher tragen. Die Verwendung von zu dickem Draht an der Mastspitze kann zum Bruch des Mastes führen. Führen Sie einen dicken Draht nie bis zur Spitze des Mastes. Der maximale Drahtdurchmesser, der auf den oberen 4 m oder 5 m verwendet werden sollte, beträgt 1 mm (AWG 18). Ich empfehle CQ-532 von Spiderbeam oder DXW-FL von DX-Wire.

Für Anwendungen, die eine höhere elektrische Belastbarkeit erfordern, kann man unterhalb dieses Niveaus einen dickeren Draht verwenden. Doch es gibt eine Alternative, um trotzdem einen möglichst dicken und somit verlustarmen Strahler zu bekommen. Verwenden Sie mehrere parallele Drähte, wie in Bild 9 dargestellt.

Denken Sie daran, dass der maximale HF-Strom am unteren Ende, also am Speisepunkt der Antenne, liegt und zum Ende hin abnimmt. Der zusätzliche Verlust durch die Verwendung dünnerer Drähte zum oberen Ende des Strahlers hin ist vernachlässigbar.

### Befestigung und Führung des Strahlerdrahts am Mast

Der Strahlerdraht lässt sich am einfachsten mit einem UV-beständigen Kabelbinder am Mast befestigen. Binden Sie etwa 5 cm vor dem Ende einen einfachen Überhandknoten in den Draht und halten Sie ihn kurz unterhalb des Mastspitze mit dem Kabelbinder fest. Vergewissern Sie sich, dass sich der Knoten vor dem anschließenden Festziehen oberhalb des Kabelbinders befindet. Da jedes Segment des Teleskopmastes konisch ist, verhindert ein möglichst festgezogener Kabelbinder das Hinunterrutschen.

Der vertikale Strahlerteil sollte etwa eine Umdrehung pro Meter um den Mast gewickelt werden. Auf diese Weise bleibt der Draht nahe am Mast, ohne dass man Kabelbinder oder Klebeband verwenden muss. Durch das Wickeln des Drahts verteilt sich seine Last gleichmäßiger auf den Mast, was wiederum dazu beiträgt, ihn in der Senkrechten zu halten. Außerdem wird dadurch verhindert, dass der Draht im Wind flattert.

Noch ein Hinweis zu Klebeband. Es mag praktisch erscheinen, es von der Rolle in der benötigten Länge abzuschneiden zu können. Doch beim Entfernen des Klebebands vom Mast kann man die Schutzfarbschicht

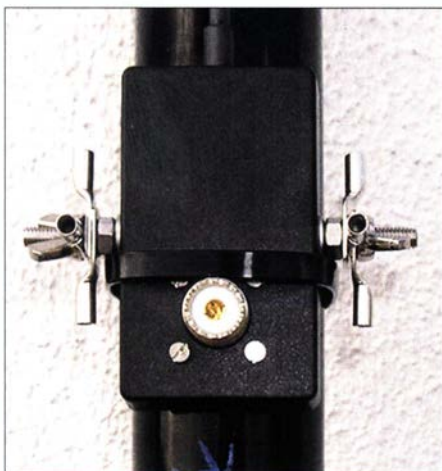
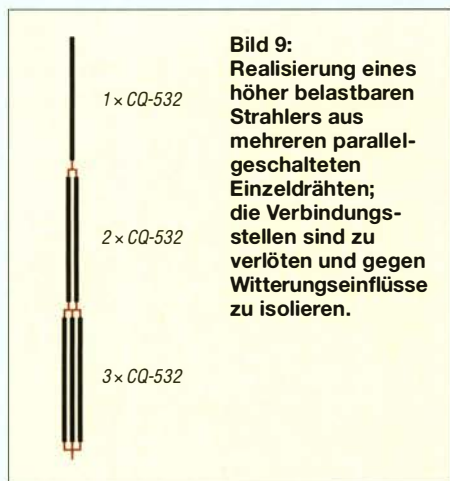


Bild 8: Radialverbinder-Box von Spiderbeam an einem Mast, hier noch ohne Radials

eine Anschlussplatte zum Festschrauben. Doch an dieser lassen sich Radials über kleine Schrauben bei kaltem, eisigem Wetter nur schwierig befestigen. Da ich keine bessere Methode realisieren konnte, habe ich eine Radialverbinder-Box entworfen, Bild 8, die bei Spiderbeam erhältlich ist. An ihr werden die mit Kabelschuhen versehenen Radials mittels einer relativ großen Flügelmutter befestigt, was sich auch mit klammen Fingern noch bewältigen lässt.

Ein zusätzlicher Vorteil der Box ist, dass sie nicht wie die herkömmliche Anschlussplatte mit einer Metallklemme und großen U-Bügeln am Mast befestigt werden muss. Sie lässt sich mit einem einzigen Kabelbinder befestigen und so schnell an einem Mast mit beliebigem Durchmesser anbringen.



**Bild 9:**  
Realisierung eines höher belastbaren Strahlers aus mehreren parallelgeschalteten Einzeldrähten; die Verbindungsstellen sind zu verlöten und gegen Witterungseinflüsse zu isolieren.

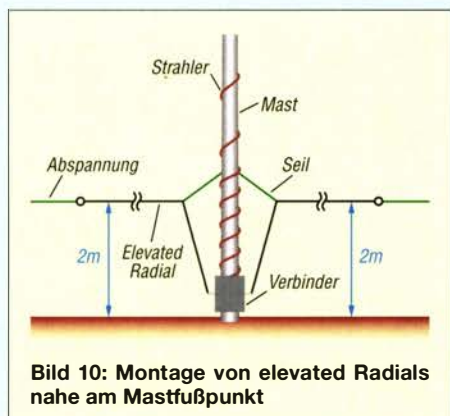
beschädigen. Außerdem ist es mühevoll, wirklich alle Reste der Kleberschicht vom Mast zu bekommen – etwas bleibt immer zurück. Verwenden Sie daher bitte niemals Klebeband direkt auf dem Mast.

Hinweis: Bei Nutzung dickerer oder mehrerer parallelgeschalteter dünnerer Drähte im unteren Teil des Strahlers sollte man das obere Ende des dickeren Teils mit einem Kabelbinder am Mast befestigen, auch wenn der gesamte Strahler um den Mast geschlungen ist. Auf diese Weise zieht seine Masse nicht am darüber liegenden dünnen Drahtstück und den ebenfalls dünneren Mastsegmenten.

Bei einigen der Vertikalstrahlerkonstruktionen wird empfohlen, am unteren Ende 1 m oder 2 m des Strahlers wesentlich öfter um den Mast zu wickeln, als dies im oberen Bereich erfolgt. Je nach Aufbau sind 10 cm Abstand statt 1 m erforderlich. Details sind der jeweiligen Aufbauanleitung zu entnehmen. Diese engeren Windungen sind mit Kabelbindern festzulegen, da sie erfahrungsgemäß schneller zusammenrutschen.

### ■ Dachkapazität

Die für eine Dachkapazität verwendeten Drähte können viel dünner als die des Strahlers sein. 0,4 mm Durchmesser (AWG 26) sind ausreichend. Dickere Drähte sind nicht erforderlich, da sich ja der im Strah-



**Bild 10:** Montage von elevated Radials nahe am Mastfußpunkt

ler fließende Strom auf alle Drähte der Dachkapazität aufteilt und der Strom zum Ende der Antenne ohnehin abnimmt. Dafür liegt an den Drähten eine hohe Spannung an – die Drahtenden sind deshalb außerhalb der Reichweite zu befestigen. Ich empfehle *DXW-UL* von DX-Wire oder *CQ-534* und PVDF-Monofil-Schnur oder 1 mm dickes Kevlar-Seil als Abspannung. Das Seil muss so dünn wie möglich, aber dick genug sein, um bei starkem Wind nicht zu reißen. Kevlar-Seil neigt dazu, Regen festzuhalten und so im Winter zu gefrieren.

Die Mindestanzahl der Drähte für eine Dachkapazität beträgt zwei. Je mehr zum Einsatz kommen, desto größer die Stromunterdrückung und desto kürzer können die Drähte ausfallen. Die Verwendung dickerer Drähte kann aufgrund der seitlich wirkenden Kräfte zum Mastbruch führen.

### Befestigung der Dachkapazität am Strahlerdraht

Die Verbindungstelle zwischen dem senkrechten Strahlerteil und der Dachkapazität ist kritischer, da hier eine gute elektrische Verbindung erforderlich ist, während man gleichzeitig sicherstellen muss, dass die Verbindungsstelle nicht unter mechanischer Spannung steht.

Bild 11 zeigt, wie dies bei einem 18 m langen Mast erfolgen kann. Bei ihm sollte das vorletzte Segment das oberste für die Befestigung der Dachkapazität sein – das obere Ende des letzten Segments ist zu dünn dafür.

Direkt unterhalb der späteren Verbindungsstelle ist zur Zugentlastung der Kabelbinder anzubringen, der bereits zur Befestigung der Strahlerspitze dient. Je zwei Drähte der Dachkapazität werden mit einem Knoten gesichert, wobei, wie beim Strahler, ein 5 cm langes Ende zum Verlöten freibleiben muss.

Vor dem endgültigen Festziehen des Kabelbinders achten Sie darauf, dass sich alle Knoten darüber und direkt am Kabelbinder liegend befinden – ansonsten kann ein Draht herausrutschen. Nun entfernen Sie von jedem Drahtende vorsichtig 2 cm oder 3 cm Isolierung, ohne den Draht an- oder gar durchzuschneiden. Alle Drahtenden werden verlötet und die Verbindungsstelle mit Isolierband oder flüssiger Isoliertinktur wetterfest gemacht.

Noch ein kleiner Tipp: Wickeln Sie an der Stelle, an der sich der Kabelbinder befindet, mehrere Lagen Isolierband um den Mast. Zieht man den Kabelbinder fest, wird das Band zusammengedrückt. Dadurch verbleibt der Kabelbinder an seiner vorgesehenen Position, ohne dass er am Mast herunterrutscht. Das ist aber auch die



**Bild 11:** Befestigung von Strahler und Dachkapazität am Mast vor dem Verlöten der Drahtenden  
Fotos: DH0IP

einzigste Stelle, an der Isolierband direkt auf den Mast gewickelt werden sollte.

### Neigung

Wie bereits in den vorherigen Beitragsteilen geschrieben, spielt die Dachkapazität eine wichtige Rolle bei der Definition des Strahlungswiderstands ( $R_{RAD}$ ) und des im Strahlungsdiagramm erkennbaren Abstrahlverhaltens einer Vertikalantenne. Obwohl beide, z. B. beim Aufbau auf einem Inselstrand, am günstigsten sind, wenn die Drähte der Dachkapazität horizontal verlaufen, lässt sich dies aufgrund fehlender, ausreichend hoher Abspannpunkte oft nicht realisieren. Versuchen Sie in diesem Fall, die Drähte schräg zu einem Erdpfahl zu führen, der so weit wie möglich vom Strahler entfernt ist – 25 m sind schon recht brauchbar.

Je größer der Winkel zwischen den Drähten und dem Strahler ist, desto kürzer müssen die Drähte sein. Wenn Sie zu einem entfernten Erdpfahl führen, platzieren Sie ihn soweit wie möglich vom Mast entfernt. Dadurch wird der Draht höher in der Luft liegen.

Denken Sie daran, die Drähte länger als nötig zu belassen, falls sie während des Abstimmens verlängert werden müssen. Wenn Sie die Antenne an mehreren Standorten verwenden möchten, so schneiden Sie generell besser keinen Draht ab. Ist das Kürzen erforderlich, so falten Sie das betreffende Drahtende einfach auf sich selbst zurück und sichern Sie das Ende. So kann man am nächsten Standort wieder die volle Länge herstellen.

Im nächsten, abschließenden Teil werde ich nach Hinweisen zu Isolatoren den Aufbau einer effektiven vertikalen KW-Antenne beschreiben, die die hier und in den vorherigen Beiträgen aufgeführten Hinweise in die Praxis umsetzt. (wird fortgesetzt)

**spiderbeam**  
high performance lightweight antennas

IHR FIBERGLAS ANTENNEN SPEZIALIST:  
PORTABEL & HEAVY DUTY YAGIS (10 - 28 MHZ)  
12M - 18M - 26M FIBERGLAS TELESKOPMASTEN  
WWW.SPIDERBEAM.COM

Wandern im Zittauer Gebirge und Funken vom Hochwald  
www.hochwaldbaude.de

J0701T  
749 m ü. NN  
Übernachtung  
und Verpflegung in  
rustikaler Gipfelbaude

www.mwf-service.com  
MWF-Service Hanke • 04229 Leipzig • Hirzelstraße 10-12  
Funk-Fachgeschäft mit 48 Stunden-Service-Werkstatt  
Tel.: 0341-42 52 038 • Fax: 0341-42 49 203 • info@mwf-service.com

**Funktechnik Frank Dathe**  
Handel und Service • normis Elektronik-Service Dipl.-Ing. Reinhard Dathe  
Gartenstraße 2c • 04651 Bad Lausick • Tel. (03 43 45) 2 28 49 • Fax 2 19 74  
www.funktechnik-dathe.de • email@funktechnik-dathe.de

**KCT** Geschäft geöffnet bei telefonischer Voranmeldung  
Viel Zeit für ausführliche Beratung und Test-QSOs!  
Service • Täglicher Versand

Dietmar Lindner • DL2HWA/DLQKCT • Heilandsberg 4 • 06667 Uichteritz  
Telefon (0 34 43) 30 29 95 • Firma-KCT@t-online.de • www.firma-KCT.de

Urlaubsantennen - Netzteile - Mikrofone - Headsets  
Lautsprecher - Kopfhörer - SWR-Meter - RogerPiep  
PTT-Sequecer - Antennenumschalter - Röhren  
Adapter - HV-Ringkerntrafos - PA-Steuerleitung  
Fuchsjagdempfänger für 80m als Bausatz

www.eurofrequency.de Telefon (037754) 304-73

**Repariere Radios aller Art**  
sowie Plattenspieler, Tonband- und Fernsehgeräte  
auch Umbau von Autoradios für UKW-Empfang

RADIO KEMPE • 09623 Frauenstein • Steinbruchweg 2 • Tel. (03 73 26) 12 08  
E-Mail RadioKempe@web.de • www.Radio-Kempe.de

www.segor.de  
segor electronics

SEGOR-electronics GmbH  
Kaiserin-Augusta-Allee 94  
10589 Berlin-Charlottenburg  
Telefon (030) 43 998 43  
E-Mail sales@segor.de

www.qrpproject.de  
**QRP project**  
Amateur Radio

(Inh. Hildegard Zenker)  
Molchstraße 15  
D-12524 Berlin  
Telefon: (0 30) 85 96 13 23  
Email: Info@QRPproject.de

**RETC✓IS.info**  
DE-Service-Tel: 040/22821033

**DELTRON Electronic GmbH**  
S. Goetz • DC4BA • Sykerstraße 17 • 27751 Delmenhorst  
Tel. 04221/14341 • Fax 120344 • E-Mail deltron@gmx.de

QUARZE ab 15,- (z.B. für Kenwood TR-2200 und Standard SRC 145/146)  
Sonderanfertigung (HC18/25/6) zuzüglich einmalig 6,- für Porto u. Bearbeitung  
Lieferzeit auf Anfrage. Wir liefern auch Eisenpulver- u. FT-Ringkerne ab Lager!

**Andy Fleischer • www.andyquartz.de**  
Paschenburgstr. 22 • 28211 Bremen • Tel. (0421) 353060 • Fax 372714

HV-Elkos • Röhrentechnik • Trafos • Antikes • Seltenes

**www.fraganzuerst.de**

**OPPERMANN Elektronische Bauelemente**  
Postfach 1144 • 31593 Steyerberg • Telefon (05764) 2149 • Fax 1707  
Inhaber Siegfried Laatsch • [www.oppermann-electronic.de](http://www.oppermann-electronic.de)

Funken im Weserbergland bei DM9EE  
Tagsüber viele Ausflugsmöglichkeiten für die Familie und abends als „Big Gun“ DXen!  
Station: K3, FT-1000MP, ACOM2000, Optibeam OB17-4 und OB 7-2, 80-m-4square, 160-m-GP

**Hotel Hellers Krug** 37603 Holzminden  
Tel. 0172 (5934959) oder mail@hellerskrug.de  
[www.dm9ee.de/hotel.html](http://www.dm9ee.de/hotel.html)

**SARIKAYA**  
Funkgeräte • Zubehör • Service  
Sarikaya Funktechnik Yate GmbH • Hattinger Str. 255 • 44795 Bochum  
Tel. (0234) 79 21 36 00 • info@sarikaya-funk.de • www.sarikaya-funk.de

**Reimesch**  
Kommunikationssysteme GmbH  
Technologiepark Bergisch Gladbach • Fr. Ebert-Str. • 51429 Bergisch Gladbach  
Tel. 02204/58 47 51 • Fax 58 47 67 • creim@reimesch.de • www.reimesch.de

PRÄZISION AUS DEUTSCHLAND info@joachim-gmbh.de  
**ANiO ANTENNEN**

Standard und Sonderfertigungen für • Amateurfunk • BOS • EMV-Messungen • Fernwirken • Forschung • Maritime • Meteorologie • Satelliten • Sicherheit • Telemetriedatenübertragung • Wissenschaft

52525 HEINSBERG • Fon 02452-156 779 • Fax 02452-157 433

**DIFONA COMMUNICATION**  
IHR FUNK-KOMPETENZ-CENTER IM HERZEN DEUTSCHLANDS  
Spendinger Landstraße 76 • 63069 Offenbach  
Telefon: 0 69 - 84 65 84 • Fax: 0 69 - 84 64 02  
E-Mail: info@difona.de **Aktuell** www.difona.de  
Öffnungszeiten: Mo, Di, Do, Fr 9 - 13 und 14.30 - 17.30 Uhr, Mittwoch und Samstag geschlossen

**foldingantennas.com**  
ultra portable & lightweight antennas  
Der schnelle Portabel-Falt-Beam  
20-17-15-12-10-(6)m in 10 Min. QRV

**HD-ELEKTRONIK • 63 Jahre im Dienst des Amateurfunks**  
Amateurfunkzentrum Hohenlohe-Franken  
Geißgräben 2 • 74594 Kreßberg 3 (Marktlustenaun)  
Tel. (07957) 411070 • Fax 411071 • www.hd-elektronik.de • info@hd-elektronik.de  
Telefon-Kontakt nur Mo/Di/Do von 11 bis 14 Uhr, Fr von 11 bis 13 Uhr möglich  
Funkgeräte und Empfänger von Ailinc, Icom, Kenwood, Yaesu u.v.a.

www.hummelmasten.de  
**Aluminium-Gittermasten**  
**Hummelmasten**  
Industriestraße 14/1  
75417 Mühlacker  
Tel. (07041) 45 244 • Fax 86 4308

www.WELLENJAGD.de Empfänger Antennen Elektronik Zubehör Literatur  
Wellenjagd • Inhaber Daniel Labatut  
Baizenbergstraße 21 a • 76530 Baden-Baden  
Telefon (0 72 21) 189 24 86 • E-Mail info@wellenjagd.de  
**SANGEAN DEGEN TECSUN**

www.FUNKBOX.de  
WinRotor-Interfaces • Digimodes/CAT SoundCAT • Antennenzubehör • Rotoren Software Defined Radio (SDR) • Zubehör QRP-Transceiver und vieles mehr...

FUNKBOX Hard & Software • Am Bach 7 • 88069 Tett nang  
Tel. +49 (75 42) 92 94 50 • E-Mail info@funkbox.de

**Haro electronic** Gebrauchte Transceiver, Empfänger ...  
• werkstatgeprüft • mit Gewährleistung  
• ständig wechselndes Angebot • Inzahlungnahme  
• Ankauf zu fairen Konditionen • Stationsauflösungen

Peter-Henlein-Str. 5 • 89331 Burgau • Telefon 0 82 22/4 10 05-0 • Fax -56  
Internet www.haro-electronic.de • E-Mail info@haro-electronic.de

## Funk & Amateurfunk

**kn-electronic.de**  
Bausätze und Bauteile für Funkamateure

Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0

Icom-Transceiver IC-7400 mit eingebautem Quarzthermostat, NR, leichte Gebrauchsspuren, Lieferumfang TRX, OPC-639 (DC-Kabel mit EMC-Filter), MIC HM-36, Bedienungsanleitung mit Schaltplänen, OVP, 550,- SAH bevorzugt. (0171) 5540094, DH8IAB@darco.de

Kenwood TS-830S, KW-Transceiver 160-10m, 100 W, CW 500-Hz-Filter. Sehr gut erhalten! VB 330,-. Telefon: (0172) 2827283

Icom IC-756, Originalzustand, KW/6 m, AT, Manual, ohne Kratzer, technisch ok, 750,-. DK3RV@darco.de, Tel. (02153) 71813, Nähe MG, Venlo

Yaesu Musen FT-7B Kurzwellen-Mobiltransceiver mit Original-Frequenzzähler YC-7B (Rarität) sowie dem Instruction-Manual inkl. Schaltbild gegen Gebot zu verkaufen. Tel. (04941) 5807, schmidt-rahe@gmx.de

Bausatz AN762 für 140-W-KW-PA, hierzu 4 x MRF454, alles neuwertig und ungebraucht/unbenutzt. VHB 260,-. Tel. (0151) 56157813

2 KW-Transceiver, 150 W, Rohde und Schwarz XK852C1, PSU IN852, 2 FK852 Tuner, EK071VLF defekt, alle Handbücher dazu, komplett 500,- oder dem Meistbietenden. HB9AXA@bluewin.ch

Verkaufe aus Nachlass, diverse Amateurfunkgeräte und Zubehör. Mehr Infos auf www.FOX50.de, Rubrik Flohmarkt

Drake MN 2700, 2 kW, defekt, mit Beschreibung, 100,-. Tel. (0561) 80 75 414 (AB)

Yaesu FT-1000MP-Field, 100 W, KW, AT, Filter, eingeb. NT; Einbaulautsprecher f. IC-756; Historisches US-Dummyload DA-189GRC, 600-1800 MHz, mit Wattmeter, VHF/SHF-Bereich, guter Zustand.VB. Tel. (0151) 27147677

Handfunkgerät Yaesu VX-8, Tribander, 6 m, 2m, 70 cm, 5 W, Breitband-RX mit UKW-Stereo-radio + GPS + APRS möglich, bis 999 MHz, Zubehör. Tel. (0151) 56381640

Handfunkgerät Kenwood THD-74E, 2m, 70 cm, 5 W, Duobander m. Breitb.-Empf. + SSB-RX + D-STAR, UKW-Radio, GPS, APRS, Bestzust. mit allem Zubehör + Ladegerät, originalverp. Tel. (0151) 56381640

TRX Yaesu FT-920, FM, KW + 50 MHz, 100 W, AT, NT + Filter, guter Zust. (0151) 27147677

Icom IC-910H, VHF/UHF/SHF-Transceiver, UX-910 23 cm Bandmodul, UT-106 DSP-Einheit, CR-293 Quarzthermostat, FL-132 500 Hz Filter, HM-12 Handmikrofon, SP-21 Externer Lautsprecher, PS-125 Netzgerät (max. 25 A) und Bedienungsanleitung. Nichtrauchergerät aus Erstbesitz mit normalen Gebrauchsspuren. 900,- SAH bevorzugt. (0171) 5540094, DH8IAB@darco.de

2 x Maas AMT-9000-TRX, VHF/UHF je 100,- (07431) 58889, Steier-Albstadt@t-online.de

4-m-Linear-Transverter XV4-10 plus PA bis circa 50 W, 29.200 = 70.200 MHz, 295,-, DK3RV@darco.de, Nähe MG, Venlo

**Abkürzungen in Kleinanzeigen:**  
FP = Festpreis  
NN = Nachnahme  
NP = Neupreis  
NR = Nichtraucher  
VB/VHB = Verhandlungsbasis  
VHS = Verhandlungssache  
SAH = Selbstaholer

**Funk & Amateurfunk**

**Biete norweg. Röhren-Schiffempfänger** Vingtor SM-600 für 12 DCV sowie Uher Varicord-263 mit Vierspur-Tonkopfträger Z-338 und Sony Weltempfänger ICF SW-1S kompl. zum Verkauf/Tausch. herzensbube@gmail.com; Telefon (0228) 96637000

**Einmast-Dipolantenne DA 01** von RFT, Funkwerk Köpenick, komplettes Set im Futteral., guter Zustand, 99,-. schmidt-rahe@gmx.de, Tel. (04941) 5807

**Neuwertige Bazooka für 40 m, 40,-.** Telefon (07431) 58889, Steier-Albstadt@t-online.de

**Versatower Hofi VT1700**, Mast 17 m zu verkaufen, mit Spezial Windenabdeckungen, Edelstahlseilen und Abstützvorrichtung, sehr guter Zustand. jan.dg2at@gmail.com - Location: Y24

**Russisches Antennenäquivalent**, Antennennstrom-Messgerät mit eingebautem Dummyload, für Kurz- und Langdrahtantennen, nominale Meßbereich bis 7,5 MHz und 3 A. Antennennstrom, passend z. B. für russ. Panzerfunktransceiver R130, unbenutzt. Telefon (04941) 5807, schmidt-rahe@gmx.de

**openSPOT2**, Hotspot für DMR, D-Star oder C4FM, ufb Zustand, 140,- plus Porto/Versand. DB5JT@darc.de

**Dummyloads!** Verschiedene Typen lieferbar, meist mit -50-dB-Auskoppelpport: 250 W 2,7 GHz, 500 W 1,5 GHz -50 dB, 1,2 kW 1,3 GHz -50 dB, 1,7 kW 1,7 GHz -50 dB, 3,0 kW 200 MHz -65 dB, mit oder ohne Kühlkörper lieferbar. Informationen unter www.fukowa.de. Anfragen an Info@Fukowa.de oder (0151) 232 888 65

**Yaesu MD 200 A8X** Standmikrofon Deluxe, ohne Gebrauchsspuren, gegen Gebot ab 200,-. wolfgang55stein@gmail.com

**Fachhändler**

**Deutschland**

**SCHÜLEIN ELECTRONIC** Tel. (0911) 36 80 999  
Haebereinstraße 4 office@schuelein.com  
**90411 Nürnberg** www.schuelein.com

**RADIO AMATEUR'S AND CB-MAP OF THE WORLD**  
Weltkarte 1:42 Mio, 98 x 67 cm, multicolor, mit allen CB-Prefixen und Amateurfunk-Landeskennern, mit CQ- und ITU-Zonen und kleiner Beamkarte (zentriert auf DL), aktualisiert bis Division 352 / Z6.  
We also speak English. International orders welcome.

**OTTO SCHUBERT GmbH**  
Gerwerbestraße 8  
90574 ROSSTAL  
Tel. (09127) 1686 - Fax 6923  
www.schubert-gehaeuse.de

**www.DX-WIRE.de**  
Antennendrähte und -litzen, Isolatoren, Abspannmaterial, GFK-Masten, Mantelwellensperren, Entstörmaterial und Ferrite, Teflon®-Kabel und -Litzen  
Fa. Peter Bogner Antennentechnik (DK1 RP), Tulpenstraße 10, 95195 Röslau · Tel. (09238) 990845 · em@il\_p.bogner@gmx.de

**Österreich**

**Point electronics**  
Das Funk - Fachgeschäft  
A- 1060 Wien, Stumpergasse 43 Tel. +43 1 597 08 80  
Home Page: www.point.at E-Mail: mail@point.at

**Kabeltrommel 4-fach-Koaxialkabel**, 4 x 75 Ohm, mind. 100 m, wahrscheinlich deutlich mehr, Außenfarbe grau, Außendurchmesser 10,6 mm, Preis VHS. Telefon (04941) 5807, schmidt-rahe@gmx.de

Ratenzahlung - jetzt bei [www.wimo.com](http://www.wimo.com)

**ETM5-C-Elektronik**, 50,-. Tel. (07431) 58889, Steier-Albstadt@t-online.de

**Spritzgussgehäuse und bestückte Platine** der Aktivantenne nach DJ8IL zur Ersatzteilgewinnung. Preisvorstellung: Portokosten. E-Mail: uwe.wensauer@gmx.de

**Schweiz**

**lutz-Electronics**  
Die Nummer 1 für Amateurfunk in der Schweiz  
+41 61 763 07 55 www.lutz-electronics.ch info@lutz-electronics.ch

**GMW-FUNKTECHNIK** Landstr. 16 · CH-5430 Wettingen · www.gmw-funktechnik.ch  
Tel./Fax (+41) 056 426 23 24 · E-Mail gmw-tec@bluewin.ch  
**GROSSE AUSWAHL RUND UM FUNK!** Amateur-, Berufs-, Flug-, Marine-, Security-, Handwerker-, PMR-, CB-Hobbyfunk-, KW-, VHF-, UHF-, SHF-Funk, GPS-Empfänger ...  
**YAESU-VERTEX · ICOM · KENWOOD · AOR · DIAMOND · DAIWA · usw.**

**Ihr Fachgeschäft für Yaesu · SunSDR2 PRO · Signalink**  
**GIANORA-HSU** Forchstrasse 99 d  
CH-8132 Egg bei Zürich · Schweiz  
Tel. +41-44-82616-28 Fax -29  
www.gianora-hsu.com  
**... der Beste für Amateurfunk in der Schweiz !!!**

**Tschechien**

**GESEURO**  
• attractive prices  
• quick EU delivery  
• Create, Heil, Hy-Gain, Inrad, MFJ Enterprises  
geseuro.com/radio

Testbericht gesucht? [www.fa-pdf.de](http://www.fa-pdf.de)

**Verkaufe Drehkondensatoren** mit diversen Kapazitäten und Plattenabständen. Wunsch-Drehkondensatoren können hergestellt werden. Weitere Infos sowie Preise und Bilder auf Anfrage per Mail: df4ih@web.de

**LimeSDR Plattform**

Das LimeSDR Board ist ein voll duplex-fähiger SDR Transceiver für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 3800 MHz (3.8 GHz). Das Board dient der Entwicklung und dem Test von Software für die breitbandige Nachrichtenübertragung per Funk. Anwendungen sind Übertragungsverfahren wie GSM, UMTS, LTE oder 5G. Aber auch Verfahren wie Wifi oder Radar werden durch die Vollduplex-Fähigkeit und MIMO möglich.

- Open Source, umfangreiche Doku
- 100 kHz - 3800 MHz
- Vollduplex fähig
- zwei Transceiver = 2 x 2 MIMO
- 10 mW Sendeleistung



- USB3 Micro Anschluß
- Stromversorgung 6-12V oder 5V USB
- LMS7002M Transceiver Chip (Myriad RF)
- Altera Cyclone MAX10 FPGA (39k Elements)
- 256 MB RAM

**399,- €**



**WiMo Antennen und Elektronik GmbH** Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim | Telefon 07276-96680 | [www.wimo.com](http://www.wimo.com) | [info@wimo.com](mailto:info@wimo.com)

Irrtümer und Änderungen vorbehalten. Barpreise inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. Versand



# spiderbeam

high performance lightweight antennas and masts

Professionelle Aluminium-Masten  
von 10m bis 18m Höhe



Stative, Seile und Zubehör  
für sichere Abspannungen

Auf Wunsch  
auch Sonderanfertigungen

Qualitäts Fiberglas Masten  
von 12m bis 26m Höhe  
und Zubehör



Komplette  
GoPak Sets  
inkl. Drahtantenne

YAGI-Antennen  
10m bis 40m Band  
Antennen + Verticals  
für 6m bis 160m Bänder



Wir produzieren exklusiv  
die neuen superleichten  
Stromsummen-Antennen

von  Aerial-51

807-HD 80m - 6m 600w  
404-UL 40m- 10m 200w

Multi-Band mit 15m l  
Ideal für Field Days  
+ Portable Einsatz

Weitere Infos im Onlineshop  
oder bei [www.aerial-51.com](http://www.aerial-51.com)

## Euer Spezialist für leichte Stationen mit starkem Signal!

online bestellen unter [www.spiderbeam.com](http://www.spiderbeam.com) täglicher Versand weltweit

## ED Eurofrequency

Zubehör für IC-705

- Standfuß
- Headset ED 6c
- Tischmikro ED 2
- PA-Steuerleitung



**NEU!**

Fertig konfektioniert für IC-705 u.a.

[www.eurofrequency.de](http://www.eurofrequency.de)  
Tel. 037754 304 73 - [info@eurofrequency.de](mailto:info@eurofrequency.de)

## LA2K5 1.8-54 MHz 1500 WATT FULL TOUCH SCREEN AUTOMATIC LINEAR AMPLIFIER



**DOUBLE LDMOS  
CONFIGURATION**

**ONE YEAR LDMOS  
EXTRA WARRANTY**

**PRICE  
4.514,00€**

**RFpower by RADIOCONTROLLI**

<https://www.rfpower.it> [rfpower@rfpower.it](mailto:rfpower@rfpower.it)

VIA GIUSEPPE ZUCCANTE,1 36044 VALLIONA (VI) - ITALY

## Die Neuen



In Ihrem Shack steht ein KW-SDR-Transceiver und Sie würden dessen Vorzüge gern auch auf dem 2-m-Band nutzen? Dafür und für viele ähnliche Fälle bietet der FA-Leserservice eine preisgünstige Lösung. Dass Sie dazu vorher den Lötkolben anheizen müssen, versteht sich von selbst. Denn wir verkaufen Bausätze – mit jeder Menge Spass inklusive.

Die Bausätze werden komplett geliefert, also einschließlich eines bearbeiteten und bedruckten Gehäuses aus eloxiertem Aluminium und Stahlblech. Der reichlich dimensionierte Kühlkörper ist gefräst und ebenso wie die Front- und Rückplatte schwarz eloxiert. Die Platine ist SMD-vorbestückt, sodass nur noch bedrahtete Bauteile, Relais, Buchsen usw. aufzulöten sind. Ein HF-Powermeter befindet sich auf der Platine, sodass der Abgleich ohne spezielle Messtechnik möglich ist. Damit der Aufbau gelingt, liegt eine umfangreiche Bauanleitung bei.

Die im letzten Jahr von Joachim-Uwe Richter, DC8RI, weiterentwickelten Transverter sind rauschärmer und gegen versehentliches Senden in den ZF-Ausgang geschützt. Hinzugekommen ist eine Anzeige für die Temperatur des Kühlkörpers. Der neue FA-TRV 144-40 ist mit einem kräftigeren Modul ausgestattet und erzeugt nunmehr 40 W HF – genug, um auch eine Röhren-PA anzusteuern.

Typ	ZF	Betriebsband	LO-Frequenz	Bestell-Nr.	Preis
FA-TRV 50	28–30 MHz	50 MHz	22 MHz	BX-302-50	329,-
FA-TRV 70-1	21–21,5 MHz	70 MHz	49 MHz	BX-302-71	329,-
FA-TRV 70-2	28–30 MHz	70 MHz	42 MHz	BX-302-72	329,-
FA-TRV 144-40	28–30 MHz	144 MHz	116 MHz	BX-302-144-40	369,-

Die Auslieferung – zunächst des Typs FA-TRV-144-40 – ist ab 29.1.2021 vorgesehen.

[www.box73.de](http://www.box73.de)



Gerne beraten wir Sie:

Tel: 069 – 84 65 84  
Email: difona@difona.de



www.difona.de

Wenn Funk verbindet



**FT-DX10**  
KW/50 MHz, 100 W SDR-Transceiver – bewährte Yaesu Hybrid-Technologie im kompakten Gehäuse

1.749 €

bei uns mit textiler bedruckter Staubschutzhaube



266 x 91 x 283 mm 5,9 kg

Mit seinem Hybrid-Konzept hat YAESU bereits beim FT-DX10 Maßstäbe gesetzt. Der neue kompakte FT-DX10 kann sich leicht mit dem größeren Bruder messen lassen! Auch hier kommt die Kombination aus herkömmlicher Empfangstechnik mit SDR-Technik ab der 9 MHz-ZF zum Einsatz.

- 5 Zoll Touchscreen Display mit Signal-Visualisierung
- Dynamikumfang von 141 dB
- Hervorragende QRM-Unterdrückung
- Exzellente Roofing-Filter

Ein starkes Team für den portablen Einsatz!



**YAESU FT-818ND**  
QRP Portabeltransceiver KW/6m/2m/70 cm mit eingebautem Quarzstabilisator

**mAT-10**  
QRP-Portabeltuner mit Li-Ion Akkus

150 €



Passt auch perfekt dazu! HFP-1 die ideale Antenne (80m-2m) für unterwegs! Hier als Set

- kompakte Bauweise
- 30 W PEP Sendeleistung
- 1,8-54 MHz
- Speziell konzipiert für FT-818ND/FT-817 aber auch für andere QRP Transceiver einsetzbar zur Abstimmung von Dipolen, Vertikal- und Yagi-Antennen sowie praktisch jede koaxialgespeiste Antenne geeignet
- Einfache Abstimmung durch „One Key Tune“

234 €

Neue Anschrift!

Ottostraße 24 | 63150 Heusenstamm | Tel: 069 – 84 65 84 | E-Mail: difona@difona.de  
Öffnungszeiten: Mo, Di, Do, Fr: 09.30 – 13.00h & 14.30 – 17.00h | Mittwoch & Samstag: geschlossen

KLEIN ANZEIGEN

VERKAUF

**Funk & Amateurfunk**

**Kugelvariometer** 48 µH, Kugelvariometer mit Motor 23 µH; Röhren: G16B, G17B, G17BT, G123B; Liste bitte per E-Mail. Fassung für GU43B. Bilder unter www.dl9usa.de. Tel. (03563) 989813

**Verkaufte Drehkondensatoren** mit diversen Kapazitäten und Plattenabständen. Wunsch-Drehkondensatoren können hergestellt werden. Weitere Infos sowie Preise und Bilder auf Anfrage per Mail: df4ih@web.de

**Spektralanalysator HP8563E**, hochwertiger 26-GHz-Analysator mit vielen Möglichkeiten; Netzwerkanalysator HP8510C, Sichtgerät + ZF + Verb.-Kabel; Sweep Generator R&S SWP, 0,4–2500 MHz, guter Zustand, Preise VHB. Tel. (08092) 84084

**BX-111 Antennenanalysator FA-VA3** nach DL1SNG mit BX-113 (Bluetooth-Modul), BX-115-2 (Upgrade Kombimodul mit Impedanz u. Vierpolmodul) und Software Vers. 3.38 v. 9.07.12, Literatur „Praxis – Einstieg in die vektorielle Netzwerkanalyse“ und „Smith-Diagramm, Einführung und Leitfadens“ zusammen 450,- VHB. uwe.wensauer@gmx.de

**Historische Schallpläne** abzugeben. Tel. (08123) 99346

**Sammlungsauflösung antiquarischer Bücher** der Radio-, Funk-, Funkmesstechnik und Funkgeschichte. 32-seitige Titelliste per FAX oder Großbrief bei Voreinsendung einer Briefmarke 1,55 Euro (Inland), diverse historische Kleinmessgeräte von RFT und R&S zur Zeit nur zum Versand auf Anfrage. Tel./Fax (030) 7812860

KLEIN ANZEIGEN

ANKAUF

**Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0**

**Yaesu-Quarzoferen** TCXO-4 oder TCXO-6. Tel. (0151) 56381640

**Suche gebrauchten 23-cm-FM-TRX**. Bitte alles anbieten. E-Mail: DL2HAD@web.de

**Steckernteil** für Handfunkgerät Alinco DJ-100T. Telefon (08123) 99346

**AAG 100 Platinen:** LogikC, Logik L usw. Telefon (09944) 1806, DF8RQ@t-online.de

**Morse-Keyer Scheunemann Dirigent** und Schlackertaste Vibroplex Bug. Bitte alles anbieten. DL5MB@dark.de

**Radiokassettenrekorder Sony CFS-201L** o. Ä. in gutem Zustand, zur Ersatzteilgewinnung, gut funktionierende Audio-Radio-Kassetten. Tel. (0151) 27147677

**Welt-RX**, Siemens RK770 mit Kassettenteil, KW/UKW, 100 kHz bis 30 MHz mit SSB-BFO. Tel. (0151) 27147677

**Historische Röhrenradios**, gut erhalten, vor/nach 1945, wie z. B. Owin, Telefunken, Blaupunkt. Tel. (0151) 27147677

**Sammler kauft** Wehrmachtsfunkgeräte, Amateurfunkgeräte sowie Zubehör, auch komplette Stationsauflösung, Zustand egal. Tel. (0173) 4727655.

KLEIN ANZEIGEN

VERSCHIEDENES

**Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0**

**Heathkit Manuals!** Habe über 600 Stck. davon, alle kpl. mit Abgleich, Schaltplan u. Details. Ich tausche auch gerne. Versende 14 Listen kostenlos. Die Manuals sind zu haben bei **Ernst Huber, Eisfeld 28, 85229 Markt Indersdorf**, Telefon (08136) 5644, Fax 22 96 45, E-Mail: huber\_e@t-online.de, Internet: http://www.huber-manuals.de

Über 1000 Anzeigen finden Sie auf [www.fakleinanzeigen.de](http://www.fakleinanzeigen.de)

**Die ehemalige Troposphärenfunkstation 301** ist zu besichtigen. Standort von DMOBARS, Interessant nicht nur für Funkamateure. Mehr Informationen unter [www.bunker-wollenberg.eu](http://www.bunker-wollenberg.eu)

**Die Runden:** Waterkant (DLOHEW), Old Timer (DLOOTR), EVU (DLOEVU), Plattdösch (DLOPWR) gaben viele neue Diplome und Trophys heraus. Infos über Runden und Treffen in DL siehe [www.waterkante.de](http://www.waterkante.de), DK4HP, Tel. (040) 6429195

**Suche Informationen/Unterlagen** zum Telefunken Messgerät PMA 396/2. Es scheint sich um ein Prüfgerät mit verschiedenen steckbaren Induktivitäten zu handeln. Bin für jede Info dankbar. DK9MAT@dark.de, (0172) 4892348

**Ratenzahlung – jetzt bei [www.wimo.com](http://www.wimo.com)**

**www.schubert-gehaeuse.de**  
**info@schubert-gehaeuse.de**

**Weißblechgehäuse\***  
**Mastgehäuse\* für Outdoormontage**  
**Gerätegehäuse\***  
**Drehkos für KW, UKW und Loops**  
**Variometer**  
**Magnetloops**  
**Anemometer**  
**Sonderanfertigung von Zubehör**  
**Konstruktion** \*auch bearbeitet lieferbar

**OTTO SCHUBERT GmbH** · Gewerbestraße 8  
90574 ROSSTAL · Tel. (09127) 1686 Fax 6923

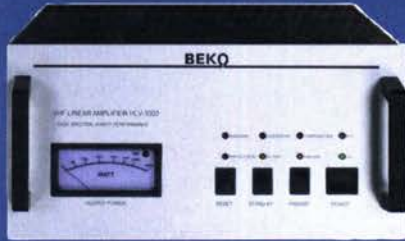
**ANJO ANTENNEN**  
PRÄZISION AUS DEUTSCHLAND

**Ein Multitalent für 2 m & 70 cm mit 10 dBi**  
alle Betriebsarten.  
Satelliten, Relais, Direktverbindungen, vertikal oder horizontal  
Balcon, Camping, Portabel, SOTA...  
**LP2-70HH** €159,-  
Lieferung ohne Stativ und Empfänger

Hand held oder auf Fotostativ, mit Halterung für Funkgerät und Stativ-Adapter. Gemeinsamer Anschluss für 2 m & 70 cm, kein Duplexer erforderlich  
Preise inklusive Mehrwertsteuer zuzüglich Versandkosten  
**JOACHIMS HF & EDV-Beratungs GmbH**  
Lindenstr. 192 = 52525 Heinsberg = Tel. 02452-156 779  
[anjo@joachims-gmbh.de](http://anjo@joachims-gmbh.de) = [www.anjo-antennen.de](http://www.anjo-antennen.de)

# MOSFET-ENDSTUFEN DER EXTRAKLASSE: FÜR EME, CONTEST, AIRCRAFT SCATTER, DX ...

**ROBUST, ZUVERLÄSSIG,  
LANGLEBIG UND BEWÄHRT**



## 144-148 MHz

HLV 1000\* 2450,-  
HLV 1400\* 3350,-  
HLV 2000\* 4350,-

## 430-440 MHz

HLV 550\* 2350,-  
HLV 770\* 2650,-  
HLV 1100\* 3970,-

## 1270-1300 MHz

HLV 350\* 2650,-  
HLV 800\* 3800,-  
\* = P<sub>OUT</sub> in Watt

Preise inkl.  
19 % MWST.  
zuzügl.  
Versandkosten

Spektral saubere Ausgangssignale,  
kompakte Bauweise und geringes  
Gewicht. Ideales Equipment für  
DXpeditionen, Conteste, EME,  
digitale Betriebsarten und andere  
Gelegenheiten, bei denen es ein  
paar Watt mehr sein müssen.

**So beurteilte Chr. Reimesch, DL2CKC, die HLV-1000 im FA 7/2014:**  
Lange Zeit waren die HLV-600 und nachfolgend die 750er der Quasi-Standard bei DXern und Contestern, da sie optimale Kompromisse zwischen Größe, Masse, Preis und Leistung darstellten. Dies durfte sich fortan ändern, da Beko mit der HLV-1000 wieder ein großer Wurf gelungen und dieses Modell zum Bestseller avanciert ist.

**www.beko-elektronik.de**  
BEKO ELEKTRONIK · Bernhard Korte  
Am Längenmoosgraben 1a · 85221 Dachau  
Tel. 08131-27 61 70 · Fax 27 61 72  
mail@beko-elektronik.de

## Mechanische Lösungen ... für den Antennenbau

### Wand-Abstandshalter

Flachstahl verzinkt, Set 2-teilig

WH 120 12 cm Set € 28,50  
WH 250 25 cm Set € 32,00  
WH 450 45 cm Set € 39,20



### Winkel-Wandhalter

aus Alu (WWA ...)

oder Stahl (WWS ...)

WWA 20 20 cm Abstand € 15,20  
WWA 35 35 cm Abstand € 19,20  
WWA 50 50 cm Abstand € 24,20



mit Versteifungen:

WWA 50HD 50 cm Abst. € 46,70  
WWA 70HD 70 cm Abst. € 50,70



### Steckermontage?

Wir liefern konfektionierte Kabel nach Ihren  
Wünschen! Welches Kabel, welche Stecker?



## FACHZEITSCHRIFT

### UKW-Berichte

Abo 2021

4 Print-  
Ausgaben  
im Jahr  
€ 31,60



**www.shop.ukwberichte.de**  
**UKW**Telecommunications  
Berichte  
Tel. 09191 9795410  
info@ukwberichte.com

**QSL SHOP**  
1000 QSL-Karten 4/4-farbig und UV-Lack vorn ab 89,-  
DL3KWS  
Tel.: 030-44 66 94 73  
Fax: 030-44 66 94 69  
order@qslshop.com  
www.qsl-shop.com

**Die Mittelwelle lebt noch!**  
Europäischer MW-Empfang ist in den Nachtstunden bei E-Smog mit einer abstimmbaren Rahmenantenne in guter AM-Qualität möglich.  
STROMLOS  
Telefon (0361) 6 4614 66  
www.ibe-hau.de  
hauibe@gmx.de

# FRIEDRICH KUSCH DORTMUND

Koaxkabel · Batterien · HF-Verbinder

Dorfstr. 63-65 · 44143 Dortmund Wambel

Tel. (02 31) 25 72 41 · Fax (02 31) 25 23 99

E-Mail: Kusch@Kabel-Kusch.de

Internet: WWW.KABEL-KUSCH.de

## FÜR HAUS, BOOT & GARTEN ...



### HIGHFLEXX 7, H 2007, Aircell 7

... unsere 7 mm Markenkabel Steck-  
verbinder aus Eu-Fertigung. Hochwertige Steck-  
verbinder sind ebenfalls erhältlich.

... und NUR bei uns:

### HIGHFLEXX7 PE zur Erdverlegung.

Weitere Infos finden Sie hier:

<http://kabel-kusch.de/INFO/2021-02.htm>

oder im freundlichen QSO über 600 Ohm.

Öffnungszeiten: Mo.-Do. 8.30-12.00 und 13.00-16.00 Uhr,

Fr. 8.30-14.00 Uhr, Selbstabholer bitte telef. Voranmeldung

Keine Verpackungskosten, keine Mindermengenzuschläge!

Portovorteile bei Versand nach dem jeweiligen Gewicht der Sendung.

**Klick mal an!** WEITERE ARTIKEL im Internet unter **www.KABEL-KUSCH.de**

**Wo wird Ihre QSL-Sammlung  
einmal landen?** Im weltgrößten Archiv  
bleiben auch Ihre QSLs für die Zukunft erhalten.



Kontakt:  
office@dokufunk.org

**Nachlassverwertung: Faire  
Auflösung von Amateurfunk-  
und SWL-Stationen.**  
Kurze Nachricht genügt:  
Fax: (08222) 4 10 05 56  
E-Mail: info@haro-electronic.de

ICOM-Vertragspartner  
**Funktechnik Seipelt**  
... die Werkstatt!  
Verkauf von Neugeräten:  
ICOM ● KENWOOD ● YAESU etc.  
Telefon: 0 33 42 / 30 49 59  
[www.funktechnik-seipelt.de](http://www.funktechnik-seipelt.de)

**Amateurfunkgeräte Reparaturen  
herstellerunabhängig\*preiswert\*schnell  
auch alte Geräte und Abgleicharbeiten  
→ Auftragsarbeiten (SMD-Löten) ←  
[www.electronicrepair.de](http://www.electronicrepair.de)  
Tel. 04277/9640127  
Inh. Andreas Richter · DF8OE**

# EMPFANGS- ANTENNEN DIAMOND



Spezielle Antennen für den Empfang sind oft überlegen, da sie exakt an den Bedarf angepasst sind. Diamond bietet auch hier eine große Auswahl.

**NEU** ist die D-303, eine Breitbandantenne für beengte Platzverhältnisse - von Mittelwelle bis VHF!

**D-130 DISCONE**  
25-1300 MHz

**99,00 €**

**NEU D-150 DISCONE**  
50-1500 MHz

**95,00 €**

**D-190 DISCONE**  
100-1500 MHz

**86,00 €**

**NEU D-220 DISCONE**  
100-1600 MHz

**84,50 €**

**D-3000 DISCONE**  
25-3000 MHz

**109,00 €**

**KE-137 QFH NOAA/ACARS**  
VHF 135 MHz

**199,00 €**



**NEU D-303**  
**BREITBAND**  
**OMNI**  
0.5-200 MHz

**139,00 €**

**NEU D-777**  
**Airband**  
**Zivil/Mil**  
**VHF/UHF**

**79,00 €**

**WiMo Antennen und Elektronik GmbH**  
Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim  
Telefon 07276 9668-0 | Telefax 07276 9668-11  
[www.wimo.com](http://www.wimo.com) | [info@wimo.com](mailto:info@wimo.com)

Irrtümer / Änderungen vorbehalten. Barpreise inkl. MwSt. zzgl. Versand

**DIETER KNAUER**  
FUNKLEKTRONIK  
Birkach, Waldblick 28  
96158 Frensdorf, OT Birkach  
Tel. 0 95 02 / 212  
Di-Fr 9-12 / 15-18 Uhr  
Sa nach Vereinbarung

Auswahl • Service • Beratung • Seit 1983

ICOM IC-705 • HF/50/144/430 MHz ALLMODE TRANSCEIVER

**ENDLICH! Darauf haben QRP-Enthusiasten gewartet:**

**NEU**

HF-Direct-Sampling für alle Bereiche!  
Wasserfall-Diagramm und Bandscope!  
D-STAR DV, SSB, CW, AM und FM!

[www.knauer-funk.de](http://www.knauer-funk.de) • [info@knauer-funk.de](mailto:info@knauer-funk.de)

**QRP project**  
Where power and intelligence unite

**ELECRAFT**

QRPproject Hildegard Zenker  
Einzige Elecraft Vertretung in DL  
Molchstr. 15 12524 Berlin  
Tel. 030 85961323  
Email: [Verk@qrpproject.de](mailto:Verk@qrpproject.de)  
[www.qrp-shop.de](http://www.qrp-shop.de)

Bausätze für den Amateurfunk  
Transceiver, Zubehör, Bauteile  
Ich berate und helfe gerne  
Nik, DL7NIK

Radeln, Wandern, Motorradtour, Kanu, Schlösser, Märchen, Tierpark, Hochseilgarten und

**Funken bei DM9EE im Weserbergland**  
Kurzer Urlaub, langes Wochenende, alleine oder mit der Familie? tagsüber XYL-Programm und abends als „Big Gun“ DXen und neue Bandpunkte sammeln.  
2x IC-7851, OM4000A, ACOM2000, 403A Filter  
Optibeam 17-4, OB9-3, 80m 4 square, 160m gp

Hotel Hellers Krug \*\*\* Altendorfer Str. 19 37603 Holzminden  
[www.hellerskrug.de](http://www.hellerskrug.de) [mail@dm9ee.de](mailto:mail@dm9ee.de) [www.dm9ee.de/hotel.html](http://www.dm9ee.de/hotel.html)

**Unser Anzeigenschluss für Ihre privaten Kleinanzeigen im FA 3/21 ist Freitag, der 5. Februar 2021.**

**Fernlehrgang**  
**Amateurfunk-Zeugnis**

Ausbildung für alle Klassen durch staatlich geprüften, seit 45 Jahren bewährten, Fernlehrgang. Jetzt mit erweitertem Lehrplan nach dem neuen Amateurfunkgesetz (AFuG) und neuer Amateurfunkverordnung (AFuV). Beginn jederzeit!

GRATIS-Infomappe gleich anfordern! Lernen mit Geld-zurück-Garantie!

**FERNSCHULE WEBER**  
Techn. Lehrinstitut seit 1959 - Abt. 030  
Postfach 21 61 - 26192 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264  
[www.fernschule-weber.de](http://www.fernschule-weber.de)

**Reuter Digital Receiver**

**RDR55-Pocket-sPocket**  
Direkt Digitalisierende RX / TX bis 156 MHz, stand-alone ohne PC.  
**52,6 MHz** Spektrumbreite. Bis zu 4 16 Bit ADC: Hohe Aussteuerbarkeit auch bei voller Empfindlichkeit!

**RFA1 Active Ferrite Antenna**  
**Neu!** Ferritantenne mit elektronischer Abstimmung 0,13 - 11 MHz, auch fernsteuerbar Ferritstab und Elektronik abgeschirmt für höchstmögliche Störunterdrückung. Extrem rauscharmer Verstärker mit Q-Multiplier für hohe Selektivität.

Burkhard Reuter Konstruktion & Musterbau  
Ziegelstraße 54 06862 Dessau-Roßlau  
Tel. 034901/67275 Fax 034901/67276  
[www.Reuter-Elektronik.de](http://www.Reuter-Elektronik.de)

**Michael Berg liefert auch weiterhin bewährte Qualität aus Iserlohn.**

**HFC**  
[www.hf-berg.de](http://www.hf-berg.de)  
Nachrichtentechnik

Wir entwickeln, fertigen und vertreiben Produkte für den Amateurfunk in industrieller Qualität, mit mehr als 30-jähriger Erfahrung im Bereich HF-Technik.

**Vorverstärker • Antennenschalter • Balune Mantelwellensperren • Langdrahtantennen**  
Koaxialkabel (z. B. H 2005, H 2007, H 2000, H 2010, Aircell 5/7, Aircom Plus, Ecoflex 10/15 ... )  
• Koaxialverbinder • HF-Adapter u. v. m.

**Professionelle Kabelkonfektion.** Die bisher gefertigte Menge an Kabeln beträgt weit über 100 000 Stück!

**Sie finden uns auf der eBay-Plattform unter: hf-mountain-components**

E-Mail: [mountain-components@t-online.de](mailto:mountain-components@t-online.de)  
Web: [www.hf-berg.de](http://www.hf-berg.de) / [info@hf-berg.de](mailto:info@hf-berg.de)  
Telefon: (0 23 72) 75 980

**HFC-Nachrichtentechnik Michael Berg**  
Schleddenhofer Weg 33 • 58636 Iserlohn

**TV-AMATEUR**  
vierteljährliches Mitgliedermagazin der Arbeitsgemeinschaft Amateurfunkfernsehen (AGAF e.V.)  
Als PDF bestellbar auf [www.agaf.de](http://www.agaf.de) oder [www.agaf-av.org](http://www.agaf-av.org)

**Wir bieten eine große Auswahl Montagematerial für Langdrahtantennen**

Standard, Kauschen, Simplex, Isolatoren, Drahtzellspanner, Polster, Elform, Duplex, Abspanner

Preisinformationen und Antennendraw (verzinkt und vermessing) finden Sie auf unserer Website [www.hf-berg.de](http://www.hf-berg.de) und in unserem eBay-Shop [hf-mountain-components](http://hf-mountain-components)

# IC-705 Zubehör Kompletieren Sie Ihren IC-705 jetzt!



## LIION AKKU

große Kapazität: 3150 mAh



ab 89,- €

## TISCHSTÄNDER

flach, mit Kugelkopf



ab 39,- €

## HALTER FÜR ANTENNE

Gefrästes Aluminium, stabil



ab 49,- €

## AUTOMATIK-TUNER

MAT-705 V2, klein und leicht



298,- €

## DREIBEIN

mit Kugelkopf, klein



39,- €

## RUCKSACK

LC-192, Original Icom



199,- €

WiMo Antennen und Elektronik GmbH Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim | Telefon 07276-96680 | www.wimo.com | info@wimo.com

Irrtümer und Änderungen vorbehalten. Baupreise inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. Versand



**VNWA 3SE SDR-Kits**  
Magi-Cal  
Neu! N Kalibrier Kits  
GPSDO 400Hz-810 MHz  
SDRPlay RSPdx - RSP1A  
L-Band Antennen  
G4HUP Pan Adapter PCBs

VNWA3SE 2 Port Vector Network Analyzer

**SDR-Kits hat den Versand an alle unsere Kunden in EU Ländern wieder aufgenommen! Alle unsere Webshop-Preise werden steuerfrei angezeigt und per Luftpost oder DHL-Paket verschickt. Der Transporteur (Post - DHL) berechnet Ihnen in Ihrem Land die lokale Mehrwertsteuer, die Einfuhrabgabe und die Einfuhranmeldungsgebühr** Aktuelle Postgebühren: Deutschland 6,40 € Österreich 10 €, Schweiz 16 CHF, Niederlande 13 €.

e-mail: info@SDR-Kits.net [www.SDR-Kits.net](http://www.SDR-Kits.net)  
SDR-Kits, Office 11, Hampton Park West, Melksham, Wilts, SN12 6LH, England  
Internet Webshop - Wir akzeptieren Paypal oder fragen Sie nach einer Proforma-Rechnung für einfache Zahlung in Euros und Bank IBAN

VNWA - FA-VA5 - SDRPlay RSP SDR RX - L-Band Antennas - PAT Boards - GPS DO 1ppb

Ihre privaten Kleinanzeigen veröffentlichen wir im **FUNKAMATEUR** zum Pauschalpreis: Bis zu einer Länge von 10 Zeilen kostet jede Anzeige ganze 5 € und wird dafür 40 000-fach gedruckt! Anzeigenschluss für den FA 3/21 ist am Freitag, dem 5. Februar 2021.

**www.bamatech.net**

Mechanik für alle Fälle! Wir fertigen nach Zeichnung, Skizze oder Muster für Sie Dreh-, Fräs-, 3-D-Druck- und Blechteile - als Einzelstück, in Serie oder auch als komplette Baugruppe.

**Duoband-Feed V2.0 für QO-100 (Es'hail-2/P4-A) 2,4-GHz-/10-GHz-Antennensysteme**



Fa. BaMaTech  
Inh. Markus Baseler, DL6YYM  
Veichenweg 18 · 04849 Bad Dübren  
Tel. (03 42 43) 7 12 12 · Fax 7 12 13  
E-Mail [technik@bamatech.de](mailto:technik@bamatech.de)

<b>Zündspulen für Blitzlampen</b> Eingangsspannung 200 V C-E3E-1,2 4,00 C-3A 1,90	<b>BASCOM Compiler neueste Version mit Zusatzfunktionen</b> BASCOM-AVR 105,00 BASCOM-8051 94,00	<b>CO2-Messgerät</b> NDIR-Sensor, kalibriert SG112A 42,50 bestückte Platine BS-SG112A 98,00 Lieferung ab Mitte Febr.	<b>Spezielle Quarze</b> Zylinder-Bauform: QU-20,00kHz 1,20 QU-25,60kHz 1,20 SMD 5mm x 3,2 mm: QU-14,7465 Mhz 0,55 QU-22,1184MHz 1,35
<b>Funkmodule Xbee</b> XB24API001 29,55 XB24UI001 32,15 XB24AWI001 29,00 XB24ZWI004 29,55 XBP24API001 48,65 XBP24AU001 49,90	<b>Arduino und AVR</b> ARDUINO/UNO 23,80 ARDUINO/02 49,50 ARDUINO/CASE 11,70 ARDUINO/ETH 38,50 ARDUINO/M2560 46,00 ARDUINO/MADK 75,00 ARDUINO/MEP 5,80 ARDUINO/PROTO 4,60 ARDUINO/I2S 13,00 ARDUINO/USB 18,40 ARDUINO YUN mit Linux-Komm.-prozessor 70,00 ARDUINO-LCD 24,40	<b>UV-LED SMD</b> Abstrahlwinkel 130°, 1000 mW UVV5339 395nm 8,00 UVV5338 358nm 9,65	<b>Restposten</b> BA244 1,55 BA282 2,20 BA682DI 0,30 BB105B 1,55 BB105G 1,55 BB109G 1,55 BB112 6,30 BB209 4,75 BB212 5,30 BB304G 0,75 BB405B 1,55 KV1236 14,20 BA1404 6,95 MC1349P 6,30 MC3366P 3,05 MC3359P 6,30 MC3361BD 1,90 MC3361B (DIP) 1,90 MC3362P 3,05 NE614AN 1,55 SA605N 11,05 SO42P 2,65 TDA1572 6,30 TDA6130 20,55 MC1350P 2,05 MC145106P 4,75 MT8888CE 9,50 MSM622 5,00 RSC164 6,00 SA-A3049AP 4,60 TOM3232 1,55 FX118P 12,65
<b>WiFi-Modul /WLAN</b> ESP8266-MOD 7,95 ESP32-CoreBoard 20,00 ESP32-EVB 30,85 ESP32-WROOM-32 7,00 ESP8266-EVB 11,50 ESP8266-EVB-BAT 15,00 ESP8266-EVB-BAT-BOX 23,50	<b>Raspberry Pi</b> RASPERRYPI-B3+ 39,50 RASPERRYPI-B3 39,50 RASPERRYPI-B+ 33,00 RASPERRYPI-B2 33,50 RASPERRYPI-A 28,00	<b>Wärmebildsensoren</b> MLX90621ESF-BAA-000-SP 49,40 MLX90621ESF-BAB-000-TU 47,10 MLX90621ESF-BAD-000-SP 47,10 Evaluation-Board EVB90621 228,85	<b>USB-Module</b> USB-Ersatz für RS232 DB9-USB-F 24,95
<b>PHPoc Blue</b> EZP4S32/SET 62,00 EZPES2002 28,00	<b>Wägesensoren</b> TAL220 10kg 8,60 TAS606-200 200kg 70,00 TAS606-50 50 kg 70,00 TAS501-200 200kg 65,50	<b>Impuls-Laserdioden</b> NIR-Bereich 905 nm SPL P190 25 W 21,50 SPL PL90-3 75W 29,90	<b>Avalanche Photodioden</b> EOAPD-600-1-07 27,50
<b>Körperschallwandler</b> kleine Bauform 2W GD-002 14,15 große Bauform 6 W GD-003 24,65	<b>Diennetzwerke mit 8 Dioden</b> D91C gemeins. Kathode 4,50 D91A gemeins. Anode 4,60	<b>Zahlung:</b> Vorkasse / Rechnung / Bankinzug / VISA / Mastercard Versandkosten (nach Gewicht, Größe und Warenwert) Inland: Kleinstendg.: 3,35 € / Paket 4,50 € EU: 8,00 € (Warenwert < 100 €), 12,00 € (< 1kg / Warenwert < 500 €), größeres Paket anfragen Ausland: bitte anfragen, abhängig vom jeweiligen Land	<b>Dr.-Ing. Klaus Sander</b> PF 350 564 10214 Berlin Tel.: 030-29491794 Fax: 030-29491795 Mail: <a href="mailto:info@sander-electronic.de">info@sander-electronic.de</a>



**Der IC-705: Nicht kaufen – eintauschen!** Wenn Sie Ihren neuen Transceiver

QRP-Allmode-TRX inkl.  
D-STAR, 160 m bis  
70 cm, Touch-Display,  
WLAN, GPS, Bluetooth  
usw.



oder Empfänger nicht bezahlen  
möchten, ist Haro genau der  
richtiger Partner. Bieten Sie uns  
doch Ihre bisher genutzten Geräte  
zur Inzahlungnahme an. Das spart  
Geld und Streß beim Privatverkauf.

**Oder der neue FTdx10 von Yaesu ?**



KW, 6 m und 4 m,  
Spitzen-SDR, Farb-  
display mit Touch-  
Funktion, Tuner  
und vielem mehr



**Selbstverständlich kaufen wir Ihre Geräte auch dann an, wenn Sie kein  
neues Funkgerät bei uns erwerben wollen. Bitte rufen Sie uns an.  
Auf Wunsch lösen wir auch ganze Stationen schnell und fair vor Ort auf.**

Als Vertragshändler führen wir auch Peter-Henlein-Str. 5, 89331 Burgau Internet: www.haro-electronic.de  
Neugeräte von Icom, Kenwood, Yaesu ... Telefon 08222/41005-0 Fax -56 e-mail: info@haro-electronic.de

### KOAXKABEL

LowLoss-Antennenkabel 50 Ohm

- ab 1 m erhältlich -

- AIRCELL-5 € 1,60
- H-155 PVC € 1,40
- AIRCELL-7 € 2,20
- ECOFLEX-10 € 3,45
- ECOFLEX-15 € 7,80
- H2000 € 2,90



geeignete Stecker in N,  
PL, BNC, TNS oder SMA

### GEHÄUSE

Alu-Druckgussgehäuse  
in verschiedenen Größen:



Weißblechgehäuse  
- in großer Auswahl -  
liefern wir ab 1 Stück!



Mastgehäuse in 3 Größen:

- MGK #10719 € 19,60
- MGS #10716 € 22,00
- MGB #10718 € 35,10

jeweils Wetterschutzhaube,  
Bodenwinkel und Mastklemme

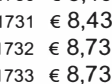
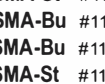
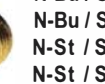


### ADAPTER

- PL-Bu / SMA-St #11764 € 4,65
- PL-Bu / SMA-Bu #11703 € 5,35
- PL-St / SMA-Bu #11763 € 5,53
- PL-St / SMA-St #11762 € 5,53



- N-Bu / SMA-St #11730 € 8,10
- N-Bu / SMA-Bu #11731 € 8,43
- N-St / SMA-Bu #11732 € 8,73
- N-St / SMA-St #11733 € 8,73



[www.shop.ukwberichte.de](http://www.shop.ukwberichte.de)  
**UKW** Berichte  
Telecommunications  
Tel. 09191 9795410  
info@ukwberichte.com

### GFK-ROHRE

Glasfaserrohre für den Antennenbau  
dickwandig, Längen bis 6 m:

- GFK 20 je m € 11,25
- GFK 30 je m € 17,20
- GFK 40 je m € 19,25
- GFK 50 je m € 28,60



Geeignete Aluhalbshalen zum Schutz des  
Rohres und zur Versteifung der Klemmstelle

### ROTOREN

Antennenrotoren mit selbsthemmendem  
Schneckengetriebe:



- RC 5-1 Leistungsrotor € 650.-
- RC 5-3 Leistungsrotor € 765.-

RC 5A-3P Leistungsrotor mit Stahlgetriebe € 1249.-

RC 5B-3P Hochleistungsrotor mit Stahlflansch und  
Stahlgetriebe € 1722.-

CK 46 Hightech-Oberlager  
bis 62 mm € 79,50



### Überspannungsableiter für Antennenleitungen

Blitzschutz in N-Norm:

Leistungen von 40 W bis 2000 W

- LPN N-St./N-Bu. je € 73,50
- LPN-2B 2 x N-Bu. je € 73,50
- LPN-BL N-Bu./Bu.-lang je € 75,50



### KLEMMEN

Parallelklemmen je 2 Paar:

- PMK 60 20-60 mm, Stahl, verz. € 13,50
- PMK 65-V2 30-65 mm, Edelstahl € 45,80
- PMK 60-B 30-62 mm, Stahl, verz. € 18,95
- PMK 75-V2 30-75 mm, Edelstahl € 59,50
- PMK 62 30-62 mm, Stahl, verz. € 18,80



5.980,-€  
HFA, Vorkaufspreis

1 kW LINEAR VERSTÄRKER 1,8 - 70 MHz

MADE IN GERMANY

Linearverstärker **HPA-8000B** 1kW

• Eingangsleistung  
0,1 / 3 / 30 W

• 1,8 - 70 MHz

• IM<sub>3</sub> / 750 W -40 dB

2 x TRX - IN • 4 x ANT • CAT Interface • -60 dB ATT (Predistortion)

www.hilberling.de

... die PA für alle Transceiver ...

## N-Dämpfungsglieder bis 3 GHz



50-Ω-Dämpfungsglieder von für DC bis 3 GHz. Stecker/Buchse (m/f) Input maximal 5 W VSWR  $\leq 1,2$  Lieferbar mit 1, 2, 3, 6, 10, 20, 30, 40 und 50 dB Dämpfung.

N-ATT-1	18,-	N-ATT-2	18,-
N-ATT-3	18,-	N-ATT-6	18,-
N-ATT-10	18,-	N-ATT-20	18,-
N-ATT-30	18,-	N-ATT-40	21,-
N-ATT-50	23,-		

## SMA-Dämpfungsglieder bis 6 GHz



50-Ω-Dämpfungsglieder von für DC bis 6 GHz. Stecker/Buchse (m/f) Input maximal 1 W VSWR  $\leq 1,2$  @ Lieferbar mit 3, 6, 10, 20, 30 und 50 dB Dämpfung. Auch als 5er Satz (3/6/10/20/30)

### Dämpfungsglieder

SMA-ATT-3	19,95	SMA-ATT-6	19,95
SMA-ATT-10	19,95	SMA-ATT-20	19,95
SMA-ATT-30	19,95		

### 5er Satz-SMA-Dämpfungsglieder

SMA-Set (3, 6, 10, 20 und 30 dB)	89,-
----------------------------------	------

SMA-Abschlusswiderstand bis 18 GHz	50 Ω / 1 W
SMA-TRM (Mini Circuits)	11,95
SMA-Abschlusswiderstand bis 5 GHz	50 Ω / 1 W
SMA-TRM-NN	4,50

## BNC-Dämpfungsglieder bis 2 GHz



50-Ω-Dämpfungsglieder von für DC bis 2 GHz. Stecker/Buchse (m/f) Input maximal 1 W VSWR  $\leq 1,1$  @ 1 GHz Lieferbar mit 3, 6, 10, 20 und 30 dB Dämpfung.

### Dämpfungsglieder

BNC-ATT-3	16,80	BNC-ATT-6	16,80
BNC-ATT-10	16,80	BNC-ATT-20	16,80
BNC-ATT-30	16,80		

### 5er Satz-BNC-Dämpfungsglieder

BNC-Set (3, 6, 10, 20 und 30 dB)	79,-
----------------------------------	------

BNC-Abschlusswiderstände bis 2 GHz/max. 0,5 W	
BNC-TRM (Mini Circuits) 50 Ω	12,90
BNC-TRM75 (Mini Circuits) 75 Ω	15,90

## Anpassglied (BNC - m/f)



Matching Pad 50/75 Ω von für Messzwecke, DC - 2000 MHz, Dämpfung 6 dB

BMP-5075	28,90
----------	-------

## Richtkoppler (0,1 ... 2000 MHz)



Für Messzwecke usw. innerhalb eines Frequenzbereichs von 100 kHz bis 2 GHz nutzbar. 20 dB Auskopplung, Einfügedämpfung typ. 0,7 dB. Ausführungen mit SMA- oder N-Buchsen im Sortiment. RoHS-konform

ZFDC-20-5-S+	119,-
ZFDC-20-5-N+	119,-

## RG316-Koaxialkabel



Konfektionierte Koaxialkabel in Längen zwischen 15 und 120 cm. 50 Ω Wellenwiderstand.

### SMA-SMA-Kabel

15 cm	RG316-SMA-15	3,20
30 cm	RG316-SMA-30	3,50
60 cm	RG316-SMA-60	3,80
1,20 m	RG316-SMA-120	4,70

### BNC-SMA-Kabel

15 cm	RG316-BNC-SMA-15	3,60
30 cm	RG316-BNC-SMA-30	3,90
60 cm	RG316-BNC-SMA-60	4,20
1,20 m	RG316-BNC-SMA-120	5,10

### N-SMA-Kabel

30 cm	RG316-N-SMA-30	5,50
60 cm	RG316-N-SMA-60	6,30
1,20 m	RG316-N-SMA-120	7,10

### N-N-Kabel

30 cm	RG316-N-30	6,30
60 cm	RG316-N-60	7,20
1,20 m	RG316-N-120	7,90

## RG58CU-Kabel mit BNC-Steckern



Hochwertiges 50-Ω-Koaxialkabel mit BNC-Steckern und gelben Tüllen. 4 Längen von 30 bis 200 cm lieferbar.

RG58CU-30	2,90
RG58CU-60	3,60
RG58CU-120	4,80
RG58CU-200	5,90

## Tiefpassfilter (SMA)



Von Mini-Circuits, z.B. für Messzwecke oder als Eingangsfilter für Empfänger einsetzbar, SMA (m/f), 50 Ω, NOS, nicht RoHS-konform

SLP-50	28,-
SLP-90	28,-
SLP-150	28,-
SLP-300	28,-

## Richtkoppler (800 ... 2000 MHz)



Für Messzwecke usw. 23 dB Auskopplung SMA-Buchsen, ungebraucht (NOS), nicht RoHS-konform

ZADC-23-2000	23,-
--------------	------

## Passiver Frequenzverdoppler



Eingang 5-500 MHz, Ausgangsfrequenz 10-1000 MHz, 50 Ω, BNC-Buchsen, RoHS-konform

FD-2+	49,50
-------	-------

## Breitbandverstärker bis 6 GHz



Für Messzwecke und andere Anwendungen. Verstärkung typ. 13 dB, SMA-Buchsen, Maße 26 x 27 x 15 mm Speisung 12 V / 50 mA (NOS) DC 0009 Listenpreis \$ 124,95

ZJL-6G	89,-
--------	------

## Power-Splitter/Combiner



Splitter/Combiner für Messzwecke usw. 2 Ein-/Ausgangsports, 1 Summenport, 500 bis 2000 MHz, SMA-Buchsen, ungebraucht (NOS), nicht RoHS-konform

ZAPD-21-S (NOS)	59,-
-----------------	------

## Power-Splitter/Combiner



Splitter/Combiner für Messzwecke usw. 2 Ein-/Ausgangsports, 1 Summenport, 500 bis 2000 MHz, N-Buchsen, RoHS-

ZAPD-21-N+	89,-
------------	------



Splitter/Combiner für Messzwecke usw. 2 Ein-/Ausgangsports, 1 Summenport, 2 kHz bis 60 MHz, BNC-Buchsen, RoHS

ZFSC-2-6+	67,-
-----------	------

**Der FA-Leserservice ist aktuell nur selten telefonisch erreichbar. Bei Fragen kontaktieren Sie uns bitte per E-Mail an [shop@funkamateure.de](mailto:shop@funkamateure.de).**

## Wie und wo kann man bestellen?

Senden Sie einen Bestellschein oder eine formlose Bestellung per Post an:

FUNKAMATEUR-Leserservice  
Box 73 Amateurfunkservice GmbH  
Majakowskiring 38  
13156 Berlin • Deutschland

Telefon (030) 44 66 94 72 (Corona-bedingt nur selten besetzt!)

Fax (030) 44 66 94 69 E-Mail [shop@funkamateure.de](mailto:shop@funkamateure.de)

Internet [www.funkamateure.de](http://www.funkamateure.de) > Online-Shop

bzw. [www.box73.de](http://www.box73.de)

Versandpauschale Inland 5,80 (entfällt ab 100,- Warenwert)

EU-Ausland 9,80 • Non-EU-Ausland 14,50

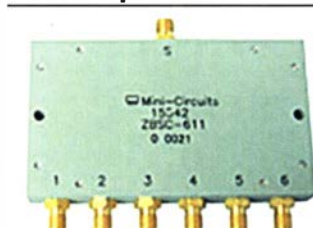
MWSt. 19 bzw. 7 %

Es gelten die am Tag der Bestellung auf [www.box73.de](http://www.box73.de) angegebenen Preise sowie die AGB, die auf unserer Website veröffentlicht sind.



**Da bis auf weiteres immer nur ein Mitarbeiter in den Firmenräumen anwesend sein kann, sind Lieferverzögerungen leider nicht zu vermeiden.**

## Power-Splitter/Combiner (SMA)



Splitter/Combiner, 6 Eingangs-/Ausgangsports, 1 Summenport, 10-200 MHz, SMA-Buchsen, NOS  
Listenpreis 114,95 USD

ZBSC-611	79,-
----------	------

## Skalarer Netzwerktester bis 160 MHz



Lang erwarteter Bausatz: Die neue Version des Bestsellers "FA-NWT" Systemimpedanz: 50 Ω  
Ausgangspegel  
• VFO-Betrieb: 0 ... -60 dBm  
• Wobbelbetrieb: 1... 3,8 dBm  
Anzeigeart: log. oder linear  
Anzeigebereich: ≤ 80 dB  
Stromversorgung: 5 V (über USB)  
Stromaufnahme: 200 mA  
Gehäuse: 105 x 30 x 80 mm

Die Software NWT2win/lin (Windows / Linux) ist kostenlos verfügbar.

FA-NWT 2 BX-260 229,-

## Optionale Ergänzung



Alle zusätzlichen Bauelemente zum Einbau eines Richtkopplers und eines zweiten logarithmischen Detektors zur gleichzeitigen Messung und Anzeige von  $S_{11}$  (Reflexion) und  $S_{21}$  (Transmission)

Zweiter log. Detektor BX-260-RK 45,-  
Buch "Messungen mit dem FA-NWT2" X-9587 18,-

## HF-Zweitongenerator



Bausatz nach DC4KU (FA 8/16-12/16). Der Bausatz enthält die Platine, alle Bauelemente, zwei Quarze (7,030 und 7,050 MHz) eine ausführliche Bauanleitung sowie ein bearbeitetes und bedrucktes Aluminium-Designgehäuse.

Der Generator kann z.B. für Intermodulationsmessungen verwendet werden. Technische Daten auf [www.box73.de](http://www.box73.de) > BX-089

BX-089 62,-

## NF-Zweitongenerator



Bausatz nach DC4KU (FA 12/15-02/16). Der Bausatz enthält die Platine, alle Bauelemente, eine ausführliche Bauanleitung sowie ein bearbeitetes und bedrucktes Aluminium-Designgehäuse.

Daten auf [www.box73.de](http://www.box73.de) > BX-086

BX-086G 39,-  
PLB-086 (nur Platine) 8,50

## 7-stelliges Frequenzdisplay bis 1,2 GHz



2 x 8-LCD-Display, beleuchtet  
Messbereich: 1...1200 MHz (lt. Hersteller), 10...500 MHz (getestet)  
Auflösung: 0,1/1 kHz, umschaltbar  
Offset programmierbar  
Stabilität: ±2,5 ppm  
Empfindlichkeit: 30 mV @ 100 MHz  
Stromversorgung: 9...12 V,  
Stromaufnahme: ≤ 55 mA  
Abmessungen 58 mm x 32 mm,  
Einbautiefe 27 mm

Über Taster programmierbarer Offsetbetrag: „999,9999“... „0“ ... „999,9999“ MHz

Fertiges Modul BC-ZM 29,-

## Digitales LC-Meter-Modul



Einbaufertiges, geprüftes LC-Meter-Modul mit beleuchtetem Display. Messbereiche: 1 pF-10 µF, 1 nH-100 H, Stromversorgung +5 V/20 mA über USB- oder DC-Buchse

LC-Meter-Modul BC-003 39,-

## »FA-SY No 1, No 2 und No 3«



FA-SY 1-Bausatz für einen USB-steuerbaren Universal-Oszillator für Frequenzen von 10 bis 160 MHz. Herzstück ist ein SiLab-IC Si570 in CMOS-Version (±31,5 ppm, mit der On-board-Heizung reduzierbar). Größe 36 x 27 x 19 mm, alle SMD-Teile bestückt, Stromversorgung über USB oder/und 12 V extern.

FA-SY No 1 Bausatz komplett BX-026 39,50  
FA-SY No 2 (dto. LVDS bis 215 MHz) BX-027 (z.Z. nicht lieferbar) 45,50  
FA-SY No 3 (dto. LVDS bis 810 MHz) BX-028 77,50  
FA-SY-Adapter zum Programmieren und Testen der verschiedenen FA-SYs. Bausatz: Platine 75 x 41 mm, mit USB-Buchse und Sockel BX-029 3,50

## FA-SY-Steuerplatine »FA-SY-SP«



Bausatz für eine direkte Steuerung für alle 3 »FA-SYs« ohne PC. Damit wird aus jedem FA-SY ein Universal-VFO! Lieferumfang: Platine, LC-Display mit 2x16 Zeichen, Drehimpulsgeber, neuer Controller usw.

Bausatz nach DG8SAQ (FA 2/10, S. 154)

FA-SY-SP Komplettbausatz BX-085 (grünes Display) 39,-

## 45-MHz-Zähler mit CMOS-ICs



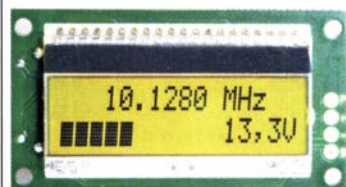
5-stelliges LED-Anzeigemodul, Auflösung 1 kHz, Betriebsspannung +5 V oder +7... 18 V, Stromaufnahme max. 65 mA, 13 mm hohen LED-Siebensegment-Anzeigen, Hauptplatine 80 mm x 70 mm.

Komplettbausatz mit Haupt- und Anzeigenplatine, allen benötigten Bauteilen einschließlich 5 rote LED-Siebensegment-Anzeigen (Lieferung ohne Gehäuse)

Bausatz nach DM2CQL (FA 6/03)

45-MHz-Zähler BX-020 27,90

## Frequenzzählermodul FA-ZM

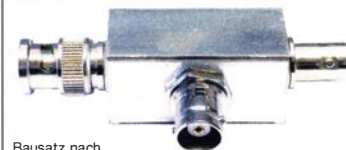


Bausatz für ein programmierbares Frequenzzählermodul bis 50 MHz mit Spannungsanzeige-Option. Eingangsempfindlichkeit ≤ 250 mV, vier unabhängige Offset-Werte von 1 kHz bis 30 MHz einschließlich Berechnungsvorschrift sowie BFO-Ablage 0,1... 5 kHz und Vorteilerfaktor 1... 256 einstell- und speicherbar. TCXO, beleuchtetes Display  
Stromversorgung +7...24 V/25 mA. Platine ist SMD-Teile vorbestückt

Bausatz nach DL7JSP (FA 7/2013)

FA-ZM BX-039 39,-

## Reflexionsmesskopf



Bausatz, von DJ1UGA ursprünglich für den FA-NWT konstruiert, ist aber auch für den FA-NWT 2 geeignet. Komplettbausatz mit Mini-Circuits-Richtkoppler TDC-10-1, bearbeitetem Weißblechgehäuse, BNC-Einbaubuchsen und -stecker

Bausatz nach DJ1UGA (FA 12/2006)

Reflexionsmesskopf BX-066 39,90

## Platinenhalter



Solide und preiswerte Montagehilfe (hergestellt in Polen) für Ihre Werkstatt. Ideal zum Bestücken und Prüfen von Leiterplatten.

Nutzbare Breite 250 mm, stufenlos arretierbar

Montagehilfe UM-3 27,80

## KW-Radio für „Radio DARC“



**Ausverkauft!**  
**Neue Version mit TDA1072 in Vorbereitung**

Bausatz für einen 49-m-AM-Superhet auf TCA440 Basis. Leicht aufzubauen und zu bedrahten. Der Ferritstab zu bewickeln ist. Das ideale Bastelprojekt für OV's und Jugendgruppen!  
Lieferumfang: Platine und sämtliche Bauteile (ohne 9-V-Blockbatterie)

2,- spenden wir für die Fortsetzung des Sendebetriebs von „Radio DARC“  
Radio-DARC-Bausatz BX-071 24,95

## LW-Empfangskonverter

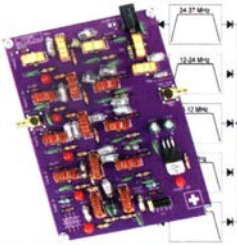
Beitrag von SM5ZBS im FA 12/2011.



Ein SO42P und ein 10-MHz-Quarz setzen den LW-Bereich von 10 bis 500 kHz auf 10,01 bis 10,5 MHz um. Durchgangverstärkung 10...15 dB. Betriebsspannung 12 V. Bausatz komplett mit Platine, bearbeitetem Gehäuse und ausführlicher Anleitung

LW-Konverter BX-082 35,-

## Preselektor „Wave Gate“ für 50 kHz ... 37 MHz



Abgleichfreier 5-zügiger Preselektor von Heinz Stampfl, HB9KOC Universell für Eigenbauprojekte, preisgünstige SDRs oder Empfänger einsetzbar.

Ein Tiefpassfilter für 0,05 - 3 MHz und 4 LC-Bandpässe 3. Ordnung  
Filterwahl mittels Jumper direkt auf der Filterplatine oder mit externem Schalter (keine Bypass-Funktion)

Bausatz BZ-025 79,-

## Direktmischempfänger »DCRX 40/80«



Bausatz für einen Direktmischer für die Amateurfunkbänder 40 m und 80 m (umschaltbar). Beleuchtetes LC-Display, vierstellige Frequenzanzeige in kHz, CW- und SSB-Empfang möglich, Abstimmung mit 10-Gang-Potentiometer, 100-kHz-Eichpunkteger eingebaut, Betriebsspannung 11...15 V (etwa 60 mA), Auch für Anfänger geeigneter Komplettbausatz mit ausführlicher Bauanleitung. Mehrere Videos auf Youtube!

Komplettbausatz BX-072 79,-

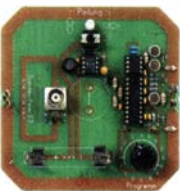
## Portabel-Aktivantenne



LW/MW/KW-Vorverstärker für Handfunkgeräte und -scanner usw. nach Jo Becker, DJ8IL (FA 8/2011). SMD-Teile müssen bei diesem Bausatz selbst bestückt werden. Komplettbausatz mit Platine, allen Bauteilen, SMA-Buchsen, Batterie sowie einem bearbeiteten Weißblechgehäuse

Bausatz BX-081 29,50

## „Spandau-Peiler“



Bausatz für den 2-m-Peilzusatz des OV Berlin-Spandau. Damit wird ein 2-m-Empfänger oder ein Handfunkgerät zum Peil-RX.  
Der Beitrag mit einer ausführlichen Erläuterung des genialen Prinzips ist in den FA-Ausgaben 9-11/2011 erschienen. Lieferumfang: Platine, ICs und alle weiteren Bauteile.

Spandau-Peiler BX-075 76,-

## Radiobausatz „Junior 1“ von HB9KOC

**NEU**



**Neu im Sortiment**

Doppelsuperhet für den Bereich von 5,9 bis 8,1 MHz - also das 49- und 41-m-Rundfunkband sowie das 40-m-Amateurband. Er demoduliert AM, SSB und CW. Ein Bau- und Testbericht zum Junior 1 wird demnächst im FUNKAMATEUR veröffentlicht. Bauanleitung als PDF auf [www.box73.de](http://www.box73.de)

Junior 1 BZ-026 69,-

## Einsteiger-Radiobausatz „Junior 1 D“



Kurzwellenempfang von 1,5 bis 30 MHz, AM und DSB. Abstimmung mit 10-Gang-Poti. Digitale Frequenzanzeige und manueller Preselektor. Der Testbericht dazu wurde im FA 10/2017 veröffentlicht. Bauanleitung downloadbar auf [www.box73.de](http://www.box73.de)

Junior 1 D BZ-018 199,-

## Vorverstärker „Blue Wave“ für 50 kHz ... 30 MHz



Bausatz für einen breitbandigen (50 kHz bis 30 MHz) Vorverstärker (17,7 bzw. 12,7 dB) einschließlich Fernspeiseweiche zum Anschluss an eine unbestimmte Schleifenantenne.

Entwickler: Heinz Stampfl, HB9KOC.

Bausatz BZ-016 84,-

## Vorverstärker und DC-Weiche für Aktiv-Dipol



Bausatz von HB9KOC für einen Verstärker inkl. Fernspeiseweiche zum Anschluss an einen verkürzten Empfangsdipol. Die Schaltung ist für Dipolelemente mit 0,5 bis 1 m Länge ausgelegt. Lieferumfang: bestückte Verstärkerplatine, aufgebaute DCW-1 Fernspeiseweiche, Koaxialbuchsen und DC-Kabel sowie ein Falblatt mit Schaltplan, Messwerten und Aufbauhinweisen. Dipolelemente sowie das Gehäuse für die Verstärkerplatine werden nicht mitgeliefert.

Vorverstärker mit DCW-1 BZ-020 165,-

## Morse-Übungs-transceiver (433 MHz ISM)



Bausatz für einen ISM-Transceiver für die drahtlose CW-Kommunikation über kurze Entfernungen. Lieferumfang: Platine, alle Bauteile, Batterie sowie ausführliche Bauanleitung. Die ISM-Sende- und -Empfangsmodule für 433 MHz müssen separat erworben werden. Daten siehe [www.box73.de](http://www.box73.de)>BX-087

BX-087 24,60

## ISM-Module



**433 MHz-ISM-Sender**  
Betriebsspannung: 3...12 V  
Leistung: 40 mW HF (+ 16 dBm)  
Datenrate max.: 10 kB/s

**433 MHz-ISM-Empfänger**  
Betriebsspannung: 5 V  
Ruhestrom: 4 mA  
Empfindlichkeit: -105 dBm  
Bandbreite: 10 MHz  
Abmessungen: 36 x 19 mm

Sender ISM-TX 2,90 Empfänger ISM-RX 3,20



## Datenübertragungs-Modul



433-MHz-ISM-Transceiver zur Datenübertragung mit FSK, GFSK, 4FSK, 4GFSK, LoRa  
Betriebsspannung: 1,8...3,3 V  
Stromaufnahme: 5,7 mA  
Stand-by-Strom: <math>< 1 \mu\text{A}</math>

DRF1268T 9,50

## VHF bzw. UHF-TRX-Module

Universelle TX/RX-Module.  
Im Amateurfunk zur Realisierung von FM-Minitransceivern, APRS-Baken usw. geeignet.



Frequenzbereich: 137-174 bzw. 400-470 MHz  
Sendeleistung: 1 W / 0,5 W  
Empfindlichkeit: -122 dBm  
Betriebsspannung: 3,3...4,5 V  
Abmessungen: 36 x 19 mm

DRA818V bzw. DRA818U 15,90

## HF-Leistungsmesser-Module



Für 0,1...2,5 GHz mit dem AD8313 von Analog Devices  
Pegelbereich -72 ... +2 dBm,  
SMA-HF-Eingang, Platinengröße 24 x 33 mm,  
Versorgung 7...15 V DC (15 mA)

BC-009 18,80



Für 0,1...440 MHz mit dem AD8310 von Analog Devices  
Pegelbereich -77 ... +18 dBm,  
SMA-HF-Eingang, Platinengröße 24 x 33 mm,  
Versorgung 7...15 V DC (15 mA)

BC-014 12,-



Für 1 MHz ... 10 GHz mit dem AD8317 von Analog Devices  
Pegelbereich -55 ... 0 dBm,  
SMA-HF-Eingang, Platinengröße 24 x 33 mm,  
Versorgung 7...15 V DC (15 mA)

BC-016 18,-



Für 1 MHz ... 8 GHz mit dem AD8318 von Analog Devices  
Pegelbereich -65 ... +5 dBm,  
SMA-HF-Eingang  
Versorgung 7...15 V DC (80 mA)

BC-015 21,-

Weitere HF-Module (Mischer, Baluns, Splitter usw.) finden Sie auf [www.box73.de](http://www.box73.de)

## SMA-Dämpfungsmodul



Modul mit 4 separaten SMA-Dämpfungsgliedern (0 dB, 10 dB, 20 dB und 30 dB) für Kalibrierzwecke, nutzbar bis 3 GHz.  
Platine 33 x 48 mm,

HFM-ATT 8,-

## 24-GHz-Radar-Modul



Sensormodul für den Selbstbau von Bewegungsmeldern mit einer Reichweite von max. 50 m.  
Modul enthält Sender, Empfänger und eine Patchantenne.  
Betriebsspannung 5 V, 30...40 mA.  
Platine 25 x 25 mm

RADAR-M 9,50

## NF-Verstärker-Module



2 x 3 W, Klasse D  
Spannung 2,5-5 V DC  
Leistung 2 x 3 W  
Chip PAM8403  
Maße 21 x 18 x 3,4 mm

NFM-2x3 2,90



2 x 3 W, Klasse D mit Lautstärkereglern  
Spannung 2,5-5 V DC  
Leistung 2 x 3 W  
Chip PAM8403  
Maße 29,5 x 50 x 15 mm

NFM-R-2x3 4,20



2 x 10 W, Klasse D mit Lautstärkereglern  
Leistung 2 x 10 W  
Spannung 8-12 V DC  
Chip PAM8610  
Ausgang 4-8 Ohm (kurzschlussfest)  
Maße 40 x 40 x 29 mm

NFM-R-2x10 8,-



2 x 50 W, Klasse D mit Lautstärkereglern  
Leistung 2 x 50 W  
Spannung 5-24 V DC  
Chip TPA3116D2  
Ausgang 4-8 Ohm (kurzschlussfest)  
Maße 81 x 54 x 25 mm

NFM-R-2x50 12,-

## HF-Bias-T (SMA)



DC-Einspeiseweiche für Koaxialkabel  
Frequenzbereich 10...6000 MHz  
Einfügedämpfung <math>< 1,2 \text{ dB}</math>  
1 ... 50 V DC / <math>< 0,5 \text{ A}</math>

HFM-Bias 4,50

## Breitbandverstärker-Module



50  $\Omega$ , SMA-Buchsen, mit MMICs  
HFM-2G (0,1...2000 MHz)  
Verstärkung 30 dB, rauscharm 12,90  
HFM-2G-2 (0,1...2000 MHz)  
2-stufiges Design, Verstärkung 60 dB 9,50  
HFM-4GLN (50...4000 MHz)  
Verstärkung 22 dB, rauscharm 9,50  
HFM-6G (5...6000 MHz)  
Verstärkung 20 dB 11,10

## 50- $\Omega$ -Verstärkermodule für höhere Ausgangspegel



SMA-Buchsen u. Kühlkörper  
HFM-04G (380...450 MHz),  
Betriebsspannung 5...7,2 V  
Input 0,1 W  
Output 2,5 W bei 5,0 V  
Output 5 W bei 7,2 V 12,90



1HFM-07G (2...700 MHz),  
Betriebsspannung 12...15 V  
Verstärkung 35 dB @ 300 MHz  
Input max. 10 mW (10 dBm)  
Output 3 W (34,8 dBm) 18,90

## Passiver Frequenzverdoppler



Eingangsfrequenz 10...1200 MHz  
Eingangspegel 3 ... +13 dBm,  
Dämpfung durch die Verdopplung 13,5 dB @ 500MHz  
SMA-Buchsen, 22 x 15 mm

HFM-FD 19,80

## FM-Rundfunk-Empfänger



FM-Tuner-Modul mit Stereodekoder, Stereo-NF-Ausgang und digitaler Frequenzanzeige

87...108 MHz, Stereo-Ausgänge für Kopfhörer, 40 x 16 mm, Betriebsspannung 3...5 V, 100-kHz-Abstimmung und 16-Stufen-Lautstärkeeinstellung über Up-/Down-Tasteingänge

FMRX-D 11,-

## FM-Transmitter



FM-Transmitter-Modul mit Stereodekoder, Line-Eingang und digitaler Frequenzanzeige

87...108 MHz, Abstimmung und Lautstärkeeinstellung über Up-/Down-Tasten, 49 x 27 mm, 3...5 V/35 mA DC.

*Beim Betrieb sind unbedingt die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten. Es darf weder eine Antenne noch ein Sendeverstärker angeschlossen werden!*

FMTX-D 14,-

FMTX-D-2 mit zusätzlichem Elektret-Mikrofon 15,-

## FM-Tuner-Modul mit TEA5767



Kompletter FM-Tuner mit Stereodekoder  
Stereo-Ausgänge, PLL I<sup>2</sup>C-Bus gesteuert, 11 x 11 mm  
Betriebsspannung 3 V (2,5...5 V)

RXM-5767 1,90

## Rauschgenerator-Modul



unkalibriert, Z-Diode als Rauschquelle und 3 kaskadierten MMICs, nutzbar bis 3 GHz,  
SMA-Ausgang, Platine 70 x 42 mm,  
Stromversorgung 9 V DC (180 mA)

BC-005 26,-

## Passiver HF-Breitbanddetektor



0,1 MHz ... 3,2 GHz  
Pegelbereich -20 ... +20 dBm,  
SMA-HF-Eingang und SMA-DC-Ausgangsbuchse, 22 x 15 mm

HFM-DET 5,60

## Balun für Empfänger und QRPP



Modul mit einem Balun für den Frequenzbereich von 0,5 bis 500 MHz, max. Eingangsleistung 0,5 W, SMA auf Schraubklemmen  
Platine 32 x 16 mm

HFM-BALUN-1 6,90

## Lasermodule, rot, 5 mW



Punkt-, Linien- und Kreuzlaser für Eigenbauprojekte, 5 mW (Klasse 3R), fokussierbar, Versorgung 3...5 V DC, Länge 40 mm,  $\varnothing$  14 mm

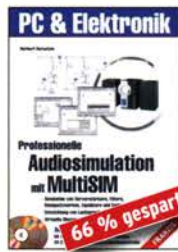
Punktlaser LM-ROT-P-5 3,90  
Linienlaser LM-ROT-L-5 3,90  
Kreuzlaser LM-ROT-K-5 3,90



**Messtechnik mit dem ATmega**  
C. Schneider, G. Schönfelder, 2010, 248 S., 23 x 16 cm, mit CD  
F-9279 statt 49,95 **jetzt 9,95**



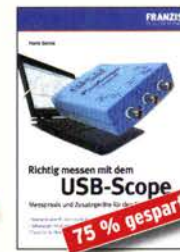
**Daten u. Signale kabellos mit rfPICs übertragen**  
A. Mueller-Wolkenstein, 2008, 154 S., 23 x 16 cm, mit CD  
F-3407 statt 19,95 **jetzt 5,95**



**PC & Elektronik: Professionelle Audiosimulation mit MultiSIM**  
Bernstein, 2005, 480 S., 22,8 x 16 cm, mit 2 CDs  
F-3142 früher 39,95 **jetzt 12,95**



**Handbuch aktiver elektronischer Bauelemente**  
L. Stiny, Franzis-Verlag, 1. Auflage, 2009, 694 Seiten, 16 x 23 cm  
F-1167 statt 49,95 **nur noch 14,95**



**Richtig messen mit dem USB-Scope**  
F. Sichla, Franzis Verlag 2008, 192 S., Paperback, 16,5 x 24 cm  
F-3070 statt 19,95 **nur 4,95**



**Mikrocontroller in der Elektronik**  
H. Bernstein, Franzis 2011, 236 Seiten, 16 x 23 cm, mit CD-ROM  
F-0146 statt 29,95 **jetzt 14,95**



**Das neue Werkbuch Elektronik**  
R. Klein, 6. Aufl., 2011, 762 S., mehr als 500 Abb., 16 x 23 cm  
F-0946 statt 29,95 **jetzt 19,95**



**Schaltungssammlung Mikrocontroller u. USB**  
F. Sichla, 1. Auflage, Franzis, 2010, 370 Seiten, Broschur, 16 x 23 cm  
F-8242 statt 49,95 **jetzt 4,95**



**Schaltregler und Schaltnetzteile entwickeln**  
N. Rohde, Franzis 2010, 143 Seiten, Broschur, 16 x 23 cm  
F-0021 statt 29,95 **jetzt 14,95**



**Mikrocontroller für Einsteiger**  
M. Hofmann, Franzis-Verlag, 2009, 240 S., mit CD-ROM  
F-3186 statt 39,95 **jetzt 9,95**



**PC Digital Lab**  
H. Bernstein, Franzis-Verlag, 1. Auflage, 2006, 576 Seiten, 16 x 23 cm, mit 2 CDs  
F-2248 statt 39,95 **jetzt 9,95**



**Elektronik ohne Ballast**  
D. Benda, 1. Auflage, 2008, Jubiläumsausgabe, 1300 Seiten, 16 x 23 cm  
F-3802 statt 49,95 **jetzt 24,95**



**Das große PIC-Mikro Handbuch**  
A. u. M. König, 2005, 312 Seiten, Festeinband, mit CD  
F-9957 früher 39,95 **jetzt 14,95**



**Von der Schaltung zum Gerät**  
M. Penner u. F. Sichla, VTH 2006, 168 Seiten, 16,5 x 23,0 cm  
V-823X statt 17,80 **jetzt 9,95**



**Radiohören auf Lang- und Mittelwelle**  
Th. Riegler, Siebel-Verlag 2011, 216 Seiten, Format 14,8 x 21 cm  
S-6893 statt 23,80 **nur 11,90**



**Kaufberater Weltempfänger**  
G. Klawitter, Siebel-Verlag 2012, 120 Seiten, 95 Abb.  
S-8736 statt 17,90 **nur 15,95**



**Aus den Schätzen der OSL-Collection**  
W. Haranath, OEIWHG, 1996, 128 Seiten, 12 x 17,5 cm  
X-9079 statt 5,- **jetzt 2,-**



**Audioverstärker-ICs von 100 mW bis 100 W**  
F. Sichla, DL7VFS, 1999, 96 Seiten, 12 x 17,5 cm  
X-9125 statt 5,- **jetzt 1,-**



**Viel Spaß beim Contest**  
M. Höding, DL6MHW, 2003, 128 Seiten, 12,0 x 17,5 cm  
X-9133 bisher 6,- **jetzt 2,-**



**Windom- und Stromsummen-Antennen**  
Karl H. Hille, DL1VU, 120 Seiten, 12,0 x 17,5 cm  
X-9141 bisher 5,- **jetzt 2,-**



**Aktive Mischer in der Amateurfunkpraxis**  
Frank Sichla, DL7VFS, 96 Seiten, 12,0 x 17,5 cm  
X-915X bisher 5,- **jetzt 2,-**



**DX-Ratgeber - Fair und erfolgreich im DX-Verkehr**  
R. Thieme, DL7VEE, 2009, 136 Seiten, 12,0 x 17,5 cm  
X-9204 bisher 8,- **jetzt 2,-**



**QRV auf Langwelle 135,7 bis 137,8 kHz**  
Wensauer, DK7KQ, K1uB, DF2BC, VTH 2006, 104 Seiten  
V-8302 statt 17,80 **bei uns 5,-**



**Umgebungseinflüsse auf Antennen**  
J. A. Weigl, OE5CW, VTH, 256 S., 253 Abb., 16,5 cm x 23 cm  
V-8408 früher 20,- **jetzt 4,95**



**Praxis der Mikrowellenantennen 1-75 GHz**  
S. Reithofer, DL6MH, 200 S., UKW-Berichte 1987, 200 S., DIN A5  
Z-0050 **jetzt 9,95**



**HF-Funkempfänger**  
E. T. Red und R. Birchel, DJ9DV, Beam-Verlag 2005, 200 Seiten, 21 cm x 28,5 cm  
B-0511 statt 25,- **jetzt 19,95**



**Richtig löten ... leicht gemacht, Geld und Ärger sparen**  
D. Schulz, Franzis, 2008, 128 Seiten, Format 20 x 23 cm  
F-4992 früher 14,95 **jetzt nur noch 6,95**



**Praktische Solaranwendungen mit Leuchtdioden**  
B. Hanus, Franzis, 2007, 128 Seiten, Softcover, Format 20 x 23 cm  
F-4107 früher 7,95 **jetzt nur noch 1,-**



**KW-Amateurfunkgeräte aus 50 Jahren**  
R. Birchel, DJ9DV, Beam-Verlag 2010, 270 Seiten, 21 x 28 cm  
B-1569 statt 29,50 **jetzt 19,95**



**Digitale Oszilloskope**  
J. Müller, Beam-Verlag 2017, 388 Seiten, 21 x 28 cm  
B-1682 statt 47,90 **bei uns nur noch 24,95**



**Fahrzeugdiagnose mit OBD II**  
F. Schäfer, Ektor-Verlag 2020, 376 Seiten, 17 x 23,5 cm  
E-3915 statt 39,80 **jetzt 34,95**



**Energiesparen leicht gemacht: Heimliche Stromverbraucher im Haus**  
Th. Riegler, 2008, 120 S.  
V-8415 statt 17,- **nur noch 1,-**



**Der leichte Einstieg in die Elektrotechnik**  
B. Hanus, Franzis, 1. Aufl. 2004, 224 Seiten, Format 14,8 x 21 cm,  
F-9057 statt 14,95 **jetzt 5,-**



**The ARRL Handbook 2020**  
H. W. Silver, NOAX, (Hrsg.), ARRL 2019, 6 Einzelbände, 1280 S.  
A-1137 statt 68,-  
Die Restexemplare für nur 39,-



**More ORP Power**  
Beiträge rund um das Thema aus OST und OEX, 2006, 208 S., 21,5 x 28 cm  
A-9655 statt 18,- **jetzt 15,-**

# C4FM/FM 144/430-MHz-Dualband-Mobilfunkgerät

Sehr gut ablesbares, hochauflösendes QVGA-Display für hervorragende Bedienbarkeit  
Echter Dualband-Betrieb V+V/U+U/V+U/U+V und gleichzeitige C4FM-Überwachung

AMS (Automatic Mode Select) für FM-freundlichen Digitalbetrieb

Kompatibel mit System Fusion II

Nutzbar als portabler digitaler Knoten für WIRES-X

- **Großer Empfangsfrequenzbereich: 108 – 999,99 MHz**
- **Easy to Operate II (E2O-II): noch nutzerfreundlichere Bedienoberfläche**
- **MAG-Funktion (Memory Auto Grouping) optimiert Speicherorganisation**
- **Neue Mehrkanal-Standby-Funktion (MCS)**
- **Band-Scope mit hoher Geschwindigkeit für bis zu 61 Kanäle**
- **Einfacher Freisprechbetrieb dank integriertem Bluetooth®-Modul**

C4FM/FM 144/430-MHz-Dualband  
Digitales-50-W-Mobilfunkgerät

## **FTM-300DE**



### 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)69-846584  
www.difona.de

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

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

**YAESU**  
The radio

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

**B.G.P Braga Graziano**  
Tel.: +39-0385-246421  
www.bgpcom.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

**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

## Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

**Bearbeiter:**  
Peter Eichler, DJ2AX  
Birkenweg 13, 07639 Tautenhain  
E-Mail: dj2ax@aatis.de

### ■ Verschiebung 36. Bundeskongress in den Sommer

Mit Elan und Optimismus habe ich im letzten QTC den Termin für den 36. Bundeskongress in Goslar bestätigt. Nun hat uns die aktuelle Situation eingeholt, die Zeitschrift war schon im Druck, als wir uns entschließen mussten, die Veranstaltung auf den Sommer zu verschieben. Glücklicherweise war noch das Wochenende vom 20. bis 22. 8. im Zeppelinhaus frei.



Auf nach Goslar im Sommer

Foto: pixabay

Der Termin liegt bei einigen in der Ferien- und Urlaubszeit. Das kann Vor- und Nachteile bieten, aber ich freue mich, Goslar einmal im Sommer kennenzulernen. Bedingungen für Ballonstart und andere Aktivitäten im Freien sind sicher günstig.

Bitte beachten Sie die Informationen im Mitgliederbrief und auf unserer Webseite! Das Anmeldeformular wird im Rundschreiben 2021 enthalten sein, welches ab Anfang April in den Versand kommt. Die Kurzvorstellung der neuen Bausätze für das Jahr 2021 erfolgt hier im QTC und das Praxisheft 31 erscheint ebenfalls im März.

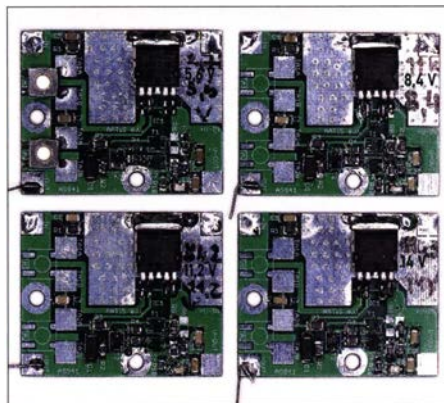
### ■ Neuer Bausatz AS941 Tiefentladungsschutz

Zellen auf Lithiumbasis sind geniale Energiespeicher: klein, leicht und zuverlässig, haben kaum nennenswerte Selbstentladung, wenn man sie ordentlich behandelt. Was sie überhaupt nicht vertragen, ist eine Tiefentladung, sagen wir je nach Art unter 3 V je Zelle. Das nehmen sie derart übel, dass sie danach nur noch fachgerecht zu entsorgen sind. Deshalb ist es auch im Zusammenspiel mit AS921 sinnvoll, einen Tiefentladungsschutz vorzusehen, wenn im verwendeten Akkumulator keiner eingebaut ist oder keine Information darüber vorliegt.



Grundsätzlich eignet sich unsere Baugruppe für die Überwachung von Spannungsquellen aus Sekundärzellen im Bereich von 5 V bis 36 V (Obergrenze durch den Power-Switch bestimmt). Dabei ist es egal, ob es sich um eine Abschaltung bei Unterspannung während der Benutzung handelt oder um ein Gerät, das wir nach Gebrauch gedankenlos – und eingeschaltet – wieder ins Schubfach legen. Erst wenn es wieder benötigt wird, kommt die Ernüchterung – Stromquellen ruiniert, egal welche es sind.

Die Spannungsüberwachung übernimmt ein sogenannter Supervisor, der mit einer Genauigkeit von  $\pm 60$  mV laut Datenblatt arbeiten soll. Über zwei Taster wird ein- bzw. ausgeschaltet und die Verbindung zwischen Akkumulator und Last sicher durch einen Power-Switch VN750PT hergestellt oder getrennt. Mit Hilfe von zwei Paaren parallelgeschalteter Widerstände ist nahezu jede Schaltschwelle einstellbar. Der aktive Zustand wird durch eine LED angezeigt. Im ausgeschalteten Zustand nimmt die Schaltung so gut wie keinen Strom auf.



Tiefentladungsschutz AS941

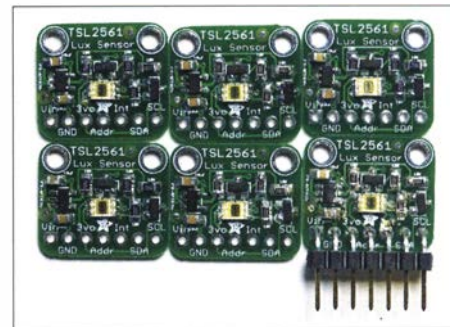
Foto: DJ2AX

Eine vorbestückte und getestete Platine aus einem Seminararrestposten für zwei bis vier Akkuzellen kann unter der bekannten E-Mail-Adresse [bestellung@aatis.de](mailto:bestellung@aatis.de) bestellt werden. Die Taster sind noch aufzulöten und die Anschlüsse müssen hergestellt werden. Ab März wird mit dem Erscheinen des Praxisheftes 31 und ausführlicher Bauanleitung ein Bausatz herausgegeben.

### ■ TSL2561 abgekündigt

Die Sensorplatine von [adafruit](http://adafruit.com) für unsere Fotometer AS535 ist nicht mehr lieferbar. Gefährlich wurde der Versuch, bei einem Lieferanten in Deutschland zu bestellen: ohne jegliche Hinweise wurde dafür TSL2591 eingesetzt, äußerlich sehr ähnlich, aber mit anderem Sensor-IC vollkommen ungeeignet.

Auch andere, verfügbare Sensorplatinen unter der Bezeichnung TSL2561 sind fürs Fotometer nicht nutzbar, da die Lage des Sensors nicht stimmt, teilweise die FET-Puffer fehlen, nur sechs Anschlüsse herausgeführt sind und die Stabilisierung auf 3,3 V hin und wieder fehlt. Deshalb mussten wir zwangsläufig eine eigene Serie auflegen, weil sonst das Fotometer nicht mehr zu komplettieren war. Da die Auflage der Sensorplatine nur bei einer Mindeststückzahl sinnvoll ist, haben wir noch einen Restposten TSL2561 vorrätig, den wir gern abgeben. Anfragen bitte per E-Mail an [bestellung@aatis.de](mailto:bestellung@aatis.de). Da der Versand per Brief erfolgen kann, ergibt sich ein günstiger Einzelpreis.



TSL2561 vom Medienversand

Foto: DJ2AX

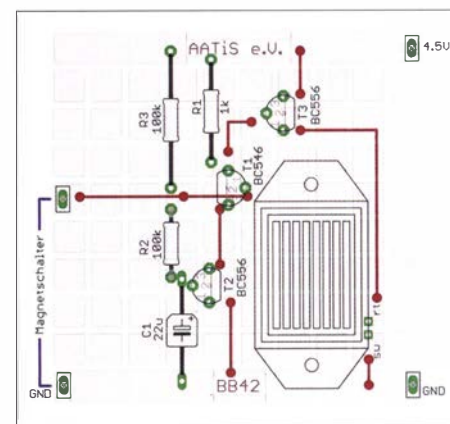
### ■ Dringend Nachfolger gesucht!

Aus Altersgründen gehen der Bearbeiter des QTC und der Medienversender Ende des Jahres in den AATIS-Ruhestand. Für beide ehrenamtliche Aufgaben werden dringend Nachfolger gesucht. Als Bearbeiter benötigt man Kreativität und Freude am Schreiben. Der Versender braucht etwa 10 m<sup>2</sup> Platz als Lagerfläche und etwas Zeit, Regalsysteme und Technik werden bereitgestellt. Bitte kontaktieren Sie den Vorstand, wenn Sie interessiert sind!

### ■ Upgrade AS300 Kurzalarm

Beim Bausatz AS300, der einen Kurzalarm auslöst, sozusagen der Bruder vom AS347, dem Schubladenwächter, ist in der Beschreibung im Praxisheft 30 auf Seite 143 ein Fehler in der Bestückung veröffentlicht worden. Der Transistor T1 (BC546) ist in Bild 5 falsch dargestellt. Er muss um 180° gedreht eingebaut werden. Als Auslöser eignen sich Magnetkontakte aus dem Baumarkt oder, viel eleganter, ein günstiger PIR-Sensor.

Tnx Info an Wolfgang Foertsch, DK4MZ



Korrektur zu Bild 5 beim AS300

Foto: DK4MZ

# CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX  
Postfach 25 43, 37015 Göttingen  
E-Mail: cbjf@funkamateure.de

## ■ Rückblick: CB-Funk 1978/1979

Zu Jahresbeginn lief im dritten Programm von NDR- und MDR-Fernsehen nochmals die interessante TV-Dokumentation „Sechs Tage Eiszeit“ (Erstausstrahlung MDR 2018) über die Schneekatastrophe des Winters 1978/1979. Diese entwickelte sich in Mitteleuropa nach Weihnachten dramatisch und betraf für rund eine Woche auch weite Teile Deutschlands. Ich wohnte damals in einem Stadtteil am Rand der schleswig-holsteinischen Landeshauptstadt Kiel und erinnere mich, dass ich am ersten Schultag nach den Weihnachtsferien morgens noch den Fußweg zur Schule versuchte. Das Schulgebäude war jedoch wegen meterhoher Schneeverwehungen schlicht noch nicht wieder erreichbar, also musste ich umkehren. Der NDR hatte wohl morgens in seinen Radionachrichten darauf hingewiesen, dass aufgrund des Extremwetters alle Schulen im Stadtgebiet bis auf Weiteres geschlossen waren. Mir war dies entgangen, denn, abgesehen von wöchentlichen Musiksendungen,

entdeckte ich meine Leidenschaft fürs intensive Radiohören und BC-DX erst Anfang 1980. Vielleicht hätte ich morgens mein CB-Funkgerät einschalten sollen, der nun neben dem Rundfunk einzigen aktuellen Informationsquelle. Sicher hätten mich Freunde aus unserer CB-Funkrunde davor gewarnt, das Haus angesichts der vielen Schneeverwehungen zu verlassen. In jenen Tagen waren die CB-Funkkanäle in unserem Stadtteil so stark belegt, wie schon lange nicht mehr. Wir tauschten uns über die neuesten Informationen aus, auch wenn sich einiges davon später als Gerücht herausstellte. Dennoch zeigte der CB-Funk bei dieser Gelegenheit sein Potenzial als lokales und unabhängiges Kommunikationsmittel, es war quasi unser Stadtteilfunk. Der Begriff „Notfunk“ war mir noch unbekannt und tatsächlich in Not befanden wir uns in unserem Stadtteil ja auch nicht. Wir hatten Strom, unser Telefon funktionierte, der Supermarkt war geöffnet. Wollte man ins Stadtzentrum, um sich Tickets fürs nächste Handball-Bundesligaspiel zu sichern, mussten wir allerdings zunächst eine Stunde zu Fuß durch den Schnee gehen. Erst dann erreichten wir die erste noch angefährene Bushaltestelle. Für Privatfahrzeuge galt ein Fahrverbot. Doch waren dies eher unbedeutende Unbequemlichkeiten im Vergleich zu dem, was mir später Schulkameraden berichteten. Diese wohnten in einem Dorf, etwa 30 km außerhalb der Stadtgrenze. Als Folge von durch den Schneesturm zerstörter Überlandleitungen fiel dort bald der

Strom aus und damit ebenfalls jedes Telefon. Als sich in einem Bauernhof eine Frau schwer verletzte, gelang es allein dank CB-Funk, einen Rettungshubschrauber herbeizurufen: Ein 11-m-Funker im Dorf versorgte sein Gerät per Autobatterie mit Strom und konnte so auf Kanal 9 einen Hobbykollegen im Nachbardorf erreichen, wo die Telefone noch funktionierten. Der Stromausfall betraf zeitweise bis zu 80 Dörfer, allein in Schleswig-Holstein. Die dort lebenden Menschen waren aufgrund der Schneemassen nur noch per Hubschrauber erreichbar – oder eben per Funk, sofern ein CB-Funker oder Funkamateure seinen Transceiver mit einer Autobatterie betreiben konnte und eine intakte Antenne vorhanden war.

### CB-Kalender

<b>täglich</b>	Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
<b>freitags</b>	SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
<b>samstags</b>	NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz) Schleswig-Holstein-Runde 23 Uhr auf Kanal 7 FM (27,035 MHz)
<b>sonntags</b>	CB-Bayernrunde 10 Uhr auf Kanal 8 USB (27,005 MHz) Lima Radio München 10 Uhr auf Kanal 36 USB (27,365 MHz) BLN/BRB-Runde 20.30 Uhr auf Kanal 3 USB (26,985 MHz) dh7aao.heimat.eu0

# BC-DX-Informationen

## ■ Deutsch auf Mittelwelle

Aus Polen ist eine deutschsprachige Sendung des *Polnischen Rundfunks* täglich von 1700 UTC bis 1730 UTC auf der Mittelwelle 1386 kHz im deutschsprachigen Raum gut aufzunehmen. Das hörenswerte Magazin bringt aktuelle Informationen über Entwicklungen bei unserem östlichen Nachbarn. Der Mittelwellensender für

dienst Japans, auf Russisch ausgestrahlt. Von 1800 UTC bis 2100 UTC nutzt *Radio Liberty* die Frequenz ebenfalls für ein Programm in russischer Sprache. Wie Agnieszka Kamińska, die Intendantin des *Polnischen Rundfunks*, in ihrem Rückblick auf das Jahr 2020 mitteilte, gehört für sie die Aufnahme täglicher Sendungen in Weißrussisch für Hörer im benachbarten Belarus zu den wichtigsten Entwicklungen. Diese kommen täglich auf der Langwelle 225 kHz (1000 kW), jeweils um kurz nach 1100 UTC, 1730 UTC und 2100 UTC. Eine weitere interessante Mittelwelle ist 1476 kHz. Dort sendet das *Museumradio* aus dem österreichischen Bad Ischl von 1500 UTC bis 2100 UTC ein moderiertes Musikprogramm. Mit einer Sendeleistung von 400 W gelingt der Empfang in weiten Teilen Deutschlands nach Einbruch der Dunkelheit regelmäßig, da in Europa derzeit keine Stationen mit hoher Leistung auf dem Kanal aktiv sind. Gleichkanalstörungen treten durch *Carillon Wellbeing Radio* aus Großbritannien auf, das mit 250 W sendet. Kurz nach Einbruch der Dunkelheit dominieren beide Stationen oft abwechselnd für einige Minuten die Frequenz, abhängig von den Ausbreitungsbedingungen bzw. der Empfangsantenne. Auf Kurzwelle hat der kurdische Oppositionssender *Denge Welat* seinen Sendeplan zum Jahresbeginn teilweise geändert: Die Programme in kurdischer Sprache richten sich an Hörer in mehreren Ländern in der Region und kommen von 0330 UTC bis 0600 UTC auf 7350 kHz, von 0600 UTC bis 1600 UTC auf 11 540 kHz, von 1600 UTC bis 2200 UTC auf 9525 kHz. Weitere Frequenzänderungen sind möglich, da ein in der Türkei vermuteter Störsender den

Empfang der Station im Zielgebiet erschweren soll. Die *Stimme der Türkei* sendet ihr deutschsprachiges Programm von 1230 UTC bis 1330 UTC auf 15270 kHz und von 1830 UTC bis 1930 UTC auf 5945 kHz. In der aktuellen Ausgabe der von Stig Hartvig Nielsen herausgegebenen Liste der privaten Kurzwellenstationen in Europa wurden einige seit Jahresbeginn wirksame Änderungen eingearbeitet: *Mike Radio* aus den Niederlanden sendet unregelmäßig auf 5810 kHz oder 5820 kHz; aus Dänemark sind *World Music Radio* täglich von 0700 UTC bis 1745 UTC auf 5930 kHz, *Radio208* täglich von 0700 UTC bis 1800 UTC auf 5970 kHz, *Radio OZ-Viola* mittwochs von 2200 UTC bis 2300 UTC bzw. an Wochenenden von 1200 UTC bis 1400 UTC auf 5980 kHz aktiv; *Radio Delta* testet aus den Niederlanden unregelmäßig auf 6005 kHz oder 6020 kHz; *Radio Onda* sendet aus den Niederlanden an Wochenenden auf 6140 kHz. Zusätzliche Ausstrahlungen auf den genannten Frequenzen sind zu anderen Zeiten ebenfalls möglich. Stig schickt seine monatlich aktualisierte Stationsliste auf Anfrage als PDF-Datei per E-Mail (Kontakt: shn@wmmr.dk).

Die Informationen hat Harald Kuhl, DL1AX, zusammengestellt.

Frequency:	1485 kHz
Modulation:	AM (9K00A3E9N)
RF-power:	6 W e.m.r.p.
Antenna:	40 m wire approx. vertical
Location:	11°01'08.9" East 49°32'47.8" North JN59MN21HF (= Clubstation DK0FHG)
Program:	Funklust-Campusmedien etc. (altern. 1 kHz test beep)
Intention:	Educational purpose

**MNI TNX FER UR RPRT!  
VIELEN DANK FÜR DEINEN  
RAPPORT!**

Fraunhofer-Institute for Integrated Circuits IIS

QSL von Sender Joe auf 1485 kHz aus Erlangen. QSL: DL1AX

1386 kHz (75 kW) steht nicht in Polen, sondern in Litauen und gehört zu *Radio Baltic Waves International*. Im Anschluss an die deutschsprachige Sendung wird darüber bis 1800 UTC ein Programm von *NHK World*, dem Auslands-



Ihr Partner für  
weltweiten Rundfunkempfang

---

**In diesem Monat: => Reprint auf DVD:**  
„Sender & Frequenzen“ (1984-2017)  
Infos unter: [www.addx-verlag.de](http://www.addx-verlag.de)



# Ausbreitung Februar 2021

**Bearbeiter:**  
Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH  
nám. 9. května 142  
CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Die aktuellen Vorhersagen zur Entwicklung der Sonnenaktivität in den kommenden Monaten fallen selten so unterschiedlich aus wie gegenwärtig, als die Anstiegsrate des Elfjahreszyklus etwas schneller zu steigen begann. Das Interesse wurde bestärkt durch die Publikation von Dr. Scott W. McIntosh, nach der ein hohes Maximum für den 25. Zyklus erwartet wird [1]. Jetzt verhält sich die Sonne aber so, dass unsere Annahmen zwischen einem hohen oder sehr niedrigen Zyklus schwanken. Gegenwärtig ist abschätzbar, dass der nächste kurze Aktivitätsanstieg schon im März erfolgen wird. Weil es aber möglich ist, dass er bereits langsam im Februar beginnen wird, werden wir für Februar eine etwas höhere Sonnenfleckenzahl annehmen. Die Unklarheit der weiteren Entwicklung widerspiegelt sich in den von einander sehr unterschiedlichen Vorhersagen der Sonnenfleckenzahlen  $R$  verschiedener Quellen für den Monat Februar 2021: NOAA/NASA SWPC: 7,4; BOM SWS (Australien): 28,1; SIDC (WDC-SILSO Brüssel): 23 (klassische Methode) und 39 (kombinierte Methode). Wenn wir den Einfluss des erwarteten Anstiegs berücksichtigen, verwenden wir  $R = 29$  als Grundlage für unsere Amateurfunkprogramme. Das entspricht etwa einem solaren Flux von 85 s. f. u.

Wir geben also  $R = 29$  für die Februarvorhersage vor. Aber, wenn wir zum Beispiel nur  $R = 20$  erreichen, was auch möglich ist, so ist der Unterschied in den danach berechneten Kurven zwar klein, aber trotzdem beachtlich. Zum Beispiel öffnet bei  $R = 29$  der Funkweg zwischen Mitteleuropa und dem Nordosten der USA auf 24 MHz ab und zu kurzzeitig, während das bei  $R = 20$  nicht sein wird. Das 20-m-Band öffnet bei  $R = 29$  abends etwa eine Stunde länger als bei  $R = 20$ .

Im Februar begünstigen die zunehmende Tageslänge auf der nördlichen Hemisphäre und die langsame Rückdrehung der Erdachse in die Senkrechte die Ionisation der Ionosphäre. Wir erwarten auch weniger starke geomagnetische Störungen. Die Ionosphäre wird mit längeren Öffnungsintervallen in den meisten Richtungen und größeren Schwankungen sowohl der Sig-

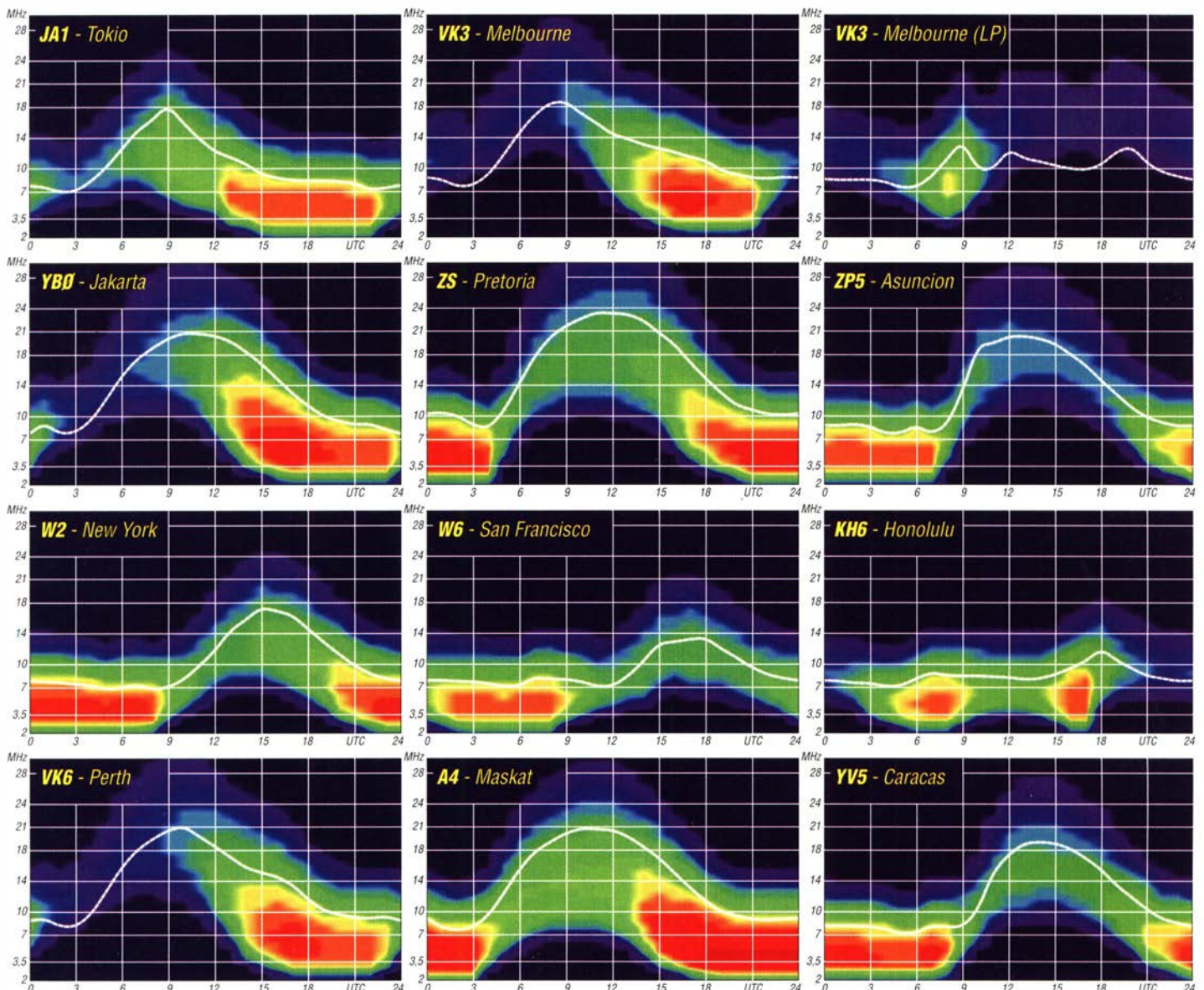
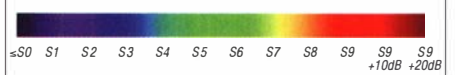
nalstärken als auch der MuF-Werte reagieren. Nach den guten Ausbreitungsbedingungen im November war der Rest des Jahres eher enttäuschend. Am 18. und 19. Dezember war die Sonne fleckenlos und es gab einige Tage ohne merkbare Aktivität. In dieser Zeit fiel der solare Flux um 20 Prozent. Wir beobachteten die besten Ausbreitungsbedingungen Anfang Dezember und später um den 20. Dezember, als die geomagnetische Aktivität anstieg. Die Monatsmittelwerte für Dezember der wichtigsten Aktivitätskennzahlen lauten: SIDC  $R_1 = 21,8$ , DRAO SF = 87 s. f. u. und Wingst  $A = 5,8$ . Die geglättete Sonnenfleckenzahl für Juni 2020 lautet  $R_{12} = 7,8$ .

## Literatur

[1] <https://arxiv.org/pdf/2006.15263.pdf>

## 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-QTC

Bearbeiter:

Daniel Schirmer, DL5SE

E-Mail: dl5se@dl5se.de

### ■ Inselaktivitäten im Februar 2021 – Rückblick Dezember 2020

**Antarktis:** Noch bis Mitte Februar sind Seba, SQ1SGB, als VP8HAL und Will, M0ZXA, als VP8DOI von der Halley Research Station in der Antarktis, AN-016, zu hören. Eventuell nutzt Seba auch das Rufzeichen SQ1SGB/VP8. QSL für VP8DOI via eQSL und LoTW. QSL für VP8HAL via EB7DX.

**Nordamerika:** Didier, F6BCW, hatte zum Jahresende oft ein Ohr speziell für Europa von seinem QTH auf Martinique, NA-107. Als FM/F6BCW konnte er vor allem auf 30 m und 40 m mit guten Signalen aufwarten. QSL via Homecall. – Tom, AA9A, möchte wiederholt von Sint Maarten, NA-105, QRV werden. Im Zeitraum vom 27.2. bis 27.3. will er als PJ7AA auf den Bändern von 10 m bis 80 m in CW, SSB und den Digi-Modes erscheinen. QSL via LoTW und Club-Log-OQRS.

**Ozeanien:** Antoine, 3D2AG, war wie versprochen im Dezember bis in den Januar hinein sehr aktiv auf den KW-Bändern als 3D2AG/p von Rotuma Island, OC-060. Sicher haben sich viele über die QSOs auf dem 60-m-Band in FT8 gefreut. Aber auch in CW war er oft mit guten Signalen in DL zu hören und war somit einer der wenigen Highlights zur Weihnachtszeit. QSL-Anfragen via PayPal.

**Südamerika:** John, W2GD, versucht, im ARRL-DX-CW-Contest am 20. und 21.2. als P44W von Aruba, SA-036, aktiv zu werden. Vor und nach dem Contest verspricht er unter P40W QRV zu sein. QSL via LoTW und N2MM direkt.

### ■ Was nun?

Wenig verwunderlich fällt auch dieses QTC sehr mager aus und ruft schon beim Erstellen wenig Freude hervor. Was tun mit der freien Zeit bei mager belebten Bändern? Vielleicht sortiert man die Insel-QSLs neu und erfreut sich an manch schönen bestätigten QSOs. Oder

man stellt fest, dass mit diesen Karten auch das eine oder andere schöne Insel-Diplom erfüllbar ist, welches von vielen europäischen Ländern neben dem IOTA-Diplom vergeben wird.

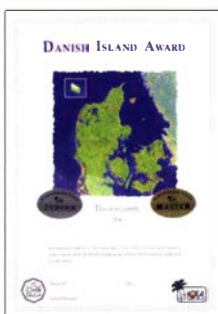
Wie wir alle wissen, zählt nicht jede Insel für das IOTA-Programm. Viele kleine und dennoch interessante Inseln werden dennoch ab und an von Enthusiasten aktiviert. Beispielsweise ist im nördlichen Nachbarland Dänemark viel zu tun. Die zahlreichen Inseln, von welchen viele auch für IOTA zählen, sind in sechs IOTA-Gruppen bzw. sieben Gruppen unterteilt, welche für das *Danish Island Award (DIA)* entsprechend mit zwei Buchstaben wie folgt gekennzeichnet sind:

- SJ Inseln um Sjælland,
- FY Inseln um Fyn,
- JY Inseln an der Ostküste von Jylland,
- BO Inseln um Bornholm,
- NK Inseln im nördlichen Kattegat,
- NS Inseln der Nordsee,
- NJ Nordjylland und Inseln in Limfjorden.

Für das Basisdiplom braucht man lediglich bestätigte Kontakte ab 1997 mit fünf Inselgruppen. Weitere Informationen erhält man unter: [www.ddxg.dk/awards/island.htm](http://www.ddxg.dk/awards/island.htm)

Eine ebenfalls scheinbar unendliche Geschichte ist das Sammeln Italienischer Inseln. Der Herausgeber des *Italian Island Award (IIA)*, die A.R.I., ist bei der Definition einer Insel auch nicht zimperlich. So steht in der Ausschreibung, dass „jede Portion Land“ oberhalb des Wasserspiegels gelten könne. Lediglich der Abstand zum Festland sollte jederzeit mehr als 50 m betragen und man muss die Inselchen in offiziellen Landkarten oder zumindest in nautischen Karten finden können.

Man kann sich vorstellen, was für eine Spielwiese sich daraus für Aktivierer erschließt. Das Diplom ordnet die Inseln je nach Region in 25 Gruppen, welche mit einem Buchstaben gekennzeichnet sind. Sardinien und benachbarte



DIA-Award Foto: DDXG

Inseln umfassen davon schon sieben Buchstaben. Gefolgt wird der Buchstabe von drei Ziffern, vergleichbar mit dem DIA oder dem IOTA. Das *Directory 2019* fasst alle bis dahin verzeichneten Inseln auf über 130 Seiten zusammen mit Namen, GPS-Koordinaten und Gruppenzugehörigkeit. Um das Grunddiplom zu erhalten, benötigen Stationen oder SWLs aus Europa 30 Inseln von mindestens sechs unterschiedlichen Inselgruppen.

Selbstverständlich kann man das Ganze bis zur *Honor Roll* oder sogar bis zur *All Italian Island Roll* steigern, für welche man beispielsweise 300 Inseln von allen Gruppen benötigt. Alle Informationen über dieses Diplom sowie das *Directory* erhält man unter: <http://ari.it/en/diplomi-hf/diplomiari/ia/5747-directory-ia-online-ia-online-directory.html>



Dan funkte als IM0/DL5SE von der italienischen Inselgruppe La Maddalena, nördlich vor Sardinien gelegen. Foto: DL5SE

Selbstverständlich kann auch Deutschland mit einem *German Island Award* aufwarten. Die Bezeichnung der Inseln ist übersichtlicher, unterscheidet sie lediglich zwischen Nord- und Ostsee, was entsprechend mit *N* oder *O* gekennzeichnet wird. Bei der folgenden Nummer kommt man ebenfalls mit nur zwei Stellen aus. Für das Grunddiplom benötigen DL-Stationen acht Verbindungen von mindestens sechs deutschen Inseln, wobei jeweils eine mit einer Nord- bzw. Ostseeinsel obligatorisch ist. Auch hier sind nicht alle zählbaren Inseln gleich IOTA-Inseln. Ein Blick lohnt sich unter: [www.darc.de/der-club/distrikte/y/diplome/deutsches-inseldiplom/#c26544](http://www.darc.de/der-club/distrikte/y/diplome/deutsches-inseldiplom/#c26544)

## Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA

Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz

E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

### ■ Sendegenehmigung für QO-100 in Spanien verlängert

Die Union der spanischen Funkamateure (URE) hat beim Staatssekretariat für Telekommunikation und digitale Infrastrukturen die Verlängerung der Verwaltungsgenehmigung zur Nutzung des Frequenzbereiches 2400,050 MHz bis 2410,000 MHz für QO-100 beantragt, welche Ende 2020 ausgelaufen war.

Die Genehmigung für Sendungen in diesem Frequenzband mit einer maximalen Leistung von 1500 W EIRP und Verwendung von Richt-

antennen mit einer Verstärkung von mindestens 21,5 dBi zu QO-100 wurde nun bis zum 26.12.2021 verlängert.

### ■ Neue AMSAT-Wikis verfügbar

Im Forum der AMSAT-DL ist neu ein sogenanntes Wiki-Lexikon für QO-100-Betrieb verfügbar. Unentschlossene, die sich noch überlegen, ob sie bei QO-100 einsteigen wollen, können das Wiki via [https://forum.amsat-dl.org/lexicon/index.php?entry/4-aa-einf%C3%BChrung/\(AA\\_Einf%C3%BChrung\)](https://forum.amsat-dl.org/lexicon/index.php?entry/4-aa-einf%C3%BChrung/(AA_Einf%C3%BChrung)) erreichen. Um den Weg zur eigenen Station zu erleichtern, wird hier durch das Lexikon geführt. Die einzelnen Themen im Lexikon können alphabetisch angeklickt werden. Weitere Fragen können auch nach Anmeldung im Forum gestellt werden.

Die AMSAT-UK veröffentlichte auch ihr Wiki für den Betrieb über die LEO-Satelliten unter: <https://wiki.amsat-uk.org>

### ■ BY70-3 neu im Orbit

BY70-3 des China Center for Aerospace Science and Technology International Communications (CCASTIC) ist ein MicroSat mit knapp 40 kg Masse und den Abmessungen 196 mm × 190 mm × 315 mm.

BY70-3 gehört zu einer Serie von Satelliten für eine naturwissenschaftliche Ausbildung, der in Zusammenarbeit mit der Taiyuan Jinshan Middle School und anderen Schulen gestartet wurde.

Obwohl von der IARU die Frequenz 437,443 MHz koordiniert wurde, sendet BY70-3 laut Nico Janssen, PA0DLO, auf 437,600 MHz BPSK. Weitere Infos unter: [www.amsatuk.me.uk/iaru/finished\\_detail.php?serialnum=726](http://www.amsatuk.me.uk/iaru/finished_detail.php?serialnum=726) BY70-3 startete mit einer CZ-6 am 6.11.2020 in einen Orbit mit 97° Inklination. Laut Nico Janssen ist die NORAD-Nummer für die Keplerdaten 46839.



## Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC  
Försterweg 8, 09437 Börnichen  
E-Mail: dl2hsc@darcd.de



### ■ SOTA HB9

Jürg, HB9BIN, sandte mir Informationen zum neuen Schweizer SOTA Lowland-Summit-Diplom. Sicher eine interessante Alternative, um

auch diese Berge für die Punktejäger und -sammler attraktiv zu gestalten.

Der Vorstand von HB9SOTA hat neu das *Lowland-Summit-Diplom* herausgegeben. Dafür zählen nur Verbindungen zu Ein-Punkt- und Zwei-Punkte-Bergen in der Schweiz. Es werden Diplome in den beiden Kategorien *Aktivierer* und *Jäger/SWL* angeboten. Das Low-Summit wird in folgenden drei Stufen herausgegeben: *Alpenrose* erfordert 50 Ein-Punkt- und Zwei-Punkte-Berge der Schweiz, für *Enzian* sind 100 Ein-Punkt- und Zwei-Punkte-Berge der Schweiz und für *Edelweiß* alle 176 Ein-Punkt- und Zwei-Punkte-Berge der Schweiz zu arbeiten.

Das vollständige Diplomreglement befindet sich auf der Homepage von HB9SOTA unter: [hb9sota.ch/hb9sota-diplom-regeln](http://hb9sota.ch/hb9sota-diplom-regeln). Zur Urabstimmung 2020 wurde mit 33 Stimmen der 1.1.2013 als Startdatum für das neue Diplom gewählt. Da mit knappem Resultat die Abstimmenden entschieden haben, dass das Inkrafttreten rückwirkend gilt, hat Bruno, HB9CBR, das Diplom Lowland-Summit als erster in der höchsten Kategorie *Edelweiß* bereits erreicht. Er aktivierte seit dem 1.1.2013 alle 176 Ein- und Zwei-Punkte-Berg in der Schweiz.

Das Diplom *Lowland-Summit* kann mit folgendem Link beantragt werden: [hb9sota.ch/lowland-summit-diplom](http://hb9sota.ch/lowland-summit-diplom). Für HB9SOTA-Mitglieder ist

es kostenlos, für alle anderen Antragsteller werden 10 CHF berechnet. In der Gipfelkarte unter [www.hb9sota.ch/gipfelkarte](http://www.hb9sota.ch/gipfelkarte) und beim Diplom-antrag für das *Lowland-Summit* für Aktivierer

fang kann der 397 m hohe Dreiberge, auf manchen Karten auch als *Hausdorfer Linden* bezeichnet, südlich vom Finckenfang, genutzt werden.

Das erste vergebene  
Lowland-Summit-  
Diplom

Foto: HB9SOTA



und Jäger ist eine Option eingebaut, mit der ein Antragssteller herausfinden kann, welche Ein- oder Zwei-Punkte-Berge er noch nicht gearbeitet hat. **Tnx Info Jürg Regli, HB9BIN**

### ■ SBW

Der sächsische Bergwettbewerb startet in das Jahr 2021 mit einigen neuen Bergen, aber keiner Streichung. Die 487 m hohe Deutschlandschachthalde bei Oelsnitz mit einem 33 m hohen Aussichtsturm, dem Glückaufsturm, ist einer der Neuen. Beschrieben wird er im Sächsischen Bergkurier 211 unter: [www.dl2to.de](http://www.dl2to.de)

Ebenfalls neu ist der 383 m hohe Großensberg östlich von Stolpen. Die Beschreibung findet sich ebenfalls im Bergkurier, Ausgaben 184 und 208 aus dem Jahr 2019. Als Alternativstandort zum zeitweise wegen landwirtschaftlicher Nutzung schlecht zugänglichen Fincken-

Die Abrechnung für das Jahr 2020 ist wie immer bis Ende Januar per E-Mail oder Post einzusenden, diesmal wieder an Olaf, DO1UZ, Adresse siehe auch [www.dl2to.de](http://www.dl2to.de). Bitte kein Geld für die Urkunde schicken, denn diese gibt es nur als PDF. Mit den neu hinzugekommenen Bergen stehen jetzt 187 in der Liste, dazu neun Alternativstandorte.

Wer eine SBW-Aktivierung auch für GMA oder SOTA abrechnen möchte, sollte darauf achten, dass hier zum Teil andere Regeln gelten ([www.cqgma.org](http://www.cqgma.org)), z. B. dass der Betrieb aus dem Auto oder dessen Nähe nicht erlaubt ist. Eine zu beobachtende Tendenz im SBW in den letzten Jahren ist es ja, so nah es geht an den Berg heranzufahren, um möglichst viele Aktivierungen an einem Tag zu schaffen. Ebenso gibt es abweichende Regeln, die den vertikalen Abstand zum Gipfelpunkt betreffen.

## SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW  
Angerburger Allee 55, 14055 Berlin  
E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

### ■ Überraschungen zum Jahresende

Im vergangenen Jahr bestimmten SARS-CoV-2 und die damit verbundenen extremen Auswirkungen in weiten Teilen unser tägliches Leben. Quasi über Nacht waren plötzlich viele persönliche Planungen nur noch Makulatur. Auch im aktuellen Jahr wird das Virus weiterhin unser ungewollter ständiger Begleiter bleiben. Dennoch gab es zum Jahresende auch noch andere Überraschungen.

Die österreichische Fernmeldebehörde sorgte kurz vor den Feiertagen noch für ein kleines Weihnachtsgeschenk in Form einer neuen Verordnung. Seit dem 21.12.2020 dürfen, so wie bereits in einigen anderen Ländern auch, nun auch in Österreich Funkamateure der Bewilligungsklasse 1, sowohl das 630-m-Band von 472,0 kHz bis 479,0 kHz als

auch das 60-m-Band von 5351,3 kHz bis 5366,5 kHz für den Amateurfunkdienst auf sekundärer Basis nutzen. Die maximale Leistung ist dabei auf 1 W bzw. 15 W EIRP festgelegt.

In unserem Nachbarland wurden die auf der WRC-2012 und WRC-2015 (World Radio Conference) beschlossenen Regelungen zur Nutzung weiterer Frequenzbereiche für den Amateurfunkdienst zwar bereits in der Frequenznutzungsverordnung (FNV) 2016 dokumentiert, letztlich aber erst im Dezember 2020 abschließend umgesetzt. Dabei gibt es eine kleine Besonderheit: In Österreich ist der nutzbare Bereich des 60-m-Bandes, anders als in den meisten Ländern, 200 Hz breiter. Er beginnt bereits bei 5351,3 kHz, statt bei 5351,5 kHz.

Schon kurz nach Veröffentlichung der neuen Verordnung konnten die ersten OE-Stationen auf dem 60-m-Band beobachtet werden. Die Stationen waren dabei in FT8 oder CW aktiv. So wurde am 21.12.2020 um 1700 UTC das Signal von Gerhard, OE3GRU, in Großbritannien aufgenommen und im DX-Cluster gemeldet.

Etwa 2 h später registrierte im Reverse Beacon Network (RBN) ein schwedischer Empfänger das CW-Signal von Karl, OE3KAB, aus der Nähe von Wien. An den folgenden Tagen nutzten weitere OE-Stationen den neu hinzugewonnenen Frequenzbereich und besicherten damit anderen OMs einen neuen Präfix für das 60-m-Band. Des einen Freud ist ja bekanntlich des anderen Leid. Und so verlief der Jahresausklang 2020 für die australischen Funkamateure nicht ganz so positiv. Im vergangenen Jahr gab es eine Anhörung zur möglichen Nutzung des 60-m-Bandes. Ähnlich wie bereits in Neuseeland geschehen, sah auch die australische Fernmeldebehörde ACMA (*Australian Communications and Media Authority*) keine Möglichkeit zur Freigabe des Bandes. Die Primärnutzer haben in diesem Band nach wie vor einen sehr hohen Frequenzbedarf angemeldet und konnten letztlich einer zusätzlichen Nutzung durch den Amateurfunkdienst nicht zustimmen.

### Literatur

- [1] [www.ovsv.at](http://www.ovsv.at)
- [2] [www.acma.gov.au/consultations/2020-05/possible-use-53515-53665-khz-band-amateur-service-consultation-132020](http://www.acma.gov.au/consultations/2020-05/possible-use-53515-53665-khz-band-amateur-service-consultation-132020)

# 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. 2020 bis 3. 1. 2021

Es wird wohl eher die zweite Hälfte des Jahres sein, die uns wieder eine steigende Zahl von DXpeditionen bringen wird. Bis dahin stehen alle in den Startlöchern und planen, ohne wirklich zu wissen, wann es los geht. Conteste hingegen haben nun weiter wachsenden Zulauf. Da sich auch die Bedingungen langsam aber stetig bessern, ist hier eine Möglichkeit gegeben, DX ins Log zu bekommen.

Oder man versucht es mal wieder mit einem CQ-Ruf, wie in alten Zeiten. Wer bei Erscheinen dieser Ausgabe noch nicht seine Abrechnung zur DL-Länderstandswertung und zur Most-Wanted-Liste abgeben hat, kann das bis zum 31. 1. noch beim DARC Referat DX tun.

## ■ Condx

Nach den bemerkenswerten Bedingungen Ende November fiel der solare Flux Anfang Dezember wieder etwas und nahm die MUF dabei mit hinunter bis unterhalb 12 m. Ein koronaler Masseauswurf (CME) am 7. 12. sorgte sogar für Radioblackouts. Mitte Dezember setzte sich die relative Verschlechterung der DX-Bedingungen fort. Das 20-m-Band war nachts dicht. Mit viel Glück kamen tagsüber auf 15 m DX-Verbindungen zustande.

Im weiteren Verlauf blieb das Erdmagnetfeld überwiegend ruhig und erst zum Jahreswechsel hin verbesserten sich die DX-Möglichkeiten auch in Richtung der oberen Bänder wieder etwas. Zuerst wurde das für FT8 augenscheinlich, später profitierten auch die Nutzer klassischer Sendarten davon. Die Condx sind winter-typisch. Für die nächsten Wochen und Monate können wir uns darauf verlassen, dass die Tage mit Sonnenflecken immer häufiger werden.



## ■ DXpeditionen Rückblick

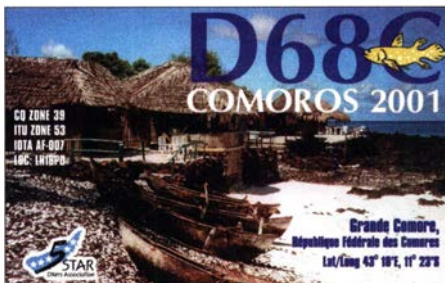
Die zwei aufgrund positiver Corona-Tests in Malawi verbliebenen 7Q7RU-Teammitglieder waren noch weit in den Dezember QRV. Im Übrigen waren FM/F6BCW, T15/N3KS, 3D2AG/p und DP0POL/mm häufiger auf den Bändern anzutreffen und sorgten für etwas Abwechslung in einer sonst nahezu DXpeditions-freien Zeit.



Ausgesprochen aktiv war JD1BMH in CW. Er funkte jedoch nicht auf 60 m – das war ein Pirat! Gelegentlich tauchte D2FJZ zumeist auf 14215 kHz in SSB auf. Die QSL geht via CT1FJZ. JX2US von Jan Mayen kam gegen Jahresende dicht an die Marke von 15 000 Verbindungen.

## ■ Vor 20 Jahren

Die Five-Star-DXer starteten vor zwanzig Jahren mit D68C eine DXpedition der Superlative. Mit 26 funkenden Expeditionsteilnehmern war man 18 Tage QRV und schrieb 168 722 QSOs ins Log (Angabe auf der QSL). Dieser Rekord hielt bis 2008. Etwa zur gleichen Zeit waren 3C1AG, YJ0AFN und YK9A aktiv. Letztere DXpedition mit überwiegender US-Beteiligung war es offenbar vergönnt, ein Zeitfenster zu nutzen, das heute in den Geschichtsbüchern unter „Damaszener Frühling“ zu finden ist. YK9A machte 26 063 QSOs, davon über zwei Drittel in CW. Die Europäer dominierten das Log mit über 70%.



## ■ Kurz-Infos

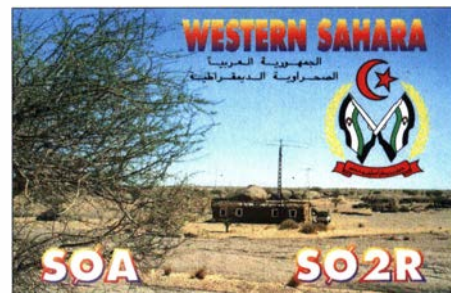
4L/G4ENL darf nun unter 4L1PJ senden. Er ist für die nächsten Jahre in Georgien, arbeitet in SSB und die QSLs gibt es über N4GNR. – EP2HAM wickelt seine QSL über M0OXO ab. Die gleiche QSL-Route gilt für VK5KI.

## ■ Was wird mit West-Sahara?

Das DXCC der ARRL ist das Maß aller Dinge im DX-Betrieb. Da seine Definitionen, die ein Gebiet zum DXCC-Entity machen, sowohl geografisch aber auch politisch begründet sein können, kann folgende Nachricht Einfluss auf den Status haben: Im Ergebnis eines politischen Handels erkennen die USA den Anspruch Marokkos auf West-Sahara an. Diese Meldung erreichte uns am 10. 12. 2020. Die Sahrawi Arab Democratic Republic ist durch die Afrikanische Union anerkannt, jedoch ist sie nicht Mitglied der Vereinten Nationen. Mehr oder minder daraus folgend verfügt es nicht über einen ITU-Präfix und ist auch nicht Mitglied der IARU. Diese drei möglichen Qualifizierungsgründe scheiden also aus.

Jedoch wird es durch das US Department of State auf der Liste *Dependencies and Areas of Special Sovereignty* geführt. Wenn dies nun aufgrund der neuen Sichtweise der US-Regierung nicht mehr der Fall sein sollte, bleibt noch immer ein Grund, dass Western Sahara ein DXCC bliebe. Nämlich die Tatsache, dass sich das Gebiet auf der UN-Liste der *Non-Self-Governing Territories* wiederfindet. Die UN ist mit einer Beobachtermission permanent vor Ort.

Western Sahara ist in diesem Zusammenhang in den *DXCC Rules* der ARRL unter Section II, Pkt. 3 d) ein eigener Absatz gewidmet.



## ■ Vorschau

**Afrika:** Cato, 5Z4/LA9PF, ist seit Anfang Januar für längere Zeit in Kenia. Er bevorzugt SSB und digitale Modi, auf Anfrage macht er aber auch CW und kann 300 W in die Luft bringen. Für den Betrieb auf den oberen Bändern verfügt Cato über eine Yagi-Antenne, für die unteren Bänder benutzt er Dipole. QSL direkt, via 5Z4-Büro oder über eQSL.

TA1HZ soll sich ab Mitte Januar längere Zeit auf Ascension aufhalten. Er hofft dann unter ZD8HZ in SSB und FT8 ab 80 m aufwärts QRV sein zu können. Sein Log will er regelmäßig auf LoTW, eQSL und Club-Log aktualisieren. Direkte QSLs werden via Heimatrufzeichen ab 2022 beantwortet.

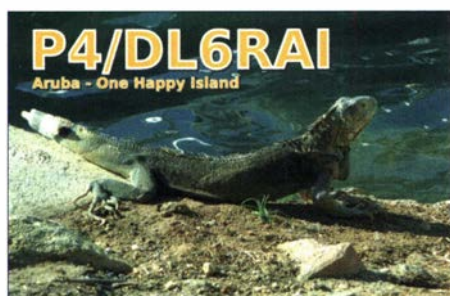


**Amerika:** DK8LRF muss aufgrund der Corona-Maßnahmen wohl noch bis April in Kolumbien bleiben und ist so weiter unter HK3JCL QRV. Er ist häufig auf 14313 kHz. – 8P6ET hat sich für den 160-m-Contest in Telegrafie vom 29. bis 31. 1. angekündigt. QSL via KU9C. – Im selben Contest möchte auch DL4MM unter P44AA mitmischen. Darüber hinaus ist er vom 23. 1. bis 3. 2. unter P4/DL4MM in CW, FT4/8 und SSB QRV. Sein Fokus liegt auf den unteren Bändern. Ebenfalls von Aruba hat sich W2GD für den ARRL-DX-CW-Contest am 20./21. 2. angekündigt, im Contest unter P44W sowie vorher und nachher unter P40W. QSL via N2MM oder LoTW. – Für den gleichen Contest ist VP5M angemeldet. QSL via K4QPL.

**Bandmeldungen im Berichtszeitraum**

<b>160 m</b>	<b>20 m</b>		
JA5DQH 1822 2200	CP5HK 14218 1200		
KL7KY 1823 1800	<b>17 m</b>		
<b>80 m</b>	3D2AG/p 18095 1100		
JD1BMH 3502 2000	<b>15 m</b>		
ZL7DX 3573 1600	VK2NA 21040 1000		
<b>40 m</b>	E29TGW 21017 1100		
VK2PN 7015 2000	<b>12 m</b>		
<b>30 m</b>	YI9WS 24955 0900		
VK2PW 10107 1300	<b>10 m</b>		
P29LL 10107 0730	VK2PW 28011 1000		

**Asien:** WW6RG ist ab dem 18.1. als **VQ9RA** von Diego Garcia angekündigt. Der Betrieb soll sich vorwiegend auf 14190 MHz und 21280 MHz in SSB und QRP abspielen. Die Dauer des Aufenthaltes ist nicht bekannt.



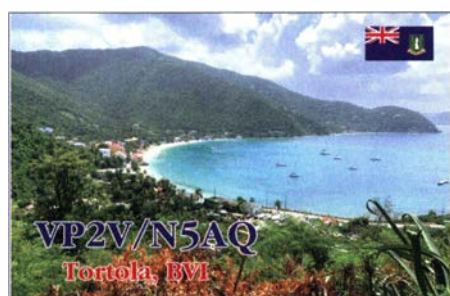
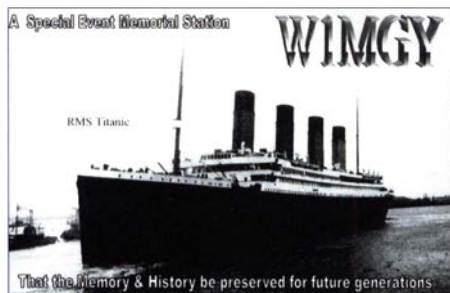
## QSL-Splitter

Wir verzeichnen folgende Büroeingänge: IS0/DL8JJ und T88R.

Im Logbook of the World wurden bestätigt: B7C, CT9/DL1CW, CX1AA, E29TGW, KP3Z, OA4WW, VK2PW und YB8RW/3.

Als direkte Eingänge kamen folgende QSL-Karten: A61Q, A6050Y/2, HP3SS, KD0IRW, TZ4AM, W1MGY und XE2X

Die QSL von W1MGY, die an den Untergang der Titanic im April 1912 (MGY war das Funkrufzeichen) erinnert, kam leider nur in Schwarz-Weiß. Andererseits passt das vielleicht gerade gut zur Tragik des Ereignisses.



# Der Morserino – ein Morsetutor mit Suchtfaktor

Nachdem die Telegrafieprüfung als obligatorische Hürde für den Kurzwellenzugang weggefallen ist, sind auch die Telegrafiekurse in den meisten Ortsverbänden weggefallen. Wer jetzt die Kunst der Telegrafie erlernen möchte, ist weitestgehend auf Eigeninitiative angewiesen. Ein Morsefreund, auch Elmer genannt, kann weiterhelfen. Mit diesem übt man aber nicht jeden Tag und ein kompetenter Helfer ist nicht immer so leicht zu finden.

Es gibt eine Vielzahl von Hilfsmitteln, die das Erlernen der Morsezeichen erleichtern sollen. Bekannt ist das Onlineportal [www.LCWO.net](http://www.LCWO.net), dass die komplette Bandbreite vom Erlernen der Morsezeichen über Fünfergruppen bis hin zu QTC-Übungen anbietet. Für die Vorbereitung von QRQ-Meisterschaften trainiert man mit Programmen wie *RufzXP* oder *Morserunner*.

Ein Nachteil, den diese Hilfsmittel haben, ist, dass sie auf einer PC-Oberfläche laufen. Wer nicht diszipliniert ist, nutzt die Zeit am PC eher dazu, um E-Mails zu lesen oder bei Youtube ein Video anzusehen. Hilfreich ist also ein Morsetutor, den man autark nutzen kann, beim Zugfahren, in der Arbeitspause oder zu anderen Gelegenheiten. Morsetutoren, die man überall mit hinnehmen kann, wurden unter anderem von MFJ angeboten.

Ein weiteres Gerät, das in diese Kategorie gehört, ist der *Morserino-321*. In der Größe einer Zigarettenschachtel hat man die wesentlichen Funktionen eines Morsetutors.

Aber der *Morserino-32* von Willi Kraml, OE1WKL, kann noch viel mehr. Im Echo-Modus spielt der *Morserino-32* eine Klangfigur

vor, die man über die eingebauten Paddles zurückgeben muss. Gelingt dies nach einigen Versuchen nicht korrekt, wird eine neue Figur vorgespielt.

Im Echo-Modus sind die folgenden Übungsmodi möglich:

- CW-Abkürzungen,
- englische Wörter,
- Amateurfunk-Rufzeichen,
- Mischtext,
- Klartext, auch eigene Dateien.

Der *Morserino* beinhaltet alle Zeichen, also auch das <sk>, das @ und viele weitere Sonderzeichen. Damit ist er das Hilfsmittel, das angehende und vielleicht schon fortgeschrittenere Telegrafisten vom Anfängerlevel bis in die „erste Bundesliga“ der Telegrafie befördern kann. Wie immer reicht jedes Hilfsmittel nur so weit, wie man selbst fleißig ist. Der *Morserino-32* allerdings hat einen gewissen Suchtfaktor, der einen als erfahrenen Funker gerne viel Zeit mit den Morsezeichen verbringen lässt.

Interessant ist die Möglichkeit, den *Morserino-32* als kleinen Transceiver im 70-cm-Band zu nutzen. Damit kann man sich selbst bei den praktische Telegrafieübungen gut voranbringen. Über eine PC-Schnittstelle kann der *Morserino-32* auch für weitere digitale Anwendungen genutzt werden, z. B. für *iCW*, was eine interessante Option im Fall von Antennenschädigung, bei schlechten Ausbreitungsbedingungen oder für Unlizenzierte ist.

Der neue *Morserino* ist ab sofort erhältlich. Mehr Infos unter: [www.morserino.info](http://www.morserino.info)

**Martin Gloger, DM4CW**

## CW-QTC

**Bearbeiter:**  
**Martin Gloger, DM4CW**  
**Am Feldhofe 4, 37170 Uslar**  
**E-Mail: [mgloger@yahoo.com](mailto:mgloger@yahoo.com)**

### ■ AGCW-DL

Die AGCW begeht in diesem Jahr ihr 50. Jubiläum. Neben den Sonderstationen *DR50AGCW* und *DP50AGCW*, vergeben alle Klubstationen der AGCW-DL den Sonder-DOK *AGCW 50*. Die Urkunden der AGCW werden mit einem Jubiläumsslogo versehen.

Die Planungen für das CW-Wochenende 2021 laufen bereits an. Wir können aber noch nicht im Detail planen, denn der Verlauf der Coronalage ist für uns nicht vorherzusehen. Wir bitten daher, die Website [www.agcw.de](http://www.agcw.de) zu beobachten.

### ■ Neues aus dem HSC

Der HSC hat die folgenden Silent Keys zu beklagen: OZ4FF, Karsten, und DM7DX, Manfred.

**Sonder-DOK:** im Zeitraum vom 1.1. bis 31.12.2021 vertritt DK0HSC den Sonder-DOK *HSC70* des DARC anlässlich des 70-jäh-

rigen Bestehens des High Speed Clubs. Wie auch der Dauer-DOK *HSC* der anderen HSC-Klubstationen zählt auch dieser für alle DLD Diplome, außer *DLD Classic*.

Erinnerung: HSC Marathon Logauszüge für den HSC Marathon 2020 können noch bis 31.1. bei DK9HE, Andy, (siehe HSC-Website) eingereicht werden.

Der HSC weist auf die folgenden CW-Conteste hin:

**AGCW Schlackertastenabend (80 m):** 17.2., 1900 UTC ... 2030 UTC

**ARRL HF DX CW Contest:** 20./21.2., 0000 UTC ... 2359 UTC

**High Speed Club Contest:** 28.2., 1400 UTC ... 1700 UTC; ein *Muss* für jedes HSC-Mitglied!

Details zu allen HSC-Aktivitäten unter [www.highspeedclub.org](http://www.highspeedclub.org)



**Mit iMorsix & BlueCab rasch und sicher zum Morseprofi!**

Infos:  [www.imorsix.ch](http://www.imorsix.ch)  
 [www.imorsix-english.ch](http://www.imorsix-english.ch)

# Digital-QTC

Bearbeiter:

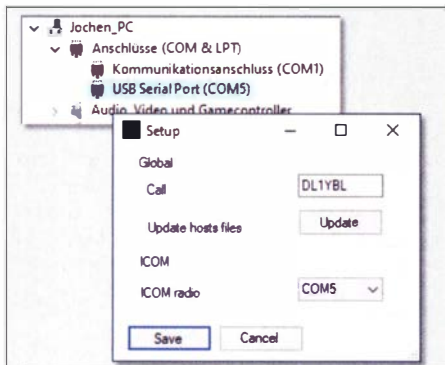
Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)  
Neumarkstr. 8, 45770 Marl  
E-Mail: dl1ybl@dark.de

Jürgen Engelhardt, DL9HQH (HAMNET)  
Azaleenstr. 31, 06122 Halle  
Packet-Radio: DL9HQH@DB0ZWI  
E-Mail: dl9hqh@gmx.de

## Digital Voice

### Neues von D-STAR in Verbindung mit aktuellen Geräten

Nachdem wir in der letzten Zeit umfangreich über DMR und andere DV-Sendearten berichteten, folgt nun ein aktueller Überblick über den Entwicklungsstand neuer Nutzungsmöglichkeiten ohne den Einsatz der Icom-RS-RP3C-Software. Wie vielen D-STAR-Benutzern bekannt sein dürfte, verwendet das US-Trust-System – im Gegensatz zu den meisten anderen Systemen in Deutschland – die Icom-Software zur Vernetzung von D-STAR-Relais. Hierzu setzen wir die – von deutschen OMs



lich, welche die Icom-RS-RP3C-Software einsetzen. Wir waren aufgrund des Einsatzes der ircddb-Software somit gewissermaßen von der technischen Entwicklung „abgeschnitten“. Die Entwicklung alternativer Gateway-Software wie beispielsweise *Doozy* von David Grootendorst, PA7LIM, und das Update der *Reflector-XXLX-Software* aus Luxemburg mit Version 2.4.X ist eine Alternative, die ich nachfolgend vorstelle. Der als Multiprotokoll-Reflektor für D-STAR, DMR, C4FM und NXDN einsetzbare Reflektor *xlx456.de* unseres DARC-Ortsverbands N18 unterstützt die direkte Verbindung zwischen neuen Icom-Geräten.

### Doozy – die neue Software von PA7LIM

Mit Doozy [1] für Windows lassen sich über einen PC Verbindungen auf D-STAR (DPLUS, DEXTRA, DCS und XLX- Reflektor) realisieren. Hierzu ist der Icom-Transceiver mittels eines USB-Datenkabels an den Computer anzuschließen und die Verbindung zu dem bevorzugten D-STAR-Reflektor/Repeater herzustellen. Ein Hotspot oder AP ist nicht mehr erforderlich. Die Software befindet sich noch im experimentellen Stadium und wird ständig weiterentwickelt.

### Installation und Konfiguration

Vor der Installation von Doozy ist der für das Kabel *OPC-2350LU* benötigte USB-Treiber [2] zu installieren. Im nächsten Schritt muss

Bild 1: Setup-Menü in Doozy

Bild 3: Doozy im Einsatz bei DL1YBL  
Foto und Screenshots: DL1YBL

entwickelte – Software *ircddb* ein. Mittels eines Gateways lassen sich Reflektor-QSOs auch in andere Netze wie das US-Trust weiterleiten. Erforderlich bleibt allerdings auch weiterhin die Registrierung im US-Trust-System, um wirklich überall gehört zu werden.

Der Nachteil dieser Aufspaltung war Icoms Festhalten an seiner RS-RP3C-Software für die Vernetzung und Produktion neuerer Geräte wie ID-51E Plus2, ID-4100E, IC-9700 sowie des IC-705 als jüngstem Spross dieser Familie. Alle Geräte beherrschen den sogenannten *Terminal-Mode* und lassen sich daher auch als *Access-Point* einsetzen. Das war bisher nur mit den Relais mög-

man im *Setup-Menü* von Doozy das Rufzeichen und den durch den USB-Treiber eingerichteten COM-Port eintragen, Bild 1.

An einem IC-9700 bzw. IC-705 (OPC-2350LU ist nicht erforderlich) beispielsweise sind anschließend folgende Einstellungen vorzunehmen:

1. *Menu* → *Set* → *Connectors* → *Mod Input* → *Data Mod* → *Mic, USB*
2. *Menu* → *Set* → *My Station* → *My Call Sign* → [1:] lange drücken → *Edit* → hier Rufzeichen/Standort eintragen
3. Aufrufen des Terminal-Mode: *Menu* → 2 → *DV GW* → <<*Terminal Mode*>>

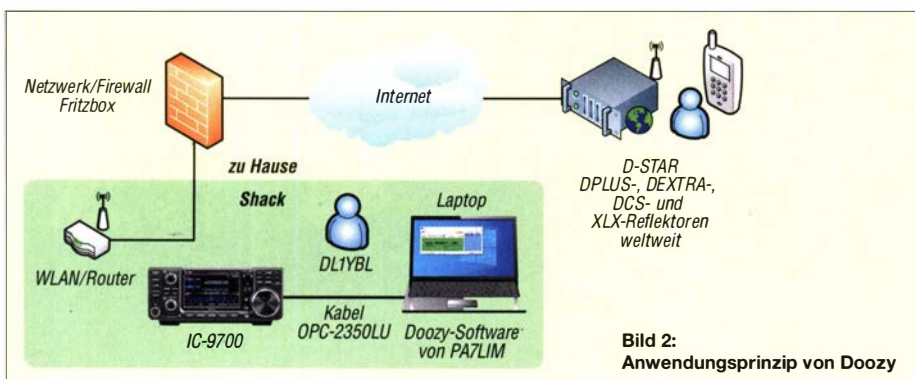


Bild 2: Anwendungsprinzip von Doozy



Bild 4: IC-9700 im Terminal-Mode (ext) in Verbindung mit Doozy und (int) Nutzung der LAN-Funktionalität

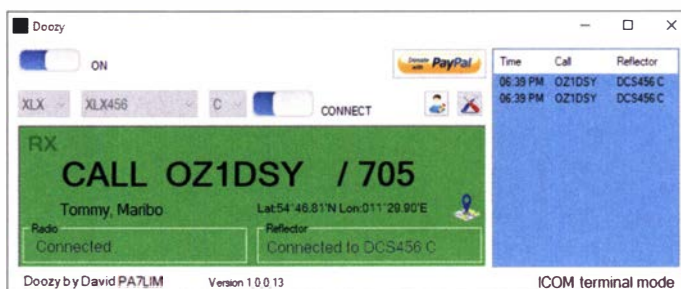
In Doozy ist ein beliebiger Reflektor auszuwählen, danach lässt sich die Verbindung mittels der Schiebeschalter *On* und *Connect* herstellen, Bild 3.

- Doozy wurde mit folgenden Geräten getestet:
- Icom IC-705 (OPC-2350LU nicht erforderlich),
  - Icom IC-9700 (benötigt OPC-2350LU),
  - Icom ID-51E Plus 2 (benötigt OPC-2350LU),
  - Icom ID-31E Plus (benötigt OPC-2350LU).
- Nicht getestet haben wir bisher:
- Icom ID-4100E (benötigt OPC-2350LU),
  - Icom ID-52E (folgt später, da noch nicht verfügbar).

Weitere Informationen lassen sich in der Doozy-Facebook-Gruppe [3] abrufen.

### Hinweise und Tipps

- Doozy funktioniert nur unter Windows 10.
- Nur ein USB-Datenkabel von maximal 1 m Länge benutzen (siehe auch Bild 2).
- Vor Verwendung der Reflektoren *REF001* oder *REF030* muss eine Registrierung [4] bei



US-Trust erfolgt sein, da man dort sonst nicht gehört wird.

- Der USB-Mikrofonpegel *USB-MOD* sollte auf einen Wert zwischen 50 % und 70 % eingestellt sein (Beispiel IC-705): *Menü* → *Einstellen* → *Anschlüsse* → *MOD-Eingang* → *Data Off Mod*, Einstellung: *MIC, USB*

### Eleganter geht es mit dem IC-9700

Der IC-9700 kann sich über seine Netzwerkschnittstelle direkt mit einem XLX-Reflektor sowie ggf. auch mit anderen Reflektorarten verbinden. Hierzu sind im Gerät nach Anschluss des Netzkabels folgende Einstellungen vorzunehmen: *Menu* → *DV GW* → <<*Terminal Mode*>> und *Menu* → *DV GW* → *Gateway Select* → *Internal Gateway (LAN)*.

Das Display des IC-9700 zeigt nach Verlassen des Menüs über die Taste *Exit* in der Zeile *TO: USE Reflector, CQCQCQ* an. Durch kurzen Druck auf *CQCQCQ*, Bild 4, wird ein Untermenü aufgerufen, in dem man durch Antippen von *Direct Input (UR)* den gewünschten Reflektor (z. B. /XLX456C) eintragen kann. Auf der Reflektor-Website *xlx456.de* lässt sich nun unter *Users/Modules* überprüfen, ob die Konfiguration korrekt erfolgt ist. Unter dem Link *Repeaters/Nodes* sollte das eigene Rufzeichen (z. B. *DL1YBL-B Terminal/AP*) aufgelistet

sein. Hinweis: Eine Portweiterleitung im lokalen Router (z. B. Fritz!Box) ist nicht erforderlich. Hierauf weist auch die Icom-Dokumentation hin. Allerdings öffnen wir mittels Doozy oder dem Funkgerät hinter der Firewall im geschützten Bereich einen Port und erwarten an diesem eine Antwort, z. B. vom Reflektor XLX456. Zur weiteren Überprüfung der Funktionalität empfiehlt sich nun ein erstes Test-QSO. **YBL**

## Literatur und Bezugsquellen

- [1] [software.pa7lim.nl/Doozy](http://software.pa7lim.nl/Doozy)
- [2] [www.icomjapan.com/support/firmware\\_driver](http://www.icomjapan.com/support/firmware_driver)
- [3] [www.facebook.com/groups/doozypa7lim](http://www.facebook.com/groups/doozypa7lim)
- [4] [regist.dstargateway.org/Dstar.do](http://regist.dstargateway.org/Dstar.do)

## Verlängerung des Standort-Rahmenvertrages mit der DFMG

Am 17.12.2020 fand eine Telefonkonferenz mit dem Vorstand des VFDB e.V. sowie den Relais- und Standortverantwortlichen statt. Als Verantwortlicher von zwei DFMG-Relaisstandorten hatte ich Gelegenheit, ebenfalls dabei zu sein und auch Fragen zu stellen. Bekanntlich befinden sich an vielen der DFMG-Standorte (früher Telekom) vor allem analoge und DV-Relais sowie zahlreiche HAMNET-Zugänge. Vorstandsmitglied Danielo Naetebus, DL7TA, trug die neuen Bedingungen vor und erklärte die Hintergründe zu den Entscheidungen. Vom Prinzip her ändert sich nichts, der jährliche Kostenbeitrag bleibt gleich und auch die Bedingungen sind ähnlich wie bisher.

### Zu den einzelnen Punkten

Vier Bestandsstandorte wurden aus unterschiedlichen Gründen gekündigt, drei davon in Schleswig-Holstein und einer in Niedersachsen. Drei neue Standorte kamen hinzu. Der bereits ausgelaufene Rahmenvertrag zwischen dem VFDB e.V. und der DFMG wurde um weitere fünf Jahre verlängert. Die jährlichen Kosten bleiben fix, inklusive 100 W maximale Leistungsaufnahme. Neu ist, dass mindestens 100 € vom Standortverantwortlichen zu tragen sind, den Restbetrag übernehmen der Hauptvorstand bzw. der Distrikt.

Der neue Vertrag läuft bis zum 31.12.2025 und verlängert sich um weitere zwölf Monate, sofern keine Seite den Vertrag kündigt. Somit haben die Standortverantwortlichen/Relaisbetreiber genug Planungssicherheit für Ihre Standorte. Ebenfalls neu ist die Vergrößerung der maximalen Antennenfläche von 0,5 m<sup>2</sup> auf 0,8 m<sup>2</sup>. Somit ist es künftig möglich, mehr als vier Antennen zu montieren. Eine durchschnittliche HAMNET-Einheit benötigt beispielsweise eine Fläche von etwa 0,1 m<sup>2</sup>.

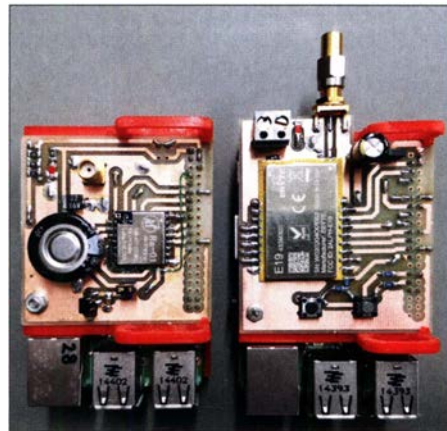
Der VFDB ist berechtigt, für die Dauer der Vertragslaufzeit bis zu zehn nicht mehr benötigte Standorte zu kündigen. Wie ich auf meine Nachfrage erfuhr, können dann im Gegenzug jedoch wieder neue Standorte erschlossen werden.

Wir Relais- und Standortbetreiber bedanken uns beim Vorstand des VFDB e.V., namentlich bei Heribert Spieß, DG9RAK, Jörg v. Doskey, DL9YBE und Danielo Naetebus, DL7TA, für ihr großes und beharrliches Verhandlungsgeschick in diesen schwierigen Zeiten. Ich hoffe, dass viele OMs diese Standorte zu schätzen wissen und dass das „Spazierenfahren“ von APs oder Hotspots nicht zur Normalität wird. **YBL**

## LoRaWAN

### LoRa-Digipeater DB0UFO in Neubiberg bei München, JN58TB

In der Fakultät für Informatik der Universität der Bundeswehr München beschäftigen sich Wolfgang Hommel und Klaus Buchenrieder, DL2MEE, seit längerem mit der Datenübertragung mittels der Modulationsarten *Differential Quadrature Chirp Shift Keying* (DQCSK) und *Chirp Spread Spektrum* (CSS). Für Versuchszwecke sind an der Ausbildungs- und Amateurfunkstation der Universität der Bundeswehr München ein LoRaWAN-Knoten im ISM-Band bei 886 MHz und mehrere Versuchstransceiver im 70-cm-Band aufgebaut.



Hardware für das Relais: Platine mit großem Modul und Endergerät (kleines Modul), beides Aufsteckplatinen für einen Raspberry Pi Foto: DL2MEE

Im Mai wurde dann das DMR-Relais DB0UFO nach Erhalt der Zulassungs- und Zuteilungsurkunde um einen Amateurfunk-LoRa-Digipeater auf dem Kanal RU776 mit der Frequenz 439,700 MHz erweitert. Die Höhe der Antenne über N. N. beträgt einschließlich des Antennenträgers 551 m. Mit 20 dBmW deckt der Digipeater einen Radius von etwa 5 km ab, wobei die Ansprechschwelle nach zahlreichen Verbesserungen von Hardware, Software und Antennenanlage derzeit bei -122 dBm liegt.

Die Sendeleistung des Digipeaters beträgt 0 dBW EIRP. Die Betriebsparameter für den Gleichkanalbetrieb, in dem ein empfangenes Paket einfach nur zurückgesendet wird, sind:

- Frequenz: 439,700 MHz,
- Spreading-Faktor: 10,
- Coding-Rate: 4/5,
- Bandbreite: 125 kHz,
- Präambellänge: 8,
- Sync-Wort: 0x73,
- kein CRC (zumindest vorerst),
- Paketlänge maximal 255 Byte,
- vertikale Polarisation.

Der Digipeater sendet etwa dreimal in der Stunde die vorgeschriebene Kennung aus, welche sich nach Einstellung der Parameter ohne großen Aufwand empfangen lässt. Um die Repeat-Funktion des Digipeaters nutzen zu können, muss ein Datenpaket die folgende Struktur aufweisen und darf kein # (Rautezeichen) enthalten: *<Eigenes Rufzeichen> via DB0UFO <beliebige Zeichenfolge/Bytes, keine #> BK*. Der Digi retourniert dann nach etwa 1 s das Paket als: *Routed via DB0UFO: <Inhalt des Pa-*

*kets> RSSI: <empfangene Feldstärke in dBm> SNR: <Signal Rauschabstand> <Datum, Zeit>* Um die Möglichkeit für Versuche im Amateurfunk nicht unnötig einzuschränken, wird ein Datenpaket „so wie es ist“ zurückgesendet. Damit ist es möglich, eine dezentrale Infrastruktur z. B. als *Mesh* aufzubauen, zu der jeder interessierte Funkamateurlen einen Beitrag leisten kann.

Die einzige Einschränkung für Nutzer ist das Verbot der Verwendung von Rautezeichen. Diese werden derzeit noch für das Debugging der Relaissoftware und in zukünftigen Softwareversionen für Steueranweisungen genutzt. Der Hochfrequenzteil des Digipeaters ist ein für Amateurfunkbetrieb von Klaus, DL2MEE, modifiziertes *E19-433M30S-Long-Range-RF-Transceiver-Modul*, welches über den SPI-Bus mit einem Raspberry Pi 2 verbunden ist. Jener ist für diese Anwendung völlig ausreichend.

Ein zwischen Diamond-X-50-Antenne und Transceiver geschaltetes Topfkreisfilter befreit das Signal von Oberwellen und reduziert passive und aktive Störungen von Nachbarkanälen. Da sich die Antenne des DMR-Repeater von DB0UFO in nächster Nähe der LoRa-Antenne befindet, sind Pakete nur während der Down-Phase von DMR sicher zu empfangen. Es empfiehlt sich daher, Datenpakete vom Remote-Handsender nur dann an den Digi zu senden, wenn von DB0UFO auf 438,3125 MHz kein Signal ausgestrahlt wird. Ein günstiger Zeitpunkt kann über die Feldstärkenbeobachtung mit einem Funkgerät oder einem zweiten LoRa-Baustein erfolgen.

LoRa wurde ursprünglich vom Hersteller Cycleo entwickelt und wird nach der Übernahme durch Semtech im Rahmen der LoRa-Alliance mit Fokus auf batteriebetriebene Geräte im *Internet of Things* weiterentwickelt. LoRaWAN standardisiert eine sternförmige Netztopologie, mit der von verschiedenen Gateways empfangene Datenpakete auch über das Internet, in der Regel über einen *Message Queuing Telemetry Transport Server*, an beliebige dezentrale Software-Anwendungen weitergeleitet werden können. Einer der größten LoRaWAN-Operatoren in den ISM-Bändern ist das *The Things Network* (TTN). Seine Abdeckung ist beispielsweise über die Webseite *TTN Mapper* (<https://ttnmapper.org>) ersichtlich. Der Popularität von TTN ist zu einem großen Teil zu verdanken, dass für eigene LoRa-Anwendungen etliche Open-Source-Implementierungen zur Ansteuerung der LoRa-Bausteine, beispielsweise in den Programmiersprachen C und Python, genutzt werden können. **Klaus Buchenrieder, DL2MEE**

## HAMNET

### NPR bei DB0PTB, Braunschweig

Ende 2020 bekam DB0PTB die Genehmigung für den NPR-Zugang auf 439,700 MHz. Der Zugang arbeitet mit 15 W ERP an einer Yagi-Antenne Richtung Ost und ist bereits für HAMNET-Betrieb mit langsamen Datenraten nutzbar. Demnächst soll die Yagi durch eine horizontale Rundstrahlantenne ersetzt werden. Sobald es gelingt, das Modem noch mit einem Firmware- sowie Speicherupdate zu versehen, kann mit höheren Datenraten gerechnet werden. **HQH**

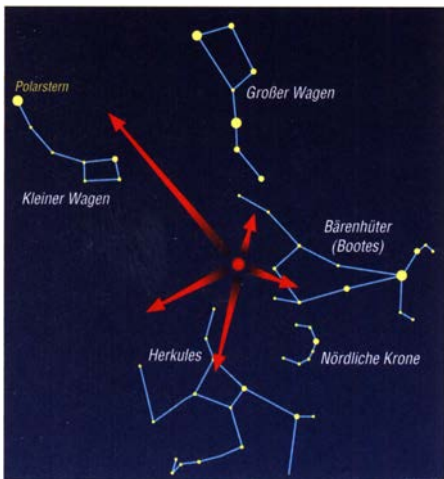
# UKW-QTC

**Aktuelles, Aurora, MS, EME:**  
**Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC**  
**Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid**  
**E-Mail: BerndDF2ZC@gmail.com**

**Magic Band, Topliste, Conteste:**  
**Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS**  
**Am Fort 6, 13591 Berlin**  
**E-Mail: dl7yspeter@posteo.de**

## ■ Ergiebiger Quadrantiden-Schauer am 3. Januar

In Hinweisen zu den Quadrantiden heißt es immer, dass es sich um einen zwar intensiven, jedoch sehr launenhaften Schauer handelt. Im Maximum können die Meteoriten durchaus Werte wie bei den Perseiden im August erreichen. Die Kehrseite: Dies hält nicht lange an. Denn während die Perseiden über zwei Tage ein recht hohes Basisniveau an Reflexionen erreichen, das im eigentlich Maximum noch einmal eine Erhöhung aufweist, sind es bei den Quadrantiden nur um die 9 h. Steht der Schauer-Radiant, quasi die „Quelle“ der Meteoriten,



Der Radiant, also die Quelle, der Quadrantiden befindet sich zwischen den Sternbildern Großer Wagen, Kleiner Wagen und Herkules. Von diesem Ort scheinen alle Meteore des Schauers zu kommen.  
 Grafik: FA

im Verlauf dieses Zeitraums unter dem Horizont, dann klappt es nicht mit dem UKW-DX per MS. Einzelne Meteoriten verirren sich dann zwar trotzdem in die Atmosphäre, doch ein Schauercharakter mit entsprechender Intensität ist dabei nicht zu beobachten. Selbst dann, wenn der Radiant über dem Horizont steht, ist dies keine hinreichende Basis für Meteorscatter-Erfolg: Er sollte wenigstens 30°, idealerweise 45° hoch stehen, um gute Funkbedingungen zu gewährleisten.

Dieses Jahr hatten die UKW-DXer mit den Quadrantiden wieder einmal Glück: Das Schauermaximum war für 1430 UTC am 3.1. berechnet worden. Zu dieser Zeit stand der Radiant zwar recht niedrig, doch die Stunden davor und danach waren durch viele und vor allem lange Reflexionen gekennzeichnet. Mitunter wurden im 2-m-Band Bursts von mehr als 30 s Dauer beobachtet, da konnten reaktionsschnelle OPs nach dem Ende der RX-Periode für die



Ein Bild sagt mehr als QSO-Listen und 1000 Worte: Norbert, OE3NFC, aus JN88EA südlich von Wien, stellte eine grafische Darstellung seiner am 3.1.2021 auf 2 m gearbeiteten und gehörten Stationen zur Verfügung.  
 Grafik: OE3NFC auf Basis pskreporter.info

entsprechende Antwort noch denselben Burst nutzen. Bei solchen Situationen hätte es auch in SSB problemlos geklappt: SSB-Random auf 144,200 MHz ist seit Einführung der digitalen MS-Modes bedauerlicherweise völlig aus der Mode gekommen. Auf 144,360 MHz, der Anrufrequenz für den MSK144-Mode, tummelten sich viele Rufzeichen, die man bei Meteorscatter noch nie gesehen hatte. Dies ist zweifelsohne WSJT-X und dessen geringerer Einstiegsschwelle in die MS-Ausbreitung anzurechnen.

Erfreulicherweise waren im Vergleich zu den Geminiden diesmal auch weniger Ausreißer, die sich vorab weder über die Ausbreitung, noch über die QSO-Konventionen informiert hatten, dabei. Gleichwohl konnte hier wieder das gesamte Spektrum beobachtet werden, von CQ-Rufen in der falschen Periode – DL ruft stets in den zweiten 30 s jeder Minute CQ –, 15-s- statt 30-s-Sequenzen sowie Tropo-Anrufen und -QSOs auf der MS-Random-Frequenz. Den Vogel abgeschossen hatte dabei eine Station, die in der Software 5-s-Perioden eingestellt hatte und damit nun wirklich jeden im Umkreis von etwa 200 km bei den MS-QSOs störte.

Obwohl die Geschwindigkeit der Quadrantiden-Teilchen mit etwa 40 km/s nur in mittleren Größenordnungen liegt, kamen auf 144,360 MHz am 3.1. vormittags immer wieder Stationen in Distanzen über 2300 km durch. Ob es jedoch zu QSOs kam, ist nicht bekannt. Bei solchen Entfernungen bietet sich eher ein Sked an, statt dass man in den vielen Reflexionen auf der Random-Frequenz die leisen und kurzen Bursts und Pings vom Rande des Möglichen sucht. Ganz abgesehen davon kann MSK144 ja ganz kurze Pings systembedingt nicht verarbeiten.

## ■ Sporadic-E auf 50 MHz?

Die Geschwindigkeit der Meteore wirkt sich unmittelbar auf die erzielbaren Funkreichweiten aus: Je schneller die Teilchen einfallen, desto früher verglühen sie – und das passiert dann in größeren Höhen. Je höher wiederum die dadurch entstehende reflektierende Ionisationsspur auftritt, umso größer ist der Funkhorizont, also die mögliche Reichweite. Bei schnellen Meteoritenteilchen sind statt der maximal 2200 km auf 2 m dann auch Distanzen mit mehr als 2300 km möglich. Die nächsten Chancen für

besonders weite QSOs ergeben sich am 8.5. mit den 66 km/s schnellen  $\eta$ -Aquadriden und den Perseiden (59 km/s) im August. Die erhoffte Sporadic-E-Öffnung im Umfeld der Quadrantiden trat leider nicht ein – zumindest nicht im 2-m-Band. Auf 50 MHz hingegen wurden am 3.1. zwischen 0700 UTC und 1600 UTC phasenweise immer wieder Sporadic-E-QSOs vermeldet. Dabei kann es sich natürlich auch um Meteorscatter gehandelt haben, denn die Reflexionsdauer und -anzahl ist auf 6 m gegenüber 2 m um den Faktor 3 bis 4 höher. Wenn schon auf 144 MHz Bursts von 40 s auftreten, dann fühlt es sich auf 6 m durchaus an wie Sporadic-E. Und war es vielleicht auch.

## ■ Meteoritenschauer im Februar

Die drei Monate von Mitte Januar bis zu den Lyriden mit Maximum am 22.4. gelten unter den Meteorscatter-Freunden gemeinhin als „Saure-Gurken-Zeit“, denn es werden keine ergiebigen MS-Schauer verzeichnet. Zwar können im Februar die  $\delta$ -Leoniden beobachtet werden, mit den Radiant-Daten RA = 11,1 und DEC = +16. Fürs Maximum am 25.2. wird allerdings nur ein ZHR von gerade einmal 2 vermeldet. Da dürften gleichzeitig wohl mehr sporadische Meteoriten unterwegs sein, wengleich diese in Februar und März ihr jahreszeitliches Häufigkeits-Minimum haben. Wie bei allen Schauern können jedoch kurzzeitige Aktivitätserhöhungen auftreten, denn nicht alles lässt sich analytisch erfassen: Immer wieder kommt es vor, dass die Erde durch kleine Meteoriden-Wolken hoher Dichte wandert. In solch einem Fall kann es auf 4 m, 6 m und 2 m für wenige Minuten bis zu mehr als einer Stunde schon recht heftig werden.

## ■ 13000 km auf 50 MHz – per Sporadic-E

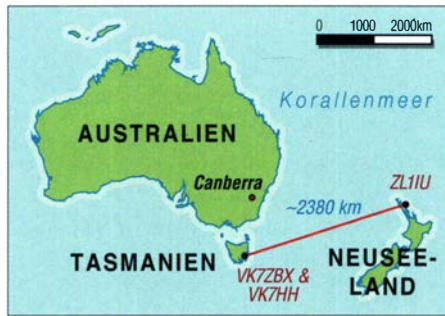
Während Europa erstmals wieder einen Winter erlebt, der diese Bezeichnung annähernd verdient, freuen sich die Funkamateure auf der südlichen Halbkugel über den Sommer – und die damit verbundenen Ausbreitungseffekte. Mitte Dezember sorgte eine Kette von Sporadic-E-Wolken für E<sub>S</sub>-QSOs quer über den Pazifik zwischen Australien und Südamerika. Die dabei überbrückten Distanzen lagen in der Größenordnung von 13000 km, was sehr beachtlich ist. Aus Europa werden bei Sporadic-E regelmäßig QSOs von maximal 9000 km bis 10000 km nach Japan oder in die USA berichtet. Deshalb sind diese Verbindungen von zum Teil deutlich über 13000 km so besonders. Die Entfernung entspricht sechs oder sogar sieben E<sub>S</sub>-Sprüngen. Die zweite Auffälligkeit dieser Bandöffnung ist der Verlauf der Funkstrecke: Der Großkreis nach Brasilien und Argentinien verläuft vom Südosten Australiens über die Antarktis, bei maximal 78° südlicher Breite. Sporadic-E wird bei solch hohen Breitengraden normalerweise nicht beobachtet. Da hatten die beteiligten OMs wohl großes Glück, einmal eine der wenigen Ausnahmen zu erwischen.

## ■ Rekord-Tropo-QSO VK-ZL auf 13 cm

Vom anderen Ende der Welt kommt die Nachricht, dass es auf 2400 MHz gelungen ist, per Tropo die Entfernung von 2380 km zu überbrücken. Kurz vor Mitte Dezember hatten sich über dem warmen Oberflächenwasser der Tas-

manischen See südöstlich Australiens starke Inversionen aufgebaut. Die Vorhersagekarten von FSLEN auf [tropo.fslen.org](http://tropo.fslen.org) zeigen im Archiv deutlich auf, wie sich die Zone der Überreichweiten immer mehr Richtung Neuseeland verschiebt. Am 13. 12. hatte sich schließlich ein durchgehender Schlauch bis zur Nordinsel eingestellt. Hayden, VK7HH, and Richard, VK7ZBX, waren deshalb beide portabel von einer topographisch günstigen Position an der Ostküste Tasmaniens QRV. Von dort führten sie eine Reihe QSO-Versuche mit Nick, ZL1IU, durch. Es gelangen Zweiwegverbindungen in SSB auf 144 MHz, auf 432 MHz und auch 1296 MHz.

Der auf den F5LEN-Karten angezeigte Ausbreitungskanal über die 2380 km zwischen beiden Standorten war tatsächlich offen. Nun wurde nochmal ein Band höher versucht. Und tatsächlich kamen auch auf 2,4 GHz leise Signale durch, wenngleich nicht mehr so laut wie auf den niedrigeren Bändern. Für SSB reichte es nicht, doch in Telegrafie konnten um 0558 UTC die entsprechenden Daten ausgetauscht werden. Damit wurde auf diesem Band ein neuer Tropo-Ausbreitungsrekord für Australien erreicht: Die Distanz betrug 60 km mehr als der bisherige Rekord von VK4OX und ZL1AVZ.



Die Funkstrecke zwischen Tasmanien und Neuseeland Grafik: FA

Auf [www.youtube.com/watch?v=G1kiuYii\\_NA](http://www.youtube.com/watch?v=G1kiuYii_NA) hat VK7HH ein Video dieser QSO-Reihe hochgeladen.

Zum Vergleich: Der aktuelle Rekord in der IARU-Region 1 steht bei 1914 km, aufgestellt am 22. 7. 2018 von 4X1RF und 9H1GB, der Duct verlief ebenso über warme Meeresoberflächen. Ähnliche Ausbreitungsverhältnisse sorgen regelmäßig im Sommerhalbjahr für Tropo-QSOs aus Süd-England und Irland bis zu den Kanaren und sogar den Kapverden. Deshalb sollte es auch hier nur eine Frage der Zeit sein, bis im 13-cm-Band die 2000 km fallen.

Auf 23 cm ist dies im vergangenen Juli bereits gelungen, von EI2FG und EA8CXN über 2714 km.

■ BNetzA verlängert Duldungsregelungen

Mit Amtsblatt 2020/24 hat die Bundesnetzagentur einen Tag vor Heiligabend eine Reihe von Duldungsregelungen bis zum 31. 12. 2021 verlängert. Im UKW-Bereich betrifft dies das 6-m- und das 4-m-Band: Wie bisher dürfen im Bereich 50,0 MHz bis 50,4 MHz Inhaber der Lizenzklasse A mit maximal 750 W PEP arbeiten, Inhaber der Klasse E mit 100 W, ausschließlich mit horizontaler Polarisation und maximal 12 kHz Bandbreite. Für den restlichen Bereich des Bandes bis 52,0 MHz gilt weiterhin die Beschränkung auf 25 W PEP.

Im 4-m-Band darf auch dieses Jahr der Bereich 70,0 MHz bis 70,2 MHz durch Inhaber der Lizenzklasse A genutzt werden, bei einer Strahlungsleistung von maximal 25 W ERP. Außerdem wird die Nutzung der Frequenzbereiche 2320 MHz bis 2450 MHz und 5650 MHz bis 5850 MHz mit  $\leq 5$  W PEP Ausgangsleistung durch Inhaber der Lizenzklasse E bis zum 31. 12. geduldet. Siehe auch S. 164.

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR  
Majakowskiring 38, 13156 Berlin  
E-Mail: [redaktion@funkamateur.de](mailto:redaktion@funkamateur.de)

■ Selbstbauprojekt: Antennenkoppler ATU-100 von N7DDC (1)

Wer sich nach preiswerten Antennenkopplern umsieht, stößt früher oder später auf den von David Fainitski, N7DDC, entworfenen ATU-100, dessen Daten als quelloffenes Projekt auf [1] zur Verfügung stehen. Passende Bausätze sind über Ebay erhältlich, im vorliegenden Fall mit aufgelöteten SMD-Bauteilen und programmiertem Mikrocontroller für knapp 28 US-\$. Einige Anbieter liefern auch nur die Platine samt allen Bauelementen, wobei dann der Mikrocontroller wahrscheinlich noch nicht programmiert ist.

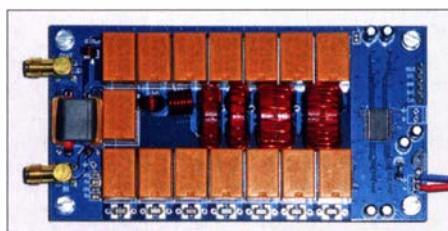


Bild 1: Vollständig bestückte Leiterplatte des Antennenkopplers ATU-100 7x7 Foto: DK3RED

Um das volle Potenzial des Kopplers ausschöpfen zu können, sollte der Nachbauer über entsprechende Kenntnisse und die Hardware für die In-Circuit-Programmierung eines PIC-Mikrocontrollers verfügen. Dies ist erforderlich, um gegebenenfalls die Firmware laden und besonders, um die einzelnen Parameter korrekt setzen zu können.

N7DDC hat zwei Versionen entwickelt, die als 5x5 und 7x7 bzw. Mini und Extended bezeichnet werden.

Der vorliegende Bausatz ist die mit sieben Spulen und sieben Kondensatoren ausgestattete Version 7x7 (Extended). Die Elemente sind jeweils als klassisches L-Glied angeordnet, Bild 2. Das Schalten der Spulen und Kondensatoren erfolgt mit Relais, ebenso das Umschalten der Kondensatorposition.

Aufbau

Der Aufbau war relativ schnell erledigt, denn ich musste nur noch die Spulen wickeln und die Relais, Anschlussbuchse und Steckerleisten sowie wenige Bauteile im Messteil einlöten, Bild 1. Bei den Spulen auf Amidon-Ringkernen T68-2 sollte man jede Windung nach dem Aufbringen möglichst dicht an den Kern drücken – ansonsten steht der 0,8 mm dicke CuL so weit ab, dass sich die Relais nicht mehr einlöten lassen. Außerdem ist es ratsam, die aus zwei Einzelkernen bestehenden Spulen L6 und L7 vor dem Bewickeln mit Sekundenklebstoff zu verbinden – dies erleichtert das Vorhaben sehr. Es ist wichtig, die Spulenanschlüsse vor dem Einlöten so weit vom Lack zu befreien, dass das anschließend verzinnte Ende nach dem Einset-

zen der Spule auf der Bestückungsseite sichtbar bleibt. Dies gewährleistet, dass nach dem Festlöten auf der Unterseite eine sichere elektrische Verbindung in der Durchkontaktierung besteht. Als Messübertrager dient ein Doppellochkern, der wie beim Stockton-Wattmeter beschaltet ist. Es ist ratsam, die mit dicken Drähten ausgeführten Koppelwicklungen mechanisch in der Mitte der beiden Kernlöcher festzulegen. Dafür eignen sich kurze Stück der Schaumstoffisolation eines dünnen Koaxialkabels oder mehrere Lagen Schrumpfschlauch. Das Einsetzen des fertiggestellten Messübertragers in die Leiterplatte ist aufgrund der acht Anschlussdrähte nicht leicht, aber mit Geduld und Geschick möglich.

Auf der Platine ist Platz für SMA-Buchsen. Bei höheren Sendeleistungen – 150 W sind laut Angaben des Entwicklers zulässig – ist es ratsam, stattdessen über kurze Drähte SO-239-Buchsen anzuschließen. (wird fortgesetzt)

Literatur

[1] <http://github.com/Dfainitski/N7DDC-ATU-100-mini-and-extended-boards>

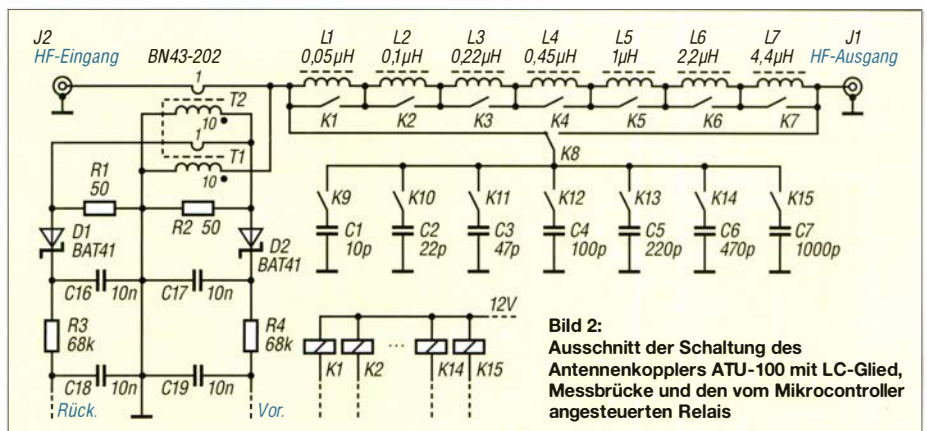


Bild 2: Ausschnitt der Schaltung des Antennenkopplers ATU-100 mit LC-Glied, Messbrücke und den vom Mikrocontroller angesteuerten Relais



## ■ Erhöhte Strahlungsleistung für Linkstrecken automatisch arbeitender Stationen

Als Ergebnis einer Gesprächsreihe der DARC-Referate VHF/UHF/SHF (VUS) sowie Frequenzmanagement mit dem Primärnutzer der Gigahertz-Bänder und der Bundesnetzagentur darf bei automatisch arbeitenden Stationen für Linkstrecken nun eine maximal zulässige Strahlungsleistung von 30 dBW ERP eingesetzt werden. Entsprechende Anträge auf Zuteilung eines Rufzeichens zum Betrieb einer Amateurfunkstelle gemäß § 13 Abs. 1 AfuV können von der Website des DARC-VUS-Referats ([www.darc.de/der-club/referate/vus/automatische-stationen/#c33304](http://www.darc.de/der-club/referate/vus/automatische-stationen/#c33304)) heruntergeladen werden.

Bitte beachten Sie dabei, dass für eine Linkstrecke sowohl die Angabe der **Sendeleistung** als auch der **Empfangsstelle** erforderlich ist. Deshalb müssen **beide** Beteiligten einen entsprechenden Antrag einreichen. Um den Verwaltungsaufwand im Rahmen zu halten, wird gebeten, die beiden Anträge zeitnah innerhalb einer Woche einzureichen. Aus dem gleichen Grund sollten für bereits bestehende Linkstrecken eventuell erforderliche Leistungserhöhungen grundsätzlich **erst mit der nächsten geplanten Verlängerung, Änderung oder Erweiterung** der bestehenden Genehmigung beantragt werden.

Außerdem ist es hilfreich, bei der Strahlungsleistung genügend Reserve einzuplanen, sodass eine Genehmigung bei einer etwaigen Aufrüstung der Linkstrecke nicht gleich wieder geändert werden muss. Im Umkehrschluss gilt es jedoch ebenso, nun nicht permanent die maximale Leistung zu beantragen, nur weil dies möglich ist: Wenn ein Link mit weniger als 30 dBW ERP stabil laufen kann, muss man nicht ohne Not eine höhere Leistung beantragen.

**Jann Traschewski, DG8NGN,**  
DARC-Referent VUS;  
**Bernd Mischlewski, DF2ZC,**  
DARC-Referent Frequenzmanagement

## ■ Franz Bernd, DL9GFB, silent key

Am 22.12. erlag Franz Berndt, DL9GFB, seit 2010 DV von Mecklenburg-Vorpommern, 68-jährig den Folgen eines Schlaganfalls. Der begeisterte KW-DXer engagierte sich im Referat DX & HF-Funksport des DARC e.V. und nahm außerdem an insgesamt 20 DXpeditionen teil, zuletzt Z66DX. **FA**

## ■ BNetzA verlängert Duldungsregelungen

Die Bundesnetzagentur hat mit Verfügung Nr. 127/2020 jene „befristeten Erlaubnisse“ für den Amateurfunkdienst, deren Gültigkeit zum 1.1.2021 erloschen wäre, um ein weiteres Jahr verlängert. Das betrifft im KW-Bereich das 160-m-Band: volle Sendeleistung gemäß Zeugnisklasse und Contestbetrieb auf bestimmten 160-m-Segmenten. Zu den Duldungsregelungen im UKW-Bereich s. S. 163.

Besagte Verfügung Nr. 127/2020 ist auf der bekannten Amateurfunk-Seite der BNetzA [www.bundesnetzagentur.de/Amateurfunk](http://www.bundesnetzagentur.de/Amateurfunk) unter *Verfü-*

*gungen und Mitteilungen* nachzulesen. Sie wurde mit Wirkung vom 23.12.2020 im Amtsblatt 24/2020 veröffentlicht.

**Info Bernd Mischlewski, DF2ZC, und FA**

## ■ BNetzA hilft bei über 3500 Funkstörungen

Der Prüf- und Messdienst der Bundesnetzagentur (BNetzA) hat 2020 trotz Corona-Pandemie über 3500 Funkstörungen und elektromagnetische Unverträglichkeiten vor Ort ermittelt und beseitigt. Jede vierte Störung betraf einen sicherheits- oder systemrelevanten Funkdienst, etwa den von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), den Flugfunkdienst oder öffentliche Mobilfunknetze. Allein für den Mobilfunk wurden rund 460 Störungen bearbeitet und eine hohe Verfügbarkeit der Netze sichergestellt.

Der Prüf- und Messdienst der Bundesnetzagentur ist an 19 Standorten im Bundesgebiet mit Messfahrzeugen vertreten, um flächendeckend Aufgaben wahrzunehmen. Darüber hinaus werden ein akkreditiertes Messlabor für die Marktüberwachung und eine Satellitenmessstelle betrieben. Verbraucher und Unternehmen, die eine Funkstörung melden wollen, können sich an die Funkstörungsannahme der Bundesnetzagentur wenden. Diese ist jederzeit unter (048) 21 89 55 55 oder per E-Mail an [funkstoerung@bnetza.de](mailto:funkstoerung@bnetza.de) erreichbar. Dort wird zunächst geklärt, ob die gemeldete Störung in die gesetzliche Zuständigkeit der Bundesnetzagentur fällt. Sollte die Störung betrieblicher Natur sein, wird der Anfragende beraten, an wen er sich wenden sollte.

Dieser Service und die Störungsbearbeitung durch den Prüf- und Messdienst vor Ort sind für den Störungsmeldenden gebührenfrei. Auch die Verursacher von Störungen müssen keine Gebühren befürchten, sofern die Störungen unverschuldet verursacht werden.

**PI der BNetzA**

# Afu-Welt

## ■ DPØPOL/mm funkt über QO-100

Seit der Abfahrt des Versorgungs- und Forschungsschiffs *Polarstern* am 20.12. aus Bremerhaven zur deutschen Antarktisstation *Neumayer III* sind Felix, DL5XL, und Theresa, DC1TH, von Bord regelmäßig unter dem Ruf-



QSL-Karte von DPØPOL/mm für Funkbetrieb während der MOSAiC-Expedition 2019/2020.

**QSL: DL1AX**

zeichen DPØPOL/mm auf den Amateurfunkbändern aktiv. Dies zunächst auf Kurzwelle und seit dem 27.12. zusätzlich über *QO-100*. Die maritim-mobile Aktivität über den geostationären Amateurfunksatelliten verursacht regelmäßig intensive Pile-ups.

Für den Funkbetrieb über *QO-100* bauen DL5XL und DC1TH eine portable Funkstation auf dem Oberdeck von *Polarstern* auf. Diese von Charly, DK3ZL, von der AMSAT-DL zur Verfügung gestellte Funkanlage besteht aus einem Transceiver Icom IC-9700, einem 6-W-Transverter sowie einem 75-cm-Satellitenspiegel auf einem Dreibeinestativ. Wie DL5XL gegenüber FA berichtete, und wie fast täglich auf *QO-100* zu beobachten, ist damit während der Fahrt sogar bei leichtem Seegang Funkbetrieb gut möglich. Lediglich etwa alle zehn Minuten muss die Antenne von Hand nachgeführt werden. Bereits das Zuhören beim flüssigen Funkbetrieb ist interessant, etwa per Web-SDR <https://eshail.batc.org.uk/nb>; Aktivitäten von DPØPOL/mm werden mitsamt Frequenz umgehend im DX-Cluster gemeldet.



Logo der kommenden Überwinterung auf Neumayer III  
Grafik: AWI Bremerhaven

Laut bei Redaktionsschluss gültiger Planung erreicht *Polarstern* am 18.1. die Schelfeisante bei *Neumayer III*. Über weitere Funkaktivitäten der Expedition berichten DPØPOL/mm live während des Betriebs über *QO-100* sowie AMSAT-DL unter <https://amsat-dl.org> im Internet.

**Felix Riess, DL5XL,**  
**AMSAT-DL, ergänzt FA**

## ■ DAØHQ 2020 wieder Weltmeister

Vom 11. bis 12. Juli 2020 fand die 35. IARU-KW-Weltmeisterschaft statt. Als deutsche Headquarter-Station war DAØHQ wieder dabei, wir berichteten in FA 7/20, S. 631, und 8/20, S. 716. Wie erst jetzt bekannt wurde, sind unsere Mannen in sechs Teams mit 25 676 392 Punkten vor TMØHQ und SNØHQ wieder Weltmeister geworden – der FA gratuliert!

**Tnx Info Ben Bieske, DL5ANT**

## ■ Hamvention 2021 abgesagt

Der Exekutivausschuss hat als Reaktion auf die anhaltende Pandemie die für den 21. bis 23. Mai geplante Hamvention (<https://hamvention.org>) abgesagt.

Da die Impfstoffverteilung sowohl in den USA als auch weltweit dem Plan hinterherhinkt und darüber hinaus das Aufkommen neuer Virusformen in den nächsten Monaten das Potenzial für weitere Probleme bringen wird, sah man sich gezwungen, diese schwierige Entscheidung zu treffen.

Einen kleinen Ersatz soll die für das Hamvention-Wochenende angebotene QSO-Party bieten, zu der man weitere Informationen bereitstellen will.

2022 soll die Hamvention vom 20. bis 22. Mai stattfinden. **PI**





## Bearbeiter:

**Ing. Claus Stehlik, OE6CLD**  
**Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf**  
**E-Mail: oe6cld@oevsv.at**

Ich wünsche allen Lesern des FUNKAMATEUR und des OE-QTC ein gesundes und friedliches Jahr 2021. So wie es momentan aussieht, wird es noch längere Zeit COVID-19-bedingt Einschränkungen in unserem Leben geben, Veranstaltungen und Klubabende werden weiterhin hauptsächlich virtuell abgehalten. Nutzt die Zeit Zuhause um etwas Neues auszuprobieren, z. B. CW, digitale Sendarten, QO-100 Betrieb, ... – und bleibt gesund.

## 60-m-Band und 630-m-Band in Österreich freigegeben

Dank der ständigen Bemühungen seitens des ÖVSV und besonders durch den Vizepräsidenten Michael, OE1MCU, ist die Fernmeldebehörde nun dem Wunsch nachgekommen und hat die Freigabe für das 630-m-Band und das 60-m-Band verlautbart.

Die wesentlichen Bestimmungen der Verordnung lauten:

Die Frequenzbereiche 472,0 kHz bis 479,0 kHz und 5351,3 kHz bis 5366,5 kHz sind gem. VO

*Funk international* und gem. *FNV national* für den Amateurfunkdienst auf sekundärer Basis für eine Nutzung mit gewissen Leistungsbeschränkungen zum Schutz anderer Funkdienste zugewiesen. Aussendungen des sekundären Funkdienstes dürfen keine anderen Funkdienste, für welche die Frequenzbereiche gewidmet sind, stören und haben selbst keinen Anspruch auf Schutz vor Störungen.

Funkamateure der Bewilligungsklasse I ist die Verwendung folgender Frequenzbereiche unter Einhaltung der in der FNV abgebildeten Bestimmungen und Auflagen gestattet:

### Auflagen für die Verwendung der Frequenzbereiche

#### Frequenzbereich: 472,0 kHz bis 479,0 kHz

Widmung des Frequenzbereiches: sekundär  
 Maximale Strahlungsleistung: 1 W EIRP  
 Max. Bandbreite der Aussendung: Die Bestimmungen der AFV sind sinngemäß anzuwenden

#### Frequenzbereich: 5351,3 kHz bis 5366,5 kHz

Widmung des Frequenzbereiches: sekundär  
 Maximale Strahlungsleistung: 15 W EIRP  
 Max. Bandbreite der Aussendung: Die Bestimmungen der AFV sind sinngemäß anzuwenden

Die Verordnung vom 21.12.2020 kann man sich auch direkt beim BMLRT herunterladen unter: [www.bmlrt.gv.at/telekommunikation-post/telekommunikation/technik/gesetze-und-verordnungen/amateurfunk.html](http://www.bmlrt.gv.at/telekommunikation-post/telekommunikation/technik/gesetze-und-verordnungen/amateurfunk.html)

## OE-COVID-19-Runden

Durch den neuen Lockdown werden von Ewald, OE4ENU, und Chris, OE3CFC, vorerst wöchentlich am Dienstag und Samstag wieder COVID-19-Runden abgehalten. Man trifft sich ab 18 Uhr auf 3643 kHz im 80-m-Band. Die Veranstalter freuen sich über zahlreiche Teilnehmer aus ganz Österreich sowie aus dem benachbarten Ausland.

## OE1-Notfunkrundspruch

Am Dienstag, dem 9. 2., ist das Team ab 20 Uhr wieder mit dem Wiener Notfunkrundspruch on air. Die Aussendung erfolgt direkt über das Relais Kahlenberg OE1XUU. Auf die 2-m-Notfunkfrequenz 145,500 kHz wird der Rundspruch von Gerhard, OE1GXX, umgesetzt. Der Rundspruch ist jetzt auch auf der 80-m-Notfunkfrequenz 3,643 kHz ± QRM im unteren Seitenband zu hören. Der anschließende Bestätigungsverkehr findet ausschließlich am Relais Kahlenberg statt.

Für Fragen, Anregungen und auch für Bestätigungen könnt ihr das Wiener Notfunkteam jetzt auch über [notfunk-oe1@ml.oevsv.at](mailto:notfunk-oe1@ml.oevsv.at) erreichen. Wenn man an die Adresse eine E-Mail sendet, bekommt man eine Einladung, dieser Mailing-Liste beizutreten. Die Mailing-Liste soll somit nicht nur als Kommunikationsorgan des Notfunkteams, sondern auch als Plattform aller dienenden, die am Notfunk in Wien interessiert sind.



## Bearbeiter:

**Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL**  
**Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau**  
**E-Mail: hb9ahl@uska.ch**

## Gewaltiger Meilenstein für den Amateurfunk

Per 1.1.2021 tritt bekanntlich das neue Fernmeldegesetz (FMG) des Bundes in Kraft. Ein absolutes Novum für alle Funkamateure in der Schweiz ist die Tatsache, dass der Amateurfunk in einem Eidgenössischen Gesetz namentlich erwähnt und geregelt wird.

Der erste Absatz von Art. 37a des neuen FMG lautet: „Die Behörden können für einfache Draht- und Stabantennen sowie für Antennen auf leichten Masten mit ähnlichem Erscheinungsbild wie Fahnenmasten ein vereinfachtes Bewilligungsverfahren vorsehen.“ Die Umsetzung von solchen Bewilligungen liegt bei den Kantonen. Es ist nun wieder an der USKA, dafür zu sorgen, dass die Kantone ihre Baureglements anpassen.

Dazu sind die USKA-Sektionen gefordert, entsprechende Anpassungen bei ihren kantonalen Baubehörden bezüglich der Antennengesetze einzufordern. Eindeutige Klarheit schafft der zweite Absatz von Art. 37a: „Der Unterhalt oder der Ersatz einer Antenne durch eine ähnlich große Antenne ist nicht bewilligungspflichtig.“ Dies ist neu auf Stufe Bund klar geregelt, womit kein Interpretationsspielraum für Kantone und Gemeinden mehr besteht.

Aufgrund des neuen FMGs mussten die damit verbundenen Verordnungen angepasst werden,

was zu einem Systemwechsel für die meisten Funkdienste führte. Für die international durch die *International Telecommunication Union (ITU)* geregelten Funkdienste wie den Amateurfunk wird die Konzessionierung durch ein Meldeverfahren ersetzt. Die Erteilung der Zulassungen bleibt an die gleichen Regeln wie bisher gebunden. Es werden ein Fähigkeitszeugnis und die Zuteilung eines internationalen Rufzeichens benötigt. Damit ändert sich für uns Funkamateure praktisch nichts.

Damit verbunden ist die erfreuliche Neuigkeit, dass die jährliche Registrierungsgebühr von bisher 120 CHF auf 50 CHF reduziert wurde. Dafür sind gewisse einmalige Leistungen aber nun kostenpflichtig. Dies betrifft die Standortmeldungen für Relaisstationen, Remotestationen und Stationen, die auf gewissen Gigahertz-Frequenzen arbeiten.

Keine Änderung gibt es auch im Bereich der Störungsmeldungen und der möglichen Kostenfolgen: *Nicht* der Melder einer berechtigten Störung, d. h., der Funkamateur, muss für allfällige Aufwendungen für die Ermittlung aufkommen, sondern wie bisher der Störungs-Ursacher.

Die USKA hat zur Vernehmlassung der neuen Verordnungen eine ausführliche Stellungnahme ausgearbeitet. Diese kann nachgelesen werden unter: [www.uska.ch](http://www.uska.ch). Das wichtigste Regelwerk, die bisherige *Verordnung über Frequenzmanagement und Funkkonzessionen FKV* erfuhr eine Totalrevision und heißt nun *Verordnung über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VNF)*. Erwähnenswert ist vor allem Art. 51 VNF betr. *Art der Prüfungen und Fähigkeitszeugnisse*. Explizit ist vermerkt, dass ausschließlich das BAKOM (Bundesamt für Kommunikation) für die Durchführung der Prüfungen

zuständig ist. Somit ist für den Amateurfunk eine klare amtliche Hürde zu nehmen, welche die Wahrnehmung des Amateurfunks als ein vom Bund offiziell geregelter Funkdienst erhöht.

Die Änderungsanträge der USKA sind wie folgt in die neuen Verordnungen eingeflossen:  
 – Neu: sämtliche digitalen Sendarten sind erlaubt, wenn es sich um öffentlich zugängliche Übertragungsverfahren handelt. Bisher waren diese streng genommen auf Fernschreiben und Packet-Radio beschränkt.

– Neu: Bereits im FMG ist eine verschärfte Bestimmung betreffend des Verhaltens der Funkamateure auf den Bändern enthalten. Art. 58 FMG hält fest, dass das BAKOM Inhabern das Fähigkeitszeugnis entziehen oder Auflagen machen kann, wenn eine Rechtsverletzung festgestellt wird.

– Neu: Art. 47, Abs. 3 VNF präzisiert, dass HB9er nicht nur kommerzielle Geräte ändern dürfen, sondern auch der Selbstbau von Sendeanlagen erlaubt ist. Bisher wurde das nicht explizit erwähnt.

Damit die USKA ihre politische Stärke bewahren kann, muss sie durch möglichst viele Mitglieder getragen werden. Also: Werdet Mitglied der USKA, denn nur dank eurer Rückenstärkung können wir auch in Zukunft die heiß begehrten Amateurfunkfrequenzen nachhaltig bewahren: [www.uska.ch/die-uska/administration/uska-mitglied-werden](http://www.uska.ch/die-uska/administration/uska-mitglied-werden)

**Tnx Info Bernard Wehrli, HB9ALH**



# Februar 2021

## 2.2.

**GMA Contest** [144 MHz] (All) 1800/2200  
**NAC u.v.a.** [144 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2200  
**Westfalen Nord Aktivität** [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

## 3.2.

**UKEICC 80 m Contest** [KW] (SSB) 2000/2100  
**VHF-UHF FT8 Activity Contest** [144 MHz] (FT8) 1700/2000

## 4.2.

**NAC u.v.a.** [28 MHz] (CW/SSB/FM/Digi) 1800/2200  
**NRAU 10 m Activity Contest** (CW) 1900/2000  
**NRAU 10 m Activity Contest** (SSB) 2000/2100  
**SKCC Sprint Europe** (CW) 2000/2200

## 6.2.

**AGCW-DL-Handtasten-Party** [80 m] (CW) 1600/1900  
**Bayerischer Bergtag** [ $\geq 1,2$  GHz] (CW/SSB) 0900/1330

## 6.-7.2.

**Black Sea Cup International** (CW/SSB) 1200/1159  
**DARC UKW-Winter-Fieldday** (CW/SSB) 0900/1300  
**Mexico RTTY International Contest** (RTTY) 1200/2359

## 7.2.

**Bayerischer Bergtag** [ $< 1,2$  GHz] (CW/SSB) 0900/1300  
**British Columbia QSO Party** (CW/SSB/Digi) 1600/2359  
**Februar-QSO-Party** (CW/SSB/Digi) 0700/1600

## 8.-12.2.

**ARRL School Club Roundup** 1300/2359

## 9.2.

**NAC u.v.a.** [432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2200  
**Westfalen Süd Aktivität** [144/432 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2000

## 10.2.

**VHF-UHF FT8 Activity Contest** [432 MHz] (FT8) 1700/2000

## 11.2.

**NAC u.v.a.** [50 MHz] (CW/SSB/FM) 1800/2200

## 13.2.

**Asia Pacific Sprint Contest** (CW) 1100/1300  
**RSGB 1,8 MHz Contest** (CW) 1900/2300  
**VFDB-Contest** [80 m] (SSB) 0700/0859  
**VFDB-Contest** [40 m] (SSB) 1000/1159

## 13.-14.2.

**CQ WW WPX RTTY Contest** 0000/2359  
**KCJ Topband Contest** [KW] (CW) 1200/2359  
**PACC Contest** [KW] (CW/SSB) 1200/1200

## 16.2.

**NAC u.v.a.** [1,3 GHz] (CW/SSB) 1800/2200

## 17.2.

**AGCW-DL-Schlackertastenabend** [3,5 MHz] (CW) 1900/2030

## 20.2.

**Virtuelles Networking-Event** anstelle der abgesagten Gigahertz-Tagung Dorsten; Informationen zum Ablauf sowie die Zugangsdaten werden rechtzeitig auf [www.ghz-tagung.de](http://www.ghz-tagung.de) zu finden sein.

## 20.-21.2.

**ARRL International DX Contest** (CW) 0000/2400  
**DUBUS-EME-Contest 2 m/70 cm** 0000/2359  
**Russian WW PSK Contest** (PSK) 1200/1159

## 21.2.

**9A Activity Contest** [144 MHz...1,3 GHz] (CW/SSB/FM) 0700/1200

**DUR-Aktivitätscontest** [ $> 1$  GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100

**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

## 23.2.

**NAC Mikrowellen** (CW/SSB) 1800/2200

## 24.2.

**UKEICC 80 m Contest** [KW] (CW) 2000/2100

## 26.-28.2.

**CQ World Wide 160 m Contest** (SSB) 2200/2200

## 27.2.

**Bayerischer Bergtag** [ $\geq 24$  GHz] (CW/SSB) 0900/1300

## 27.-28.2.

**North American QSO Party** (RTTY) 1800/0559

**REF Contest** [KW] (SSB) 0600/1800

**South Carolina QSO Party** (CW/SSB/Digi) 1500/0159

**UBA DX-Contest** (CW) 1300/1300

## 28.2.

**Bayerischer Bergtag** [10 GHz] (CW/SSB) 0900/1300

**HSC-Contest** [KW] (CW) 1400/1700

## 28.2.-1.3.

**North Carolina QSO Party** (CW/SSB/Digi) 1500/0059

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 .....	141
BaMaTech; Bad Döben .....	144
Batronix Elektronik; Preetz .....	135
BEKO-Elektronik; Dachau .....	142
Deitron; Schweiz .....	159
Dieter Knauer, Funkelektronik .....	143
DIFONA Communication GmbH; Offenbach .....	141
Eurofrequency; Zwönitz .....	140
Fernschule Weber .....	143
Funktechnik Seipelt .....	142
Haro-electronic; Burgau .....	145
Hau; Ing.-Büro f. Elektronik .....	142
HFC-Nachrichtentechnik; Iserlohn .....	143
Hilberling GmbH; Schacht-Audorf .....	145
Hotel Hellers Krug; Holzminden .....	143
Icom (Europe) GmbH .....	4. US
ILT Schule; Schweiz .....	165
KN-Electronic, K. Nathan .....	138
Kusch; Dortmund .....	142
Maas Funk-Elektronik; Elsdorf-Berrendorf .....	3. US
Otto Schubert GmbH; Roßtal .....	141
QRPproject .....	143
QSL collection; Wien .....	142
Reuter-Elektronik; Dessau-Roßlau .....	143
RFpower; Italien .....	140
Sander electronic; Berlin .....	144
SDR-Kits; Großbritannien .....	144
Spiderbeam; Spremberg .....	140
TV-Amateur .....	143
UKW Berichte Telecommunications .....	142/145
WiMo GmbH; Herxheim .....	139/143/144
<a href="http://www.electronicrepair.de">www.electronicrepair.de</a> .....	142
Yaesu Musen Co., Ltd; Tokio/Japan .....	2. US/151

## Vorschau auf Heft 3/21

### „Russian Districts“-Abenteuer bis in den Fernen Osten

Beim Russian Districts Award geht es darum, möglichst viele der derzeit 2642 russischen Rajone zu kontaktieren. Jörg, DK2AI, und Gennadi, R5QA, waren elf Wochen bis fast zum Pazifik unterwegs, um möglichst viele davon buchstäblich über Stock und Stein zu aktivieren. Hier tun sie das für drei davon, YA-27, YA-39 und ZK-15, gleichzeitig.



### Wissenswertes zum Raspberry Pi

Für den Einplatinencomputer Raspberry Pi bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Diese setzen jedoch Kenntnisse bezüglich der Hard- und Software voraus. Der Beitrag vermittelt einen Überblick über die Technik sowie einige grundlegende Informationen und Betriebserfahrungen.

### ... und außerdem:

- Abgleich von Bandpassfiltern
- Vielseitiger Miniatur-Sequenzler für mono- und bistabile HF-Schalter
- Spulenberechnung leicht gemacht mit Opticoil V 2.0
- Radio Calypso auf Mittelwelle 675 kHz
- Nutzbare Auflösung von A/D-Umsetzern

erscheint am 24. 2. 2021



### HF-Steckverbinder richtig montiert

Obwohl es Montageanleitungen für jede Art von Koaxialsteckverbindern gibt, steckt der Teufel bekanntlich im Detail. Deshalb kann trotz Anleitung bei der Ausführung noch vieles falsch gemacht werden. Der Beitrag vermittelt praxisbezogenes Grundlagenwissen und gibt allgemeingültige Tipps zum Umgang mit entsprechendem Material sowie zur Steckermontage in der Hobbywerkstatt.



Redaktionsschluss FA 3/21: 4. 2. 2021  
 Vorankündigungen ohne Gewähr

# Funkgeräte, Antennen, Zubehör und vieles mehr

## Mobilfunk

**NEU**

### AV-1-KM-x

#### Freisprechanlagen

In Zukunft ist in vielen Ländern das Bedienen von Mobilfunkgeräten während der Fahrt streng verboten. Daher benötigt man dazu unbedingt eine geeignete Handsfree-Freisprecheinrichtung.

#### Lieferumfang

- Schwannenhals-Mikrofon
- PTT-Schalterbox
- anschlussfertiges Kabel mit passendem, angelöteten Mikrofonstecker



#### Lieferbare Ausführungen:

- AV-1-KM-Y** für Yaesu mit Westernstecker
- AV-1-KM-Y-31** für Yaesu mit Westernstecker
- AV-1-KM-I** für Icom mit Westernstecker
- AV-1-KM-K** für Kenwood mit Westernstecker
- AV-1-KM-A-735** für Alinco mit Westernstecker
- AV-1-KM-A-635** für Alinco mit 8-poligen Mikrofonstecker
- AV-1-KM-CB6** für CB-Funkgeräte mit 6-poligem Mikrofonstecker (nach GDCH-Norm)

**59,-**

## 2-m-/70-cm-FM-Dualbander

### Alinco DR-735E

FM-Mobiltransceiver für 2 m und 70 cm mit besonders hoher Sendeleistung

**BESTSELLER**

**298,-**

- 50 W Ausgangsleistung, auf 20 oder 5 W umschaltbar
- Frequenzbereiche 144-146 MHz und 430-440 MHz AM-Empfang im Flugfunkband
- 1100 Speicherkanäle, alphanumerisch benennbar
- Großes Display und vielen Varianten für eine farbige Beleuchtung mit RGB-LEDs
- FM und FM-N (schmal)
- CTCSS, DCS, DTMF



Lieferung mit DTMF-Mikrofon EMS-79 (Abbildung zeigt das optionale Mikrofon EMS-78)

## 2 m und 70 cm

### Alinco DJ-500E

VHF/UHF-Handy mit eingebautem FM-Radio

- Frequenzbereiche 144-146 und 430-440 MHz
- Sendeleistung wählbar aus 5, 2,5 und 1 W
- 200 alphanumerisch benennbare Speicherkanäle



- Speisung aus Lithium-Ionen-Akku oder über 12-V-DC-Buchse
- VOX-Funktion
- CTCSS und DCS
- per PC programmierbar

**98,-**

## NEU@MAAS



**Das Mikrofon passt nicht? Wir haben den Adapter für Ihr Problem!**

Viele Varianten im Sortiment

- MAAS-DX5000 • CRT SS9900
- DX10 • DR135 • CRT Micron • RT95
- CRT 2000 H • CRT SS7900
- Kenwood
- Alinco
- stabo

**15,90**

## Der Baukasten

### Freisprechanlagen für den mobilen Einsatz

Einfach zusammenstellen!



- AV-MF8 Freisprech-Steuerereinheit
- 3 verschiedene Mikrofone
- PTT-Box mit Up/Down-Funktion
- externer PTT-Taster
- AV-FS-1 Fuß-PTT-Taster
- diverse fertig konfektionierte Anschlusskabel für Ihr Funkgerät

AV-MF8 AV-MF8-CB **49,-**

## 2 m und 70 cm

### Alinco DJ-VX50E

VHF/UHF-Analog-Handy mit UKW-Radio

- Frequenzbereiche 144-146 und 430-440 MHz
- Sendeleistung 5 bzw. 4 W
- FM und FM-N (narrow)
- 200 Speicherkanäle



- 1800 mAh-Lithium-Ionen-Akku
- IP-67
- VOX-Funktion
- CTCSS und DCS
- DTMF-Coder
- PC-Programmiersoftware verfügbar (Programmierkabel erforderlich)

**89,-**

## KW-Drahtantennen NEU@MAAS

### BIDATONG Multibanddipol nach ZS6BKW für 80-10 m inkl. WARC-Bänder



Viele verschiedene Modelle in unserem Internetshop!

- ATU für WARC-Bänder erforderlich
- Impedanz 50...75 Ω
- Länge ca. 27,5 m
- Feederleitung (450 Ω) ca. 12 m
- Anschluss PL-Buchse
- Antennendraht aus V2A (Edelstahl)
- Kunststoffteile aus UV-beständigem Polyamid PA6
- Masse 980 g

**Multibanddipol nach ZS6BKW Bestell-Nr. 1525 69,-**

als G5RV-Multibanddipol Bestell-Nr. 1746 **69,95**

## CB-Multinorm-Funkgerät

### Maas KCB-3000

Mit VOX-Mikrofon und Headsetanschluss

- Multinormgerät, an den Landesgrenze einfach umschalten!
- Stromversorgung 12 oder 24 V Gleichspannung (auch in älterem LKW ohne Wandler betreibbar)
- großes LC-Display mit 7 möglichen Farbeinstellungen, dimmbar
- Automatische o. manuelle Rauschsperr
- Tastensperre (Lock)
- ANL Störunterdrückung
- Kanal-9/19-Schalter
- VOX-Funktion für sprachgesteuertes Senden intern/extern
- Kanalschlauf (Scan)
- Up-/Down-Tasten für Kanalwahl
- Anschlüsse für Antenne, externen Lautsprecher und Mikrofonarmaturen (Kenwood-Norm) vorhanden
- Abmessungen 189 x 74 x 57 mm (B x T x H)
- Gewicht ca. 630 g
- deutsche Anleitung



**98,-**

## 2 m und 70 cm

### Alinco DJ-V57E

VHF/UHF-FM-Handy

- Frequenzbereiche 144-146 und 430-440 MHz
- Sendeleistung wählbar aus 5, 2 und 0,5 W
- 200 alphanumerisch benennbare Speicherkanäle
- 2 Anrufkanäle
- erfüllt IPX-7 (30 Minuten in 1 m Wassertiefe)



- Speisung aus Lithium-Ionen-Akku oder über DC-Buchse
- CTCSS und DCS
- DTMF-Autodialler
- BCLO, TOT, APO...
- PC-programmierbar (Zubehör optional.)

**98,-**

## Konfektionierte Koaxialkabel

**NEU@MAAS**

### Standardlängen & Sonderanfertigungen

Wir verwenden ausschließlich hochwertiges RG58, Aircell 7 und H-155.

Viele gängige Ausführungen ab Lager. Individuelle Sonderlängen auf Anfrage.

## Fensterdurchführungen

### RG316 · RG179

F · SMA · FME · 50 / 75 Ω · 0,5 / 1 m lang

Beispiel 0,5 m lange RG316-Fensterdurchführung mit FME-Anschlüssen und einer Impedanz von 50 Ω. Durch die Verwendung von PTFE-Koaxialkabel ist der Einsatz bis in den GHz Bereich möglich.

- 700 W @ 10 MHz
- 200 W @ 145 MHz
- 100 W @ 1 GHz

Mit entsprechenden Adaptern können Sie alle Fensterdurchführung individuell anpassen. Verfügbar sind BNC-, PL-, SMA- sowie N-Adapter.

Das Gesamtsortiment finden Sie auf [www.maas-elektronik.com](http://www.maas-elektronik.com)

**19,90**

**Tagesaktuelle Sonderangebote finden Sie auf unserer Homepage!**

**Maas Funk-Elektronik · Inh. Peter Maas**

Preise inkl. 19% MwSt. • ab 500 € Netto-Bestellwert frei Haus, unter 500 € nur 7,95 € Versandkosten.

Heppendorfer Straße 23 · 50189 Elsdorf · Bestellungen gegenwärtig bitte nur über den Onlineshop.

E-Mail-Anfragen werden von uns zeitnah beantwortet.

Öffnungszeiten Montag – Donnerstag 8 – 16.30 Uhr • Freitag 8 – 14 Uhr

info@maas-elektronik.com · [www.maas-elektronik.com](http://www.maas-elektronik.com)

**maas**®



**Bleibt verbunden.**

