

Magazin für Amateurfunk Elektronik · Funktechnik

733 Schaltnetzteile und EMV

740 Getestet und gemessen:
Juma PA1000 aus Finnland

744 SINAD-Messgerät für
Empfänger

752 CTCSS-Encoder mit
wenigen Bauteilen

754 Anleitung zum Aufbau und
Test von Baluns

765 Wissenswertes zu
Durchkontaktierungen

770 Funkbetrieb über QO-100:
Tipps für den Einstieg

scan by blackburner



**Pitcairn, VP6R: DXpedition
in den Südpazifik**

Gut ablesbares Display mit hoher Auflösung
Vollfarb-TFT mit Touchscreen-Funktionalität
Kompaktes C4FM-Digitalfunkgerät
mit herausragenden Leistungsmerkmalen

Kompatibel mit System Fusion II

Kompakte Abmessungen und stabile 5 W HF-Sendeleistung

Außergewöhnlich gute C4FM-Audioqualität mit 700 mW

Gleichzeitiger Duoband-Empfang

Vollfarb-TFT-Display mit Touch-Funktion

Hochpräziser GPS-Empfänger eingebaut

Bluetooth eingebaut für einfachen Freisprechbetrieb

Schnelles Bandscope mit einer Auflösung von bis zu 79 Kanälen

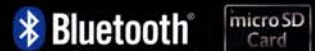
CAM (Club channel Activity Monitor)-Funktion

FM-freundlicher Digitalbetrieb dank AMS (Automatische Wahl der Betriebsart)

WIRES-X Portable Digital Node-Funktion



144/430-MHz-5 W-Duoband-Handfunkgerät für C4FM und FM



FT3DE



«Originalgröße»

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

Herausgeber Dipl.-Jur. Knut Theurich, DGØZB
Chefredakteur Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD
Internet www.funkamateure.de
Shop/ Leserservice N. N., Tel. (0 30) 44 66 94-72
Shop@funkamateure.de

Abo-Verwaltung Manuela Griewald, Tel. (0 30) 44 66 94-60
Abo@funkamateure.de

Verlag Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38, 13156 Berlin
Tel. (0 30) 44 66 94-60 · Fax (0 30) 44 66 94-69
Verlag@funkamateure.de

Redaktion Dr.-Ing. Werner Hegewald, DL2RD
(Amateurfunktechnik) *Redaktion@funkamateure.de*
Dipl.-Ing. Ingo Meyer, DK3RED
(Elektronik/Computer) *Elektronik@funkamateure.de*
Tel. (0 30) 44 66 94-57
Dipl.-Ing. Peter Schmücking, DL7JSP
(Bausätze) *Support@funkamateure.de*
Sabine Zschäckel, M. A., DL3KWS
(Amateurfunkpraxis/QTC) *QTC@funkamateure.de*
Harald Kuhl, M. A., DL1AX
(Rundfunk/CB/Jedermannfunk) *CBJF@funkamateure.de*

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

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. Mischlewski, DF2ZC, UKW-QTC; W. Paßmann, DJ6JZ, SDR; W.-D. Roth, DL2MCD, Unterhaltungselektronik/PC; Dr.-Ing. W. Rüsich, HB-QTC, F. Rutter, DL7JFR, Technik; Dr.-Ing. K. Sander, Elektronik; D. Schirmer, DL5SE, IOTA/QTC; H. Schönwitz, DL2HSC, SOTA-QTC; C. Stehlik, OE6CLD, OE-QTC; M. Steyer, DK7ZB, Antennen; R. Thieme, 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, Ahrensfelde, OT Blumberg

Vertrieb IPS Pressevertrieb GmbH, Tel. (0 22 25) 88 01-0

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. Manuskriptthinweise auf www.funkamateure.de → Schreiben für uns.

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

Haftung: Alle Beiträge, Zeichnungen, Platinen, Schaltungen sind urheberrechtlich geschützt. Außerdem können Patent- oder andere Schutzrechte vorliegen. Die gewerbliche Herstellung von in der Zeitschrift veröffentlichten Leiterplatten 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 Sende- 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 48,80 €, als PLUS-Abo inkl. Jahrgangs-CD bzw. Download-Key 52,80 €.

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 54,- € (PLUS-Abo 58,- €); nach Übersee auf Anfrage; Schweiz/Liechtenstein 68 CHF (PLUS-Abo 72 CHF)

PLUS-Abonnement: 12 Ausgaben plus eine Jahrgangs-CD gegen 4 € Aufschlag. Die CD wird Ende Dezember mit dem Heft 1 des Folgejahrgangs geliefert.

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.funkamateure.de → Abo und Probeheft

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

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

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

Gewerbliche Anzeigen und Beilagen: Mediadata bitte beim Verlag anfordern oder als PDF-Datei von www.funkamateure.de → Inserieren → Mediadata mit Preisliste herunterladen. Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 30 vom 1.1.2020. Für den Inhalt der Anzeigen sind allein die Inserenten selbst verantwortlich.

Vertriebs-Nr. A 1591 - ISSN 0016-2833

Redaktionsschluss: 6. 8. 2020 **Erstverkaufstag:** 26. 8. 2020

Druckauflage: 33 900

© 2020 by Box 73 Amateurfunkservice GmbH · Alle Rechte vorbehalten

Amateurfunk und Kommunikation

Betrachtet man Entwicklungen im Amateurfunk in den vergangenen Jahren, ist eine Uorientierung bei den Funkaktivitäten offensichtlich: Der Anteil der Weak-Signal-Modi FT8 und FT4 erreicht im Vergleich aller Sendearten mindestens 80 %. Dies hat zu erwartende Folgen innerhalb der gerade einmal drei Kilohertz breiten Bandsegmente. So führten im Juli die Betreiber des Reverse Beacon Network, dessen Hauptaugenmerk auf der Erfassung von CW- und RTTY-Signalen liegt, eine testweise Einbeziehung von FT8-Spots durch. Die anschließende Analyse ergab, dass dadurch eine Überforderung der RBN-Infrastruktur möglich sei, sodass man sich eine Abschaltung der FT8-Erfassung an Wochenenden mit CW- oder RTTY-Contesten vorbehält.

Wie ist dies zu bewerten? Richtig ist, dass die von Joe Taylor, K1JT, entwickelten Sendearten zu einer Steigerung der Amateurfunkaktivitäten geführt haben, was, auch angesichts der teilweise schwierigen Ausbreitungsbedingungen, zu begrüßen ist. Zudem können nun Funkamateure mit Behelfsantennen oder mit einem hohen lokalen Störpegel weiterhin ihr Hobby ausüben. Gleichzeitig ist nicht von der Hand zu weisen, dass diese Sendearten nur minimale Optionen bieten, Funkkontakten einen persönlichen Anstrich zu geben. Ebenso lässt sich ein hoher Automatisierungsgrad beim Verbindungsablauf nicht leugnen.

In Zusammenhang mit der Popularität von FT8 stellen sich Fragen nach Ursachen, Folgen und Alternativen. Ersteres ist noch relativ einfach zu beantworten: Weak Signal Modes sind unglaublich effektiv, sie können im wahrsten Sinne neue (DX-)Horizonte eröffnen. Die Folgen sind jedenfalls kein „Amateurfunk light“, denn Kenntnisse über Ausbreitungsbedingungen, Antennen und Ausrüstung sind weiterhin essentiell. Zudem hat die Betriebstechnik ihre Tücken; im FUNKAMATEUR veröffentlichen wir immer wieder Informationen hierzu. Bleibt zu klären, wie es mit Gesprächsinhalten aussieht und was wir unter „Kommunikation“ verstehen.

Bei der Frage nach digitalen Alternativen werden viele an Sendearten wie PSK, SIM31 oder JS8Call denken. Diese Modi haben alle ihre Berechtigung, doch seien wir ehrlich: Wer solche Verbindungen beobachtet, stellt schnell fest, dass im Vergleich zu FT8 der realisierbare Informationsaustausch meist nur um wenige Textbausteine erweitert wird. Ist durch die Auflistung der verwendeten Ausrüstung oder des lokalen Wetters eine andere Qualitätsstufe der Kommunikation erreicht?

Wohl kaum, aber lassen wir die Kirche doch im Dorf: Ein DX-Kontakt ist, genauso wie DXpeditions- oder Contestbetrieb, keine Klönnrunde. Wer einige Dutzend Verbindungen nacheinander abwickeln möchte, sollte diese nicht mit unrealistischen Ansprüchen überfrachten.

Wer minimalistische Übertragungsinhalte als Mangel empfindet, dem stehen, ersatzweise oder als Ausgleich, viele weitere Spielarten des Amateurfunkbetriebs offen. Besinnen wir uns doch der Vorteile von SSB- oder CW-Kontakten, die sich weniger oft auf Erstverbindungen beschränken! Ergänzend bieten simultan nutzbare Chat-Funktionen oder der Erfahrungsaustausch über Mailinglisten die Möglichkeit individueller Kommunikation. Nicht zu vergessen die persönlichen Begegnungen im Funkklub. Unser Motto sollte nicht „entweder oder“, sondern „sowohl als auch“ sein!

Sollte die Vielzahl der Optionen nicht reichen, wäre das Problem des Amateurfunks kein durch FT8 verursachtes, sondern ein inhaltliches. Womit sich der Fokus von einer Sendeart auf uns selbst verschieben würde.

Willi Paßmann, DJ6JZ

Amateurfunk

Pitcairn, VP6R: Meine erste DXpedition 736

Juma PA1000 aus Finnland – getestet und gemessen



Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von MOSFET-PAs auf dem Markt. Fast alle besitzen LD-MOSFETs als Verstärkerelemente und arbeiten mit Schaltnetzteilen, die eine Betriebsspannung um die 50 V zur Verfügung stellen. Aus verschiedenen Gründen ist aber die Juma-PA besonders interessant, weil sie Alleinstellungsmerkmale aufweist, die andere Hersteller derzeit nicht bieten. Dies war uns Anlass, die Endstufe etwas näher zu betrachten.

Foto: FA 740

Bakenstation DLONF, DFOANN, nun DBOANN, 50 Jahre in Betrieb



Viele werden diese Bake schon auf einer oder mehrerer ihrer zahlreichen Frequenzen gehört haben, Zeit dazu war genügend: Wir gratulieren zum 50-jährigen Bestehen!

Das Bild zeigt das Team DLONF und Freunde am Fuße des Aussichtsturms auf dem Moritzberg bei Nürnberg; vorn etwa in der Mitte, mit dunkelblauem Pulli, der Autor dieses Beitrags.

Foto: DLONF 743

SINAD-Messgerät für AM-, CW-, FM- und SSB-Empfänger (1)



Zu den wichtigsten Eigenschaften von Empfängern gehört die Empfindlichkeit, mit der die HF-Eingangsspannung am 50-Ω-Eingang angegeben wird, um ein bestimmtes Signal-Rausch-Verhältnis am NF-Ausgang zu erreichen. Der Beitrag beschreibt den Aufbau und die Funktion eines Geräts, mit dem SINAD-Messungen an AM-, CW-, FM- und SSB-Empfängern möglich sind.

Foto: DC7GB 744

CTCSS-Encoder mit wenigen Bauteilen 752

Aufbau- und Testanleitung für beliebige Baluns



Baluns dienen zur Impedanzanpassung und realisieren den Übergang von unsymmetrischen auf symmetrische Komponenten. Bauanleitungen für die vorzugsweise in Antennensystemen einsetzbaren Leistungstypen lassen sich viele finden, doch an den Nachbau wagen sich nur wenige Funkamateure. Um die Scheu davor zu nehmen, werden im Beitrag Tipps und Hinweise zum Aufbau sowie zur Überprüfung der Baluns gegeben. Foto: DL5ABF

754

Modifizierte Inverted-T-Antenne 772

Packet Radio weiterentwickelt: New Packet Radio (1) 797

Aktuell

Editorial 723

Postbox 726

Markt 728

Literatur 773

Ausbreitung September 2020 791

Inserentenverzeichnis 802

Vorschau FA 10/20 802

QTCs

AATiS e.V. 788



IOTA-QTC; SWL-QTC 792

Bergfunk-QTC; QRP-QTC 793

DX-QTC 794

QSL-Splitter; Sat-QTC 795

CW-QTC 795

Digital-QTC 796

UKW-QTC 798

DL-QTC; Afu-Welt 800

OE-QTC 801

HB-QTC 801

Termine September 2020 802

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

Typenblatt

FTM-300DE 763

Unser Titelbild



Für Sternbeobachter bietet der nächtliche Himmel über der Pazifikinsel Pitcairn ein fesselndes Panorama, für DXer ist die entlegene Zuflucht der Meuterer der Bounty ein seltenes DXCC-Gebiet. Ein entsprechend intensives Erlebnis waren die Pile-ups, die sich im Oktober vergangenen Jahres um die Frequenzen von VP6R entwickelten. Mike, WOVTT, berichtet über seine erste Erfahrung als DXpeditionär. Foto: EY8MM

Geschichtliches

KW-Amateurfunkempfänger – kurzer geschichtlicher Abriss (2) 730

Funk

Billiges Steckernetzteil als EMV-Störungsquelle 733

CB- und Jedermannfunk 789

Elektronik

Intermodulationsfestigkeit von HF-Zweitongeneratoren



Wenn es in der Praxis um die Messung sehr hoher Werte für den Intermodulationsabstand geht, muss auch der verwendete HF-Zweitongenerator mithalten können. Wie man dessen Signalqualität ermittelt und welche Verbesserungsmöglichkeiten bei Eigenbaugeräten existieren, wird hier beschrieben.

Screenshot: DC4KU 748

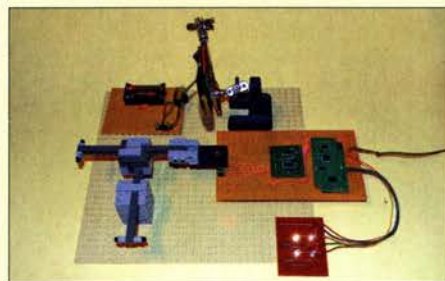
Reparatur eines kommerziellen Leistungsdämpfungsglieds



Ein defektes Dämpfungsglied muss nicht zwangsläufig verschrottet werden, zumal es oft nicht gerade billig war. Mit etwas Umsicht und Geschick bei der Reparatur bestehen gute Aussichten auf eine Wiederherstellung der Funktion.

Foto: DH8AG 756

Optisches Verfahren zur präzisen Positionseinstellung



Die Position und Ausrichtung eines Objekts ist mithilfe einer Vierquadranten-Fotodiode sehr genau erkennbar. In diesem Beitrag wird das zugrunde liegende Verfahren vorgestellt. Mit der beschriebenen Schaltung ist es z. B. möglich, Richtungsabweichungen eines Laserstrahls selbst über größere Entfernung zu erfassen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Foto: Sander 758

Wissenswertes zu Durchkontaktierungen

765

Einsteiger

Funkbetrieb über QO-100 – Tipps für den Einstieg



Seit mehr als einem Jahr ist der satellitengestützte Amateurfunktransponder QO-100 in Betrieb. Die notwendige Technik für den Funkbetrieb wurde im FA oft beschrieben – Einsteigern dürfte es aber schwerfallen, da noch einen roten Faden zu finden. Daher präsentieren wir hier eine Art Wegweiser durch die zahlreichen Beiträge und verweisen dabei auch auf kommerzielle Produkte.

770

BC-DX

BC-DX-Informationen 789

Confirmation of Reception

QSL
RETROMIX

266

Nottingham UK

Thanks for listening! 73s

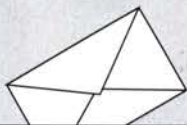
Frequency: 6070 kHz
TX Location: Rohrbach Waal, DE
Mode: AM Broadcast
RST / SINPO: 55534
Date: 20th June 2020
Time: 20:00 - 22:00 UTC
RX Location: Oera, Thuringia, Germany
RX Equipment: Tecsun PL600ER
Operator Name: Michael Lindner
QSL Card Number: 0016

Elektronische QSL-Karte von Retromix 266
QSL: Lindner

Englisch für Europa 790

Bauelemente

BF981:
N-Kanal-Dualgate-MOSFET 761



FUNK
AMATEUR
POSTBOX

Redaktion FUNKAMATEUR
postbox@funkamateure.de

Fehlende FT8-QSOs

Die OPs der jüngeren DXpeditionen vor dem Corona-Lockdown haben eine Fülle von Beschwerden bekommen, dass QSOs, die (laut den Jägern) „roger“ waren, nicht im Log verbucht wurden. Durchschnittlich bei einem von zehn QSOs. Wie ist das möglich?

FT8 ist eine Computersendearbeit und dahinter liegt ein Protokoll. Werden nicht alle Schritte nach den Regeln durchlaufen, ergibt es kein gültiges QSO. Wann man es werten kann, steht auf der Seite von WSJT. Die Software arbeitet ihr Protokoll ab. Wenn der Fox auf den letzten Schritt keine Antwort bekommt, loggt er das QSO auch nicht. Da ist das Programm gnadenlos. Obwohl beide den Rapport ausgetauscht haben, fehlt das letzte Roger. Wie bei CW und SSB sollte das QSO erst geloggt werden, wenn beide das Empfangen des Rapports bestätigt haben. Die Software von FT8 hat sich verbessert, viele Fehler liegen aber auch bei den Anwendern, die die Beschreibung nicht lesen.

Manche Funkamateure verstehen die Gültigkeit von QSOs anders. Wenn Rapporte gesehen worden sind (auch unbestätigt ausgetauscht), gilt das für sie als QSO. Und da gibt es einige „Helden“, die beenden das FT8-Aussenden, wenn sie den Rapport bekommen haben. Und dann ist es halt korrekt kein QSO. Alle vergessen, dass hier Computer die Entscheidungen treffen und nicht der Mensch.

Frank Rutter, DL7UFR,
OP bei TO7DL u. a.

Antennenvergleich und Polarisation

Ich habe gelernt, dass bei UKW-Yagis beim Wechsel von horizontaler und vertikaler Abstrahlung entsprechend einer Drehung der Polarisations Ebene um 90° ein Signalunterschied von etwa 20 dB auftritt. Ich habe viel mit 4NEC2 gerechnet und schon etwa 100 Antennen angesehen und meine, dass es eigentlich nur um das Strahlungsdiagramm geht und man beim Vergleich von Beam und Vertikalstrahler feststellt, dass man mit beiden gut flach abstrahlen kann. Im OV besteht ein OM darauf, dass man Vertikalantennen und Beams nicht miteinander vergleichen kann, weil man nie weiß, in welcher Ebene das Signal ankommt. Kann man diese 20 dB Unterschied zwischen horizontal und vertikal auf KW genauso erwarten oder erkennt man allein am Strahlungsdiagramm, mit welchen Ergebnissen zu rechnen ist? Die Diskussion kam nur auf, weil ich mit jemandem, der einen Beam besitzt, die Signalstärken verglichen habe und meine Vertikalantenne nicht wesentlich schlechter abgeschnitten hat.

Benny Hinz, DH7RG

Neben der Bewertung, insbesondere einer KW-Antenne, sind beim Richtdiagramm auch die zugehörigen Gewinnwerte zu beachten und die hängen in starkem Maße von der Höhe der Antenne im Zusammenhang mit der Erdbodenbeschaffenheit, Bewuchs und Bebauung ab, siehe „Ist möglichst hoch immer richtig? Abstrahlung bei KW-Antennen“, FA 3/2001, S. 296, FA 4/2001, S. 414.

Zweimal hinsehen!

Ist die Lötstelle prächtig geraten,
mit sauber glänzendem Zinn,
wird gleich Murphy Dir verraten:
Das war der falsche Pin!

Wolfgang Oesau, DK9PN

Bei der Bodenwellen- bzw Tropoausbreitung gibt es praktisch keine Polarisationsdrehung, nach Reflexion an Gebäuden usw. schon. Bei UKW verwendet man für FM vertikale Polarisation, insbesondere wegen Stabantennen an Kfz und Handys. Für UKW-DX benutzt man besser horizontale Polarisation. Bei Reflexion an der F-Schicht, auch der sporadischen E-Schicht (KW, UKW), Meteorspuren usw. sind Polarisationsdrehungen jedoch unvorhersehbar. Grundsätzlich gibt es jedenfalls keinen Unterschied zwischen KW- und UKW-Freiraumausbreitung, ob horizontal oder vertikal.

Gegentaktschaltung mit Balun am Eingang

Der Beitrag „Rauscharmer HF-Vorverstärker in Gegentaktschaltung“ in FA 4/20, S. 332–334, zeigt in Bild 4 einen typischen Gegentaktschaltung. Der untere Zweig bekommt über T1 ein gegenüber dem o-



ren Zweig um 180° gedrehtes Signal angeboten. Am Ausgang werden beide wieder in T2 zusammengefügt, der obere Zweig 0° und der untere 180° gedreht. Das sehe ich ein, Bild 5 erklärt das ja auch sehr schön. Mit Bild 6 habe ich jedoch ein Problem. Der obere Zweig läuft ohne Phasendrehung durch T1, der untere bekommt über T1 ebenfalls ein 0° gedrehtes Signal angeboten, läuft also auch ohne jede Phasendrehung und hat somit weiterhin Massepotenzial. Ein Balun ist doch nur ein aufgewickelter verdrehtes Drahtpaar. Die beiden Verstärkerzweige werden also meines Erachtens nicht gegenphasig angesteuert. Am Ausgang werden die beiden verstärkten Signale wieder in T2 zusammengefügt, der obere Zweig 0° und der untere 180° gedreht. Meines Erachtens kann die Schaltung so nicht funktionieren, wo mache ich hier einen Denkfehler?
Viktor Naumann

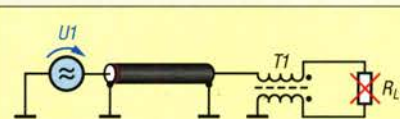


Bild 1: Zu einfache Betrachtungsweise

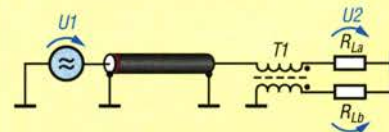


Bild 2: Messaufbau zur Veranschaulichung

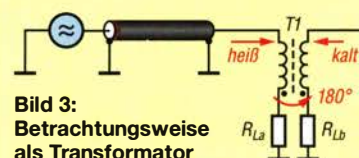


Bild 3: Betrachtungsweise als Transformator

Je nachdem, was schneller geht, kann man sich die Verhältnisse entweder mit einem Schaltungssimulationsprogramm oder mit einem praktischen Aufbau gemäß Bild 2 veranschaulichen. Bereits ein einfacher Diodentastkopf in Verbindung mit einem Multimeter zeigt, dass an beiden Ausgängen des Baluns etwa gleich hohe Spannungen stehen. Käme keine Phasendrehung zustande, müsste die Spannung am unteren Ausgang Null sein. Ein für den Frequenzbereich noch geeignetes Oszilloskop weist darüber hinaus je nach

Aus unserer Serie Gegensätze: EME – hin und her



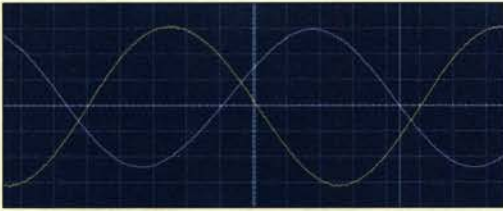


Bild 4: Die Phasenverschiebung der Spannungen U_2 und U_3 beträgt theoretisch 180° , hier sind es, bedingt durch den nicht ganz perfekten Aufbau 156° .

Aufbau einen Phasenunterschied in der Nähe von 180° aus, siehe hiesiges Bild 4 (tx DC8FG!).

Um die Funktion zu erklären, ist Ihre Betrachtungsweise, die hier Bild 1 entspricht, weniger zielführend. Der Strom fließt vom oberen Draht durch den Lastwiderstand R_{La} nach Masse sowie vom unteren Draht durch den Lastwiderstand R_{Lb} nach Masse. Betrachtet man T1 als Transformator gemäß hiesigem Bild 3, wird klar, dass der Strom im oberen Draht eine Spannung im unteren Draht induziert und dabei 180° Phasendrehung bewirkt. Als Balun – konkret als Spannungsbalun – betrachtet, erzeugt T1 in den angeschlossenen Lastwiderständen gegen Erde gegenphasige Spannungen an den Verstärkereingängen. FA

Antenne retten!



Abstimmvarianten beim Palstar AT4K

Zum „Antennenkoppler Palstar AT4K“ im FA 7/2020, S. 577, habe ich noch etwas anzumerken: Wenn man schon beim Kauf eines Antennenkopplers mit einer Hochpass-Charakteristik freiwillig auf die Unterdrückung der höheren harmonischen Frequenzen verzichtet, sollte man wenigstens auf minimale Verluste bei der Abstimmung achten.

Angenommen, man möchte einen $20\text{-}\Omega$ -Widerstand, angeschlossen über ein 1 m langes RG213-Koaxialkabel, bei 3,5 MHz auf $50\ \Omega$ anpassen. Der Ausgangsdrehkondensator C11 befindet sich zufällig etwa in der Mitte des Drehbereichs und hat z. B. 200 pF. Die Abstimmung wird mit $C_{10} = 138,3\ \text{pF}$ und $L = 6,13\ \mu\text{H}$ erreicht. Das ARRL-Programm TLW, V2.02, meldet Verluste im Antennenkoppler von 9,9%, was bei der erlaubten Ausgangsleistung von 750 W also ganze 74,25 W ausmacht. In dem Antennenkoppler wird also mehr Leistung „verbraten“ als man für die Ansteuerung der Endstufe braucht. Man kann den Antennenkoppler aber auch anders abstimmen. Für C11 wird die maximal verfügbare Kapazität von 480 pF gewählt. Mit $C_{10} = 342,6\ \text{pF}$ und $L = 2,65\ \mu\text{H}$ gelingt ebenfalls Anpassung. Das TLW meldet jetzt nur noch 4,2% Verluste, d. h., jetzt werden in dem Antennenkoppler „nur“ noch 31,5 W in Wärme umgesetzt. Wie man erkennt, könnten durch eine sinnvollere Wahl der Werte der Abstimmelemente die Verluste minimiert werden.

Würde man die Pi-Schaltung mit der gleichen Ausgangskapazität von $C_3 = 480\ \text{pF}$ verwenden, käme Anpassung auch mit $L_2 = 1,12\ \mu\text{H}$ und $C_1 = 1045\ \text{pF}$ zustande, hätte dabei allerdings nicht nur den Vorteil der Unterdrückung der höheren harmonischen Frequenzen, sondern auch die Verluste wären mit nur 0,7% noch geringer. Dies entspricht 5,25 W.

Die geringsten Verluste entstehen mit einer L-Schaltung ($C_1 = 1091\ \text{pF}$, $L_2 = 0,91\ \mu\text{H}$). Beim Tiefpass werden die höheren harmonischen Frequenzen gedämpft und die Verluste sinken auf 0,6% (4,5 W).

Rudolf Kalocsay, DL3FF

Ja, darauf hätte ich noch eingehen können. Beim Abstimmen auf einer Frequenz eine möglichst kleine Induktivität und entsprechend hohe Kapazitäten wählen, wo man noch ein SWV von $s = 1,0$ erreicht. Irgendwann reicht das nicht mehr, entsprechende Beispiele sind im Manual angeführt.

Rolf Thieme, DL7VEE

Falsch herum

Unsere Innenwiderstands-Preisfrage vom Juli lautete: Eine Batterie mit einer Quellspannung (Urspannung) von 3 V und eine mit 1 V werden parallelgeschaltet. Wenn beide einen Innenwiderstand von $1\ \Omega$ haben, fließt ein Strom von $(3\ \text{V} - 1\ \text{V}) / (1\ \Omega + 1\ \Omega) = 1\ \text{A}$ und es steht eine Spannung von 2 V an beiden Batterien. Aber: bei 2 V und 1 A müsste doch die Batterie mit der geringeren Spannung einen Innenwiderstand von $2\ \text{V} / 1\ \text{A} = 2\ \Omega$ haben! Was stimmt da nicht?

Die Erklärung ist recht einfach: Tatsächlich liegt der Innenwiderstand der „kleinen“ Batterie nur an $2\ \text{V} - 1\ \text{V}$. Die beiden Batterien sind ja gegeneinander geschaltet und der Strom fließt sozusagen „falsch herum“ durch die „kleine“ Batterie. Die 2 V an den Batterien sind die gleichen wirksamen Klemmenspannungen, während die 1 V und 3 V gegeneinander geschaltete Urspannungen sind. Das musste man beachten.

Die $3 \times 25\ \text{€}$ für eine passende Lösung erhalten:

Jörg von Roos, DF3FC
Kurt Stuedler, HB9SUK
Göran Tronicke

Herzlichen Glückwunsch!

Schirmbild-Preisfrage

Welches Schirmbild ergibt sich, wenn man bei einem Oszilloskop an den X-Eingang eine auf halbe Amplitude symmetrisch gekappte Dreiecksspannung und an den Y-Eingang dieselbe Dreiecksspannung, ungekappt, dafür aber mit halber Spannung und um eine viertel Periode verschoben, legt? D. h., die Spitzenspannungen beider Signale sind demnach gleich. Es seien für X und Y gleiche Ablenkempfindlichkeiten und annähernd bildschirmfüllende Signalpegel vorausgesetzt.

Unter den Lesern mit richtiger Antwort verlosen wir

3 x 25 €

Einsendeschluss ist der 30. 9. 2020 (Poststempel oder E-Mail-Absendedatum). Die Gewinner werden in der Redaktion unter Ausschluss des Rechtswegs ermittelt. Wenn Sie die Lösung per E-Mail übersenden (an quiz@funkamateurl.de), bitte nicht vergessen, auch die „bürgerliche“ Adresse anzugeben, sonst ist Ihre Chance dahin.

Auch an der Spitzenspannungs-Preisfrage vom FA 8/2020 können Sie sich noch bis zum 31. 8. 2020 versuchen.

Störungen nicht einfach hinnehmen!

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

funkstoerung@bnetza.de

Niagarafälle: zurzeit nur per Funk





Der 7-Zoll-Touchscreen des SDR-Transceivers **Andromeda** dominiert die Frontseite.

Andromeda SDR-Transceiver

- Frequenzbänder: 160 m bis 6 m
- Sendeleistung: 100 W
- Sendarten: SSB, CW, FM, RTTY, Digimodes
- Latenzzeit: ≤ 20 ms
- Transverter-ZF-Ausgang: 0 ... 15 dBm
- Display: 1024 x 600 Pixel, 7 Zoll, Touchscreen
- Antennenanschlüsse: 3 x 50 Ω BNC
- Spannungsversorgung: 13,8 V, RX 4 A, TX 25 A
- Abmessungen (B x H x T): 355 mm x 130 mm x 300 mm
- Masse: 6 kg
- Preise:
Andromeda 4395 AUD
Upgrade Intel i7 99 AUD
Upgrade 16 GB RAM, 512 GB SSD 248 AUD
Diese Preise entsprechen mit Kurs vom 12. 8. 2020 etwa 2675 €, 60 € bzw. 151 €.



Mund-Nasen-Maske mit Amateurfunkmotiv

SDR-Transceiver aus Australien

Apache Labs kündigt mit dem **Andromeda** einen direktabtastenden SDR-Transceiver für die Bänder von 160 m bis 6 m an, der sich direkt bedienen oder per Ethernet steuern lässt. Die A/D-Umsetzung im Empfängerzweig erfolgt mit zwei LTC2088, die 16 Bit Auflösung und 130 Megasample pro Sekunde ermöglichen. Die Signalverarbeitung übernimmt ein FPGA. Auf diese Weise lassen sich alle von SDR-Transceivern bekannten Eigenschaften realisieren. Zwei in der Endstufe eingesetzte RD100HFF1 erzeugen auf allen Bändern 100 W Sendeleistung. Die Steuerung übernimmt ein integrierter PC mit einem Intel i5 als Prozessor (Standard: 8 GB RAM, 128 GB SSD), auf dem Microsoft Windows 10 als Betriebssystem läuft. Dadurch sind auch Digimodes direkt im Transceiver nutzbar, ohne dass man auf einen externen PC ausweichen muss. Als Display ist ein Touchscreen mit 7 Zoll Diagonale vorhanden. Ein automatischer Antennentuner soll als Upgrade ebenso verfügbar gemacht werden, wie ein Intel i7 als Prozessor sowie eine Speichererweiterungen auf 16 GB DDR4-RAM und 512 GB SSD. An einem externen, im Lieferumfang enthaltenen USB-3.0-Hub sind dreimal USB 3.0, Ethernet 100/1000 und HDMI verfügbar.

Aufgrund der weltweit erschwerten Produktionsbedingungen ist die Auslieferung ausgesetzt. Interessensbekundungen sind möglich. Sobald eine ausreichende Anzahl von Aufträgen eingegangen sind, sollen die Produktion gestartet und das geschätzte Versanddatum bekanntgegeben werden.

Apache Labs Pty Ltd, 3 Pershing Way, Point Cook, VIC 3030, Australien, www.apache-labs.com, E-Mail: aprakash@apache-labs.com

Maske für Funkamateure

Eine besondere **Mund-Nasen-Maske**, die trotz Schutzfunktion gegen Tröpfcheninfektion möglichst viel vom Träger preisgibt, ist bei **Eurofrequency** erhältlich. Das auch als Alltagsmaske bezeichnete Hilfsmittel besitzt keine Schutzgarantie, wie etwa beim FFP-Standard. Die Maske kostet 5,95 € und wird ab 120 € Bestellwert gratis mitgeliefert. **Eurofrequency**, Rittergutsweg 5, 08297 Zwönitz, Tel. (03 77 54) 304-73, Fax -55; www.eurofrequency.de, info@eurofrequency.de

Markt

Duoband-Feed für QO-100

Das von Peter Gödecke, **DJ7GP**, entwickelte **Duoband-Feed** ist nunmehr in einer neuen Version 2.0 bei **BaMaTech** erhältlich. Das Feed erlaubt den komfortablen Betrieb auf 2,4 GHz und 10 GHz über den Amateurfunktransponder QO-100 mit nur einem Offset-Parabolspiegel.

Gegenüber der Vorgängerversion beträgt die Belastbarkeit auf 2,4 GHz nun über 100 W. Die Zirkularpolarisation für den Uplink wurde als Ergebnis zahlreicher Computersimulationen und Versuche weiter verbessert. Der 10-GHz-Hornstrahler enthält einen dielektrischen Konzentrador aus PTFE.

Abgerundet wird die Weiterentwicklung des Hornstrahlers durch eine verbesserte Feed-Befestigung, die unter anderem auch eine günstigere Kabelführung zulässt. Alle Einzelteile sind wie bisher aus Aluminium und die Schraubverbindungen aus Edelstahl gefertigt.

BaMaTech Feinmechanik, Körbitzweg 2, 04849 Bad Dübren, Tel. (03 42 43) 712 12, Fax -3; www.bamatech.net, info@bamatech.de



Kompakte Wärmebildkamera

Die **Uti 80P** ist eine bei **Reichelt Elektronik** erhältliche tragbare Infrarot-Wärmebildkamera aus dem Hause **Uni-Trend** mit einer Infrarot-Auflösung von 80 x 60 Messpunkten auf einem 320 x 240 Pixel großen Display.

Nutzer haben die Möglichkeit, die Temperatur bzw. Temperaturdifferenz von Objekten oder Geräten zu messen und auf der mitgelieferten SD-Speicherkarte abzulegen. Die Erkennung von Hotspots ist ebenso möglich, wie die von Kältepolen und das Setzen von Alarmschwellen.

Des Weiteren verfügt die Kamera über eine USB-Schnittstelle, mit der man das Gerät sowohl laden als auch an den Computer anschließen kann, um aufgenommene und gespeicherte Bilder mithilfe einer Software auszuwerten.

Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel. (0 44 22) 9 55 3 33, Fax -111; www.reichelt.de

Duoband-Feed

Hornstrahler

- Frequenzbänder: TX 2,4 GHz, RX 10 GHz
- Antennenanschluss: 50 Ω , SMA
- Material: Aluminium-Feed; Edelstahl-Schraubverbindungen
- Schaftdurchmesser: 23 mm
- Preis: 92 €

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**

Duoband-Feed für 2,4 GHz und 10 GHz



Kompakte Wärmebildkamera Uti 80P

Uti 80P

Wärmebildkamera

- Temperaturmessbereich: -10 ... 450 °C
- Toleranz: 2 K bei -10 ... 140 °C, 3 K bei 140 ... 450 °C
- IR-Auflösung: 80 x 60 Pixel
- Aufnahmewinkel: horizontal 51°, vertikal 38°
- Bildfrequenz: 9 Hz
- Display: 2,4" TFT-LCD, 320 x 240 Pixel, 48 x 36 mm
- Stromversorgung: Li-Ionen-Akkumulator 3,7 V/1300 mAh
- Abmessungen (B x H x T): 76 mm x 76 mm x 22 mm
- Masse: 125 g
- Preis: 281,71 €

Lang-Yagi YA130069
mit 69 Elementen und
zwei Unterzügen



Lang-Yagi für das 23-cm-Band

Die Yagi-Antenne **YA130069** von **ANjo-Antennen** gehört mit 5,92 m Boomlänge wohl zu den längsten verfügbaren 23-cm-Band-Antennen. Ein Novum ist der mechanische Aufbau mit doppeltem Unterzug, wodurch sie selbst ohne zusätzliche Seilüberzüge nicht durchhängt. Mastbefestigungen und Boomverbinder sind aus dem Werkstoff 1.4301 (V2A).

Die 69 Elemente sind fest auf dem Boom verankert und somit zeitraubende oder fehlerträchtige Fixierungen mit Schrauben bzw. Metallclipsen nicht erforderlich. Die Elementbefestigungstechnik ist wetterbeständig und zeigt selbst nach mehreren Jahrzehnten keinerlei Ausfälle, wie Langzeittests über 30 Jahre ergaben.

ANjo-Antennen, Joachims HF & EDV-Beratungs GmbH, Lindenstr. 192, 52525 Heinsberg, Tel. (02452) 156779, Fax 157433; www.joachims-gmbh.de; anjo@joachims-gmbh.de

YA130069

Yagi-Antenne

- Frequenzband: 23 cm
- Länge: 5,92 m, 26 λ
- Drehradius: 3 m
- Transportlänge: 2 m
- Antennengewinn: 22,5 dBi ± 20,35 dBd
- Vor-Rück-Verhältnis: 25 dB
- Öffnungswinkel:
 $\alpha_E = 14,7^\circ$, $\alpha_H = 14,9^\circ$
- Belastbarkeit:
400 W CW, 750 W PEP
- Anschluss: N-Buchse
- Masse: 4,3 kg
- Preis: 377 €

Entwicklungsplattform

Mit dem aus FPGA/Soc-Entwicklungsboard **Zynq-7000 SoC**, D/A-Umsetzer **Zmod DAC 1411**, A/D-Umsetzer **Zmod ADC 1410** und **Gehäusesatz** bestehenden System **Eclipse Z7** sowie der Software-API von **Digilent** lassen sich schnelle Steuerungs- und Messsysteme entwickeln. Die beiden Umsetzermodule besitzen zwei Kanäle mit je 14 Bit Auflösung und eine Abtastrate von 100 Mega-sample pro Sekunde. Dieses System ermöglicht, direkt nach dem Anschluss von Erweiterungen mit der Entwicklung zu beginnen. Embedded-Linux-Entwickler können die Leistungsfähigkeit des FPGA nutzen, ohne über Hardware-Know-how zu verfügen. Derzeit werden C und C++ unterstützt. Alle Einzelkomponenten sind bei **Reichelt Elektronik** erhältlich. **Reichelt Elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel. (04422) 955-333, Fax -111; www.reichelt.de**

Eclipse Z7

FPGA/Soc-Entwicklungs-system

● Preise:	
Zynq-7000 SoC (Digil 410-393)	498,80 €
Zmod DAC 1411 (Digil 410-397)	103,10 €
Zmod ADC 1410 (Digil 410-396)	176,35 €
Gehäusebausatz (Digil 250-132)	52,25 €



Kompaktes Eclipse-Z7-Entwicklungs-system mit der ins Gehäuse eingeschobenen Entwicklungsplatine Zynq-7000 SoC sowie den D/A- und A/D-Umsetzermodulem Zmod DAC 1411 bzw. Zmod ADC 1410

vH&S

Über uns:

Als mittelständisches Hochtechnologie-Unternehmen der Raumfahrtindustrie in Schwetzingen (Metropolregion Rhein-Neckar) mit 22 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern entwickeln und fertigen wir seit 1971 Instrumente für die Raumfahrt. Unsere Produkte arbeiten sehr zuverlässig auf Satelliten, Raumsonden und auf der ISS. Sie dienen der Erkundung und der Forschung an Planeten, Monden und Kometen.

Für Erdbesichtigungssatelliten entwickeln wir Elektroniksysteme zum präzisen Auslesen modernster Bildsensoren verschiedener Technologien für sichtbares und infrarotes Licht.

Unsere Auftraggeber sind Raumfahrtfirmen, Institute im In- und Ausland und Raumfahrtagenturen (DLR, ESA, NASA).

Zum nächstmöglichen Eintrittstermin suchen wir

Ingenieure/Master (m/w/d) Elektrotechnik für Elektronik-Entwicklung

Ihr Profil:

Sie haben eine Ausbildung zum Master/Bachelor Elektrotechnik (Fachbereiche z. B. Mechatronik oder Kommunikationstechnik, auch Dipl.-Ing. oder Dr.-Ing.) an einer Universität oder FH und besitzen evtl. bereits Berufserfahrung.

Fundierte Kenntnisse in den Bereichen Analog-Schaltungstechnik und HF sowie grundlegendes physikalisches Verständnis sind zur Bewältigung Ihrer Aufgaben besonders hilfreich. Ihre Fähigkeiten konnten Sie vielleicht mit eigenen Elektronik-Projekten in Ihrer Freizeit erweitern.

Ihre zukünftigen Aufgaben:

- Erarbeiten von Lösungen für Elektroniksysteme für die wissenschaftliche und kommerzielle Raumfahrt. Schwerpunkte sind hohe Zuverlässigkeit, Präzision und Stabilität.
- Entwurf, Berechnung & Simulation von schnellen rauscharmen Analog- und Mixed-Signal-Schaltungen mit FPGA.
- Entwicklung, Layout und Analysen nach den Erfordernissen und Standards der Raumfahrt.
- Bauteileauswahl, Beschaffung raumfahrtqualifizierter Komponenten und Qualitätskontrolle.
- Qualifizierte Fertigung in unserem Reinraumlabor sowie Beauftragung und Überwachung externer Fertigung.
- Umfangreiche (engl.) Dokumentation Ihrer Projekte.

Ihr neuer Arbeitsplatz:

Es erwartet Sie eine mittelständische Hochtechnologie-Firma im Raum Mannheim/Heidelberg mit klaren Strukturen, kurzen Wegen und flexiblen Arbeitszeiten. Es stehen Ihnen modernste Ausstattung und Entwicklungsumgebungen zur Verfügung. Wir bieten Ihnen ein kreatives Umfeld mit freundlichem Arbeitsklima, ein ansprechendes Gehalt und gute Sozialleistungen.

Weitere Infos finden Sie auch unter <https://vh-s.de/careers>

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

von Hoerner & Sulger GmbH

Schloßplatz 8 • D-68723 Schwetzingen
<https://vh-s.de> • E-Mail: jobs@vh-s.de



KW-Amateurfunkempfänger – kurzer geschichtlicher Abriss (2)

JÜRGEN F. HEMME – HB9ANR

Der erste Teil des Beitrags zeigte einige markante Entwicklungsschritte kommerzieller KW-Amateurfunkempfänger bis in die unmittelbare Nachkriegszeit auf. Er schloss mit dem Blick nach Amerika. Im Mittleren Westen der USA machte damals ein Hersteller von sich reden, der neue Wege in der Schaltungstechnik ging und mechanische ZF-Filter einsetzte. Andere folgten mit innovativen Ideen und prägten damit die Zeit der röhrenbestückten Amateurfunkempfänger bis in die 1960er Jahre.

Das auf den Collins 75A-3 folgende Modell 75A-4 (Bild 5) hatte einen sogenannten *Produkt-detektor*, also eine Mischstufe mit dem BFO als Oszillator, und war damit für SSB-Betrieb ausgerüstet. Der Collins 75S-1, das erste Modell der *S-Line*, produziert zwischen 1958 und 1962, war ein KW-Amateurfunkempfänger mit zehn Röhren und als Doppelsuperhet ausgeführt. Einige seiner technischen Daten sind in Tabelle 5 aufgeführt. Die darüber stehende Tabelle 4 bietet eine Vergleichsmöglichkeit mit dem 75A-1 aus dem Jahr 1946. Neben Collins gab es in den USA der Nachkriegsjahre eine ganze Anzahl weite-

hohe 1. ZF (typisch 2 MHz) für gute Spiegelfrequenzunterdrückung. Eine niedrige 2. ZF (50 kHz bis 100 kHz) ermöglicht gute Nachbarkanalselektion (mit LC-Kreisen!).

Der Haken beim Doppelsuper sind drei Oszillatoren, die fortwährend in Betrieb sind – zwei Mischeroszillatoren und der BFO für CW und SSB. Unerwünschte Mischprodukte sind das Ergebnis, Pfeifstellen („birdies“), fast unvermeidbar. Die Lösung wäre ein Einfachsuper mit hoher ZF, wobei dieses Filter steile Flanken aufweisen müsste, um die gewünschte Nachbarkanalselektion zu erreichen.“



Bild 5: Der Collins 75A-4 war mit dem eingebauten Produkt-detektor bereits gut für den SSB-Funkbetrieb gerüstet.

Foto: Wikipedia CC-BY-SA-2.0/ Scott Wilcoxson

rer erfolgreicher Empfängerproduzenten wie z. B. RME (siehe Bild 6), Hammarlund, National Radio oder Hallicrafters, die sich zumeist erprobter Schaltungen bedienen und somit kein Neuland betreten. Geradezu beispielhaft erscheint mir im Rückblick die fortlaufende öffentliche Diskussion über Schwachstellen bestehender Schaltungskonzepte. Die sprunghafte Zunahme neuer Sendelizenzen nach Kriegsende und erhöhte Sendeleistungen haben dazu beigetragen.

Byron Goodman, W1DX, schrieb dazu 1957 in der ARRL-Verbandszeitschrift *QST* den kritischen Artikel *What's wrong with our present receivers?* Darin schilderte er die Situation wie folgt: „In den besseren Geräten dieser Tage finden wir Doppel- und Dreifachüberlagerung. Dabei sorgt eine

Bild 6: Der KW-Amateurfunkempfänger RME 6900 wurde um 1960 gefertigt und war in jener Zeit ebenfalls ein Spitzengerät.

Werkfoto in einer Annonce [3]

Das Glück wollte es, dass der Hersteller Hycon Eastern just zu dieser Zeit mit geeigneten Quarzfiltern auf dem Markt erschien und nach Anwendern suchte. Dies führte zu einem neuen Schaltungskonzept und etablierte das mehrpolige ZF-Quarzfilter als neues Bauelement. Erstmals für 2,215 MHz dimensioniert, wurden später

Tabelle 4: Collins 75A-1

Frequenzbereiche [MHz]	3,2 ... 4,2; 6,8 ... 7,8; 14,0 ... 15,0; 20,8 ... 21,8; 26,0 ... 28,0; 28,0 ... 30,0
Schaltungstechnik	Doppel-Superhet
Sendarten	AM, CW
Bestückung	14 Röhren
1. ZF	1,5 ... 2,5 MHz
2. ZF	500 kHz
Weitere Merkmale	Quarzfilter, Bandbreiteneinstellung in fünf Stufen (4 kHz bis 200 Hz), BFO, S-Meter
Masse	42 kg
Produktionsjahre	1946 bis 1950
Listenpreis	375 US-\$

Tabelle 5: Collins 75S-1

Frequenzbereiche [MHz]	3,4 ... 3,6; 3,6 ... 3,8; 3,8 ... 4,0; 7,0 ... 7,2; 7,2 ... 7,4; 14,0 ... 14,2; 14,2 ... 14,4; 14,8 ... 15,0; 21,0 ... 21,2; 21,2 ... 21,4; 21,4 ... 21,6; 28,5 ... 28,7 sowie zwei zusätzliche 200-kHz-Segmente im 10-m-Band
Schaltungstechnik	Doppel-Superhet
Sendarten	AM, SSB, CW
Bestückung	10 Röhren
1. ZF	2,9 ... 3,1 MHz
2. ZF	455 kHz
Bandbreite	AM: $B = 4,5$ kHz, SSB: $B_{-6dB} = 2,1$ kHz, $B_{-60dB} = 4,2$ kHz, CW: $B_{-6dB} = 0,5$ kHz
Weitere Merkmale	mechanisches ZF-Filter, Preselektor, S-Meter
Masse	9,1 kg
Produktionsjahre	1958 bis 1962
Listenpreis	495 US-\$

die 9-MHz-Filter des deutschen Herstellers KVG weltweit bekannt.

Ein Tabu wurde gebrochen

Als 1957 ein kleiner Hersteller namens R.L. Drake Company den kompakten und vergleichsweise leichten Amateurbandemp-



fänger mit der Typenbezeichnung 1-A auf den Markt brachte, blieb die Neuerung fast unbemerkt. Das Gerät war schmal, ähnelte einem Schuhkarton und lud zum Einbau ins Auto ein. Außerdem war es speziell für SSB konstruiert, funktionierte vorzüglich und kostete nur 299 US-\$, war also relativ günstig zu haben.

Das Nachfolgemodell 2-B zum Preis von 269 US-\$ wog 6,6 kg und war immer noch zierlich, sah aber mit der großen Linear-skala mehr nach Radio aus und benutzte praktisch das gleiche Schaltungskonzept. Drehkondensatoren suchte man hier vergeblich.

Am Anfang hatte sicherlich die Aufgabe gestanden, einen stabilen und hochauflösenden VFO zu konstruieren, also eine „low-cost“-Version des versiegelten Collins-PTO mit ähnlichen Eigenschaften, ließ ich mir sagen. Nach demselben Prinzip – bei Drake nannte man dies zunächst *induktive Abstimmung* – entstand ein VFO, der kostengünstig zu fertigen war und konkurrenzfähige Eigenschaften zeigte. Erst mit 600 kHz, später dann mit ausgenutzten 500 kHz als Abstimmbereich, wurde eine erste Mischstufe in Gestalt eines Quarzkonverters mit nur fünf Oszillatorquarzen für alle Amateurfunkbänder möglich.

Ein *Crystal Lattice Filter* auf 5645 kHz als erstes ZF-Filter nach einer Mischstufe mit der Röhre 6HS6, gefolgt von der zweiten Mischstufe mit 5595 kHz Quarzfrequenz, ergab 50 kHz als zweite Zwischenfrequenz. Für diese niedrige Frequenz entwickelte Drake ein neues Bauelement, das *Tunable Passband Filter*. Dabei handelte es sich um ein Spulenaggregat aus vier induktiv abgestimmten 50-kHz-Schwingkreisen hoher Güte und synchron verstellbar auf un-

eingestellt. Dies geschah mit einem „Spulenfahrstuhl“, der die Ferritkerne synchron bewegt (Bild 8). Eine kleine, grob kalibrierte Skala, das S-Meter oder nur der Rauschpegel machten dies allerdings ganz einfach. Diese prinzipielle Neuerung wurde nicht nur allgemein akzeptiert, sondern alsbald auch von der Konkurrenz übernommen.

Mit dem Empfänger *Drake Model R-4A* (Bild 7), der 1965 auf den Markt kam, hatte sich die Kunst des Empfängerbaus um eine weitere Stufe verfeinert und dies mit zehn Röhren sowie einer Handvoll Transistoren und Dioden (Tabelle 6). Wie mir mein Freund Hans D. Sylten, WB4BMV, nach der Präsentation der neuen *Drake*-Geräte berichtete, „lagen überall Bauklötze“ – vom Staunen der Leute.

Nach Jahren der technischen Dominanz von *Collins* und *R.L. Drake* ging mit diesem Gerät noch einmal ein neuer Stern am Himmel der Röhrenempfänger auf.

■ Empfänger von Squires-Sanders

Squires-Sanders Inc. hieß der Newcomer von der US-Ostküste und kündigte sich in der ARRL-Verbandszeitschrift *QST* im Jahr 1963 an. Darin beschrieb William K. Squires, W2PUL, eine neuartige Empfänger-eingangsschaltung mit der Röhre RCA 7360, einer *beam deflection tube*.

Tabelle 6: Drake R-4A

Frequenzbereiche [MHz]	3,5 ... 4,0; 7,0 ... 7,5; 14,0 ... 14,5; 21,0 ... 21,5; 28,5 ... 29,0 sowie zehn zusätzliche quarzstabilisierte 500-kHz-Segmente
Frequenz-Treffsicherheit	1 kHz
Stabilität	≤ 100 Hz
Schaltungstechnik	Doppel-Superhet
Bestückung	12 Röhren und einige Dioden und Transistoren
Sendearten	AM, SSB, CW, RTTY
1. ZF	5,645 MHz
2. ZF	50 kHz
Bandbreite [kHz]	4,8; 2,4; 1,2; 0,4 (umschaltbar)
ZF-Unterdrückung	> 60 dB
Spiegelfrequenzunterdrückung	> 60 dB
Empfindlichkeit	≤ 0,5 μV @ SNR = 10 dB
Weitere Merkmale	Quarzfilter (1. ZF), Preselektor, S-Meter, AGC, Passband-Tuning, ZF-Notch-Filter
Masse	7,3 kg
Produktionsjahre	1965 bis 1967
Listenpreis	399 US-\$

artig. Mit einem Oszillatorpegel $U_{SS} = 10$ V an den Ablenkblechen wurde eine außerordentlich hohe Großsignalfestigkeit der Mischschaltung erreicht. Seinerzeit war dies das große Thema.

Exkurs: KW-Rundfunk

Der KW-Rundfunk bildete über Jahrzehnte das alleinige Medium für weltweite Kommunikation. Im „kalten Krieg“ betrieben beide Seiten lautstark Propaganda. Sendeanstalten wie *Radio Free Europe* in Griechenland strahlten mit vielen Megawatt HF-Leistung in Richtung Osten. *Radio*



Bild 7: Der Empfänger Drake R-4A kam 1965 auf den Markt und setzte neue technische Akzente.

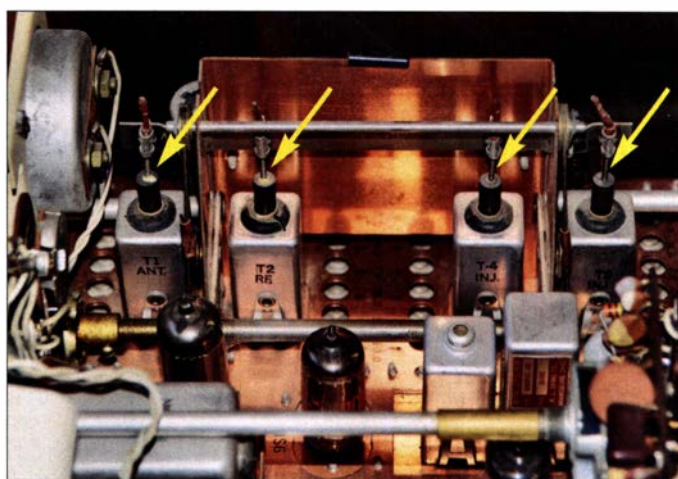
teres oder oberes Seitenband. Durch Umschaltung der Koppelkondensatoren ließen sich außerdem die Bandbreitenwerte 4,8 kHz, 2,4 kHz, 1,2 kHz und 0,4 kHz einstellen. Diese Ingenieursleistung wurde noch durch ein Kerbfilter (engl. *Notch Filter*) hoher Sperrtiefe ergänzt.

Es waren jeweils 500 kHz breite Segmente für alle Amateurfunkbänder vorgesehen sowie zusätzliche Quarzsockel für Extrabereiche zwischen 1,5 MHz und 30 MHz. Die Kalibrierung der Skala führte zu einer Treffsicherheit der Frequenzeinstellung von besser als 1 kHz (Tabelle 6).

Mit einem Extra-Skalenknopf namens *Pre-selector* brach Drake mit dem Prinzip der Einknopfabstimmung. Alle HF-Kreise wurden jetzt jeweils per Hand auf Maximum

Bild 8: Das geöffnete Gehäuse gibt den Blick auf den vierfachen „Spulenfahrstuhl“ des Drake R-4A frei. Fotos: HB9ANR (2)

Diese Miniaturröhre war ursprünglich als Bauelement zur SSB-Signalerzeugung entwickelt worden. Mit ihren zwei Anoden, zwei Ablenkblechen und einem Steuergitter ließ sich ein kompakter Quadraturmodulator mit vorzüglichen Eigenschaften aufbauen. Die Röhre in der Eingangsschaltung eines Empfängers als Quadraturmischer einzusetzen, war hingegen völlig neu-



Moskau hielt dagegen und „um die eigene Bevölkerung vor infamen Lügen und Anfechtungen des Monopolkapitalismus zu schützen“, so die östliche Presse, bedurfte es Batterien kräftiger Störsender. Beiderseits des „eisernen Vorhangs“ profitierte die Industrie im Großsenderbau von der günstigen Geschäftslage und kommerzielle Antennenbauer bestückten ganze

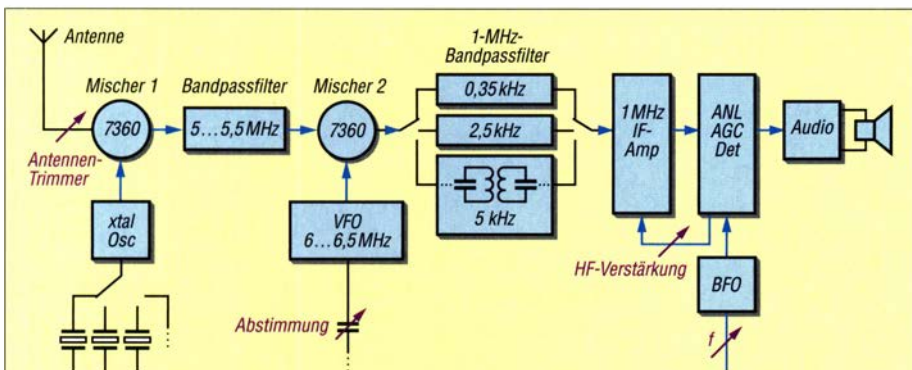


Bild 9: Blockschaltbild des Squires-Sanders-Empfängers SS-1R

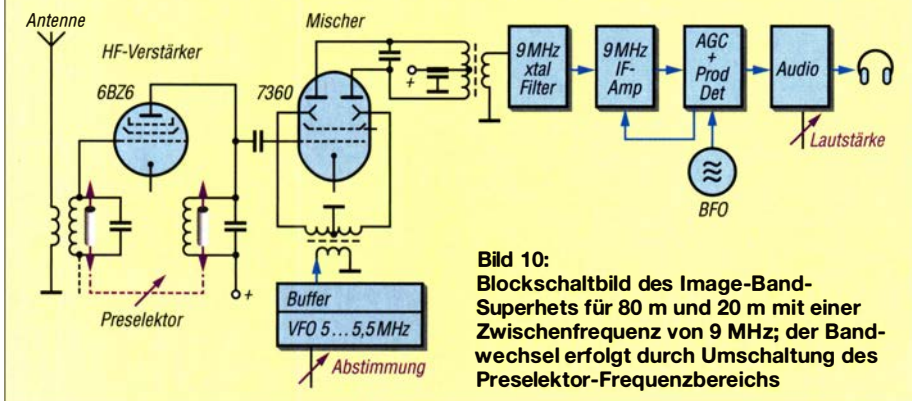


Bild 10: Blockschaltbild des Image-Band-Superhets für 80 m und 20 m mit einer Zwischenfrequenz von 9 MHz; der Bandwechsel erfolgt durch Umschaltung des Preselektor-Frequenzbereichs

Landstriche mit Richtantennen. Die HF-Leistungsdichte pro Frequenzabschnitt erhöhte sich sprunghaft und damit auch die Anforderungen an die Großsignalfestigkeit der Empfänger.

Für KW-Radiohörer waren das aufregende Zeiten, denn auch nationale KW-Dienste hatten aufgerüstet, um nicht gänzlich überhört zu werden. Mit Radiogeräten wie *Ocean Boy* oder *Globetrotter* und kurzer Teleskopantenne ließen sich Stationen aller Kontinente empfangen.

Neue Wege in der Schaltungstechnik

Zurück zum neuen Squires-Sanders-Empfänger *SS-1R*: Hier gab es zwischen Antenne und 7360-Mischstufe keine Vorstufe und somit keine zusätzliche Verstärkung, nur Filter und Anpassung; stellvertretend dafür steht der *Antennentrimmer* in Bild 9. Dies war etwas völlig Neues. Der induktiv abgestimmte VFO, der zwischen 6,0 MHz und 6,5 MHz arbeitete und zur Frequenzeinstellung diente, war hingegen bereits Stand der Technik. Nach der ersten Mischstufe mit Quarzen für alle Bänder kam ein Bandpassfilter 5,0 MHz bis 5,5 MHz zur zweiten 7360-Mischstufe mit VFO, gefolgt von Quarzfiltern unterschiedlicher Bandbreite auf $f_{ZF2} = 1$ MHz.

Viele kleine Besonderheiten, darunter die motorbetriebene Abstimmung, zeichneten diese eigenwillige Entwicklung aus. Untersuchungen im Rahmen erst später definierter Messverfahren, z. B. zum Zweitton-Dynamikbereich, dem Blocking-freien Dynamikbereich oder dem Interzeptpunkt haben

das hervorragende Großsignalverhalten des Amateurfunkempfängers *SS-1R* bestätigt. Er erreichte nur geringe Produktionsstückzahlen und ist daher heute eine Rarität unter Sammlern.

Image-Band-Superhet

Am Ende der kleinen Revue durch Jahrzehnte ständiger Fortschritte in der Schaltungstechnik unserer Empfänger soll hier einer Gerätekonstruktion gedacht werden, die ich als Zeitzeuge miterlebte. Bruno Binggeli, HB9FU, war jener bekannte DXer, auf dessen QSL-Karte bereits 1957 die Sendart *SSB* vermerkt war. Dies war zu einem Zeitpunkt, als *SSB* noch als exotische Modulationsart galt. Normal war damals die Amplitudenmodulation (*AM*) und zwar mit beiden Seitenbändern.

SSB-Aufbereitung nach der Filter- oder Phasen-Methode? Das war seinerzeit die Frage. Eigenschaften wie Stabilität und Wirtschaftlichkeit wurden diskutiert. Zu Brunos regelmäßigen QSO-Partnern auf dem 20-m-Band gehörte Ulrich Rohde, KA2WEU (DJ2LR). Ulrich sprach deutsch und sein Thema waren die Eigenschaften moderner Empfänger, so z. B. auch die Schwächen bei extrem hohen Signalspannungen am Eingang. Im Jahr 1963 hatte *Squires-Sanders* seinen *SS-1R* Amateurfunkempfänger auf den Markt gebracht und die Fachwelt damit beeindruckt. Die bereits erwähnte neuartige Architektur der Frontend-Schaltung sorgte für Gesprächsstoff, denn als Mischröhre hatte man die 7360 gewählt. *RCA* hatte diese Miniaturröhren als

Balanced Mixer/Modulator zur *SSB*-Aufbereitung entwickelt. Hier aber steckten sie als Mischröhren in einem Empfänger.

Wenn Bruno am Montagmorgen im Geschäft seinem Arbeitskollegen Hans, HB9PC, von den jüngsten DX-Kontakten berichtete, hörte dieser teils interessiert, teils amüsiert zu. Zur Gilde der „*Marconisti*“ gehörig, hielt er wenig vom Telefonie-„Geschwafel“, aber was Bruno da an Neuigkeiten ausbreitete, war in der Tat verblüffend und in *CW* kaum zu übermitteln gewesen. Er schaffte es, Hans für diese neue Schaltung von *Squires-Sanders* zu gewinnen (Bild 9), denn er hatte die Idee, ein kleines *SSB*-Mobilgerät zu bauen und für dieses Projekt war Hans unverzichtbar – als Chef der Laborwerkstatt gehörte *Feinmechanik* zu seinem Metier.

Brunos Schaltungs-idee (Bild 10) hatte folgende Eckpunkte: Es sollte ein Einfachsuperhet nach dem *Image-Band*-Prinzip und mit Beschränkung auf zwei Bänder entstehen. Die Mischstufe war mit der *RCA 7360* auszuführen und die ZF-Stufe einem *KVG*-Quarzfilter bei $f_{ZF} = 9$ MHz. Je ein Empfangsbereich läge dann ober- und unterhalb der ZF, daher der Name. Bei einem VFO-Abstimmbereich von 5,0 MHz bis 5,5 MHz resultierten daraus bei $f_E = f_{ZF} - f_{VFO}$ als erster Eingangsbereich 3,5 MHz bis 4,0 MHz (80-m-Band) und bei $f_E = f_{ZF} + f_{VFO}$ als zweiter Bereich 14,0 MHz bis 14,5 MHz (20-m-Band). Die HF-Vorstufe war mit der Röhre 6BZ6 für den Betrieb an einer Autoantenne auszustatten. Hinzukommen sollten ein umschaltbarer, induktiv abgestimmter Preselektor für 80 m/20 m, die VFO-Abstimmung mittels UKW-Drehkondensator, Keramikbauteile sowie verspannte Zahnräder. Die Eigenschaften des Gemeinschaftswerks sollen vorzüglich gewesen sein. Das Produktionsvolumen blieb jedoch bescheiden: ein Stück pro Person.

In *Solid State Design*, einer Publikation der ARRL von 1986, entdeckte ich später eine moderne Version des *Image-Band-Superhets* mit *Dualgate-MOSFETs*, *JFETs* und einem IC für die ZF-Verstärkung. Mit nur etwa einem Dutzend aktiver Bauteile lud diese Schaltung geradezu zum Nachbau ein. Unverändert war dabei das verwendete Quarzfilter *XF-9B* von *KVG*.

Ann. d. Red.: Einen Transceiver nach demselben Prinzip gab es 1977 auch als Bauanleitung in [4].

Literatur

- [3] N.N.: The new RME 6900. In: ARRL: The radio amateur's handbook. West Hartford, Conn., 1960, S.62
- [4] Hübl, H., DM2DDN: Ein *SSB*-Transceiver in Kompaktbauweise für 80 m und 20 m. *FUNK-AMATEUR* 26 (1977), H. 10, S. 469, S. 502–504, H. 11, S. 554–556, S. 571–572, H. 12, S. 605–607
- [5] Hemme, J. F.: Rote Röhren, grüne Spulen. Westkreuz-Verlag, 2. Auflage, Berlin/Bonn, 2007

Billiges Steckernetzteil als EMV-Störungsquelle

Dr. JOCHEN JIRMANN – DB1NV

Schaltnetzteile aus fernöstlicher Billigproduktion gehören nach wie vor zu den häufigsten Störungsquellen für den KW-Empfang. Nachstehend wird das Innenleben eines solchen Netzteils analysiert und mit einem Referenzgerät verglichen. Einige testweise vorgenommene nachträgliche Entstörmaßnahmen zeigt deren Möglichkeiten und Grenzen auf.

Einer meiner Funkfreunde im DARC-OV B28 ärgerte sich seit Jahren über einen Störpegel von mehr als S9 auf 80 m. Das mit 100 Hz ratternde Geräusch sprach für ein Schaltnetzteil als Ursache. Der Störer war eindeutig außerhalb des eigenen Hauses zu suchen und ständig in Betrieb.

Im Nachbar-OV Coburg, B19, gibt es geübte „Feindsenderjäger“, die schon vieles

licher Fertigung landete bei mir, kurz darauf erinnerte ich mich an ein Sony-Netzteil mit 5 V/2 A, also ähnlicher Leistung, ebenfalls *Made in China*, aber viel größer. Beide Geräte holte ich aus ihren zugeklebten Gehäusen (Bild 1).

Das LED-Netzteil störte kräftig, lieferte nur keine Spannung mehr, weil die Sekundärdiode defekt war. Ich habe sie durch einen

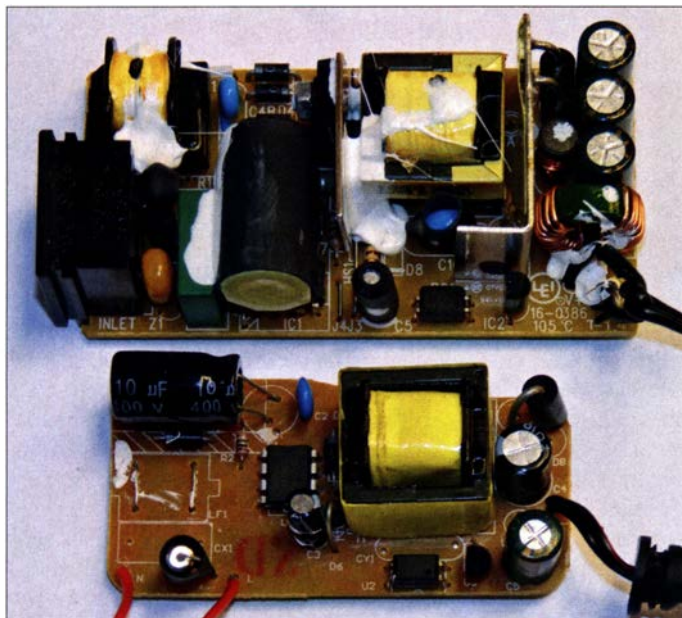


Bild 1: Schon auf den ersten Blick ist erkennbar, dass auf der Platine des als Störungsquelle identifizierten LED-Netzteils (unten) die zur Entstörung erforderlichen Bauteile fehlen. Im deutlichen Gegensatz dazu steht das zum Vergleich herangezogene Sony-Netzteil (oben).

Foto und Screenshots: DB1NV

„erlegt“ haben. Vom vergessenen, auf 144 MHz wild schwingenden Antennenverstärker auf einem Dachboden, nicht entstörten Frequenzumrichtern auf einem Bauernhof bis zu einem Klasse-D-Audioverstärker ohne Ausgangsfilter, der das 80-m-Band mit Popmusik versorgte, reicht das Spektrum. Thilo Sauer, DL9NBJ, nahm sich der Sache an und entdeckte das Steckernetzteil einer LED-Leuchte in einem etwa 90 m entfernten Haus, das über ein etwa 6 m langes Niederspannungskabel mit der Leuchte verbunden war – eine gute Drahtantenne. Der Hausbesitzer war sehr kooperativ. Er sagte, dass die Leuchte seit längerem nicht funktioniere. Das Störnetzteil wurde durch ein bei Herbert Köhler, DL8SAN, vorhandenes, ähnliches 12-V/2-A-Netzteil einer FritzBox ersetzt. Die Leuchte funktionierte wieder und die Störungen waren weg. Das Steckernetzteil 12 V/1 A aus fernöst-

ähnlichen Typ ersetzt. Bauteilebeschriftungen lassen für das Sony-Netzteil einen Herstellungszeitraum 2002 oder später, beim anderen nach 2013 vermuten.

■ Analyse des Innenaufbaus

Die optische Inspektion beider Leiterplatten lieferte bereits interessante Anhaltspunkte bezüglich des Aufwands, der bei der Produktion getrieben wurde und bezüglich der zu erwartenden Störungen.

LED-Steckernetzteil

Auffallend ist zunächst, dass die betreffende Leiterplatte (Bild 1, unten) deutlich kleiner ist als die des Sony-Netzteils, da etliche SMD-Bauteile auf der Unterseite sitzen. Die Oberseite ist aber auch deshalb ziemlich leer, weil in bewährter Manier alle teuren Bauteile, die zur Funktion entbehrlich schienen, offensichtlich weggelassen wurden.

Am Netzeingang sitzt die unvermeidliche Sicherung, denn „pyrotechnische Effekte“ im Falle eines Fehlers wollte der Hersteller dann wohl doch nicht riskieren. Darüber sehen wir einen unbestückten Platz für den X-Kondensator, ebenso einen Bestückungsplatz für eine stromkompensierte Drossel, der stattdessen zwei Drahtbrücken enthält. Die vier Netzgleichrichterioden verstecken sich unter dem 10- μ F-Ladeelektrolytkondensator, auf einen Entladewiderstand (R2, 1 M Ω) konnte man nicht verzichten, denn Gleichspannung an den Steckstiften nach dem Ziehen aus der Steckdose fällt halt auf. Der daneben sichtbare blaue Kondensator C2 ist kein Entstörkondensator, sondern dient der Spitzenspannungsbegrenzung an der Primärseite des Sperrwandlerttransformators.

Der Schaltnetzteil-IC unbekanntes Innenlebens mit integriertem Leistungstransistor wird nur über seine Anschlüsse 7 und 8 gekühlt. Unterhalb des Transformators sind der übliche Optokoppler und die Referenzdiode TL431 zu sehen – und ein leerer Bestückungsplatz für den Kondensator CY, der Primär- und Sekundärmasse verbindet. Leider handelt es sich nicht um ein funktions-, sondern „nur“ ein sicherheitsrelevantes und vor allem teures Bauteil, also ließ man es weg.

Zwischen den beiden Elektrolytkondensatoren rechts ist der Bestückungsplatz für eine Drossel zu erkennen, die die Restwelligkeit der Ausgangsspannung verringern sollte. Doch die LEDs leuchten auch so, also ersetzte man die Drossel durch eine Drahtbrücke. Obwohl die sekundäre Gleichrichterdiode rund 1 W umsetzt und das Plastikgehäuse des Netzteils wärmeisolierend wirkt, ist sie nicht weiter gekühlt. Immerhin liegt auf der Unterseite parallel zur Diode ein RC-Netzwerk, um die Schaltverluste aus der Diode heraus zu verlagern.

Wahrscheinlich war die mangelhafte Kühlung die Ursache für deren Ausfall. Ich habe schon USB-Netzteile gesehen, bei denen das ursprüngliche Typenschild 5 V/1 A mit einem zweiten überklebt worden war, das den Aufdruck 5 V/2 A trug.

Sony-Netzteil

Was bei diesem Netzteil sofort auffällt, ist der große Ladeelektrolytkondensator, ein 33- μ F-Modell in Langlebensdauer-Ausführung (Bild 1, oben). Aufgrund der größeren Masse ist er mit Schrumpfschlauch umhüllt und mit einem benachbarten Kondensator mithilfe der typischen weißen Vergussmasse verklebt.

Gleiches betrifft den Kühlkörper des Schalttransistors, eines MOSFETs 2SK2624. Hier handelt es sich um einen Avalanche-festen 3,5-A-Typ. Anscheinend hat man Stoß- und Vibrationsbelastungen beim mobilen Ein-

satz des Netzteils berücksichtigt. Die Kühlfläche und der reichlich dimensionierte Schalttransistor deuten darauf hin, dass man hier an einen Dauerbetrieb bei höheren Umgebungstemperaturen sowie eine lange Lebensdauer des Produktes gedacht hat. Auch die beiden parallelschalteten Sekundärwindungen haben eine Kühlfläche.

Nun wird es aus EMV-Sicht interessant: Am Netzeingang finden wir die übliche Einlötlösung, danach einen Varistor gegen Überspannungsimpulse auf dem Stromnetz, das kleine gelbe Objekt rechts neben der Netzbuchse, und daneben den grünen X-Kondensator mit 0,1 μF und allen international üblichen Prüfzeichen. Oberhalb befindet sich eine stromkompensierte Gleichtakt-drossel, wieder mit weißer Vergussmasse gegen Vibration gesichert.

Der kleine blaue Kondensator ist ein zweiter X-Kondensator mit 1 nF und allen üblichen Prüfzeichen. Seine Funktion ist mir nicht ganz klar, anscheinend verbessert er die Entstörung bei höheren Frequenzen. Unter dem Ladelektrolytkondensator im dunkelgrauen Schrupfschlauch sitzt der Steuer-IC von ON Semiconductor, rechts daneben folgen das Kühlblech des Power-MOSFETs und der Wandlertransformator. Der Power-MOSFET ist mit einem RCD-Netzwerk (Widerstand – Kondensator – Diode) beschaltet, um die Schaltverluste zu minimieren.

Unterhalb des Transformators versteckt sich in einem schwarzen Schrupfschlauch der Y-Kondensator zwischen Primär- und Sekundärseite. Warum ist dieser wichtig? An einem Ende der Primärwicklung liegt eine schaltfrequente Impulsspannung von bis zu 600 V, die über die Wicklungskapazität in die Sekundärwicklung und damit auf die potenzialgetrennte Seite gelangt.

Der Kondensator sorgt für einen hochfrequenten Potenzialausgleich zwischen Primär- und Sekundärseite. Da er eine Isolationsbarriere zur Netztrennung überbrückt, muss er eine erhöhte Durchschlagsfestigkeit haben. Weiter unten finden wir den Optokoppler zwischen Primär- und Sekundärseite und die Referenzdiode TL431.

Rechts neben dem Transformator sieht man das Kühlblech der beiden parallelgeschalteten Sekundärgleichrichter, zwei Ladekondensatoren, darunter eine Siebdrossel auf einem Tonnenkern, einen Siebelektrolytkondensator sowie eine stromkompensierte Ringkern-drossel, welche die 5-V-Ausgangsleitung für Störspannungen unpassierbar macht.

Insgesamt ist der Aufwand im Sony-Netzteil deutlich höher als bei dem billigen LED-Netzteil. Steht eine große Firma mit einer funktionierenden Qualitätssicherung und einem bekannten Namen dahinter, wird offenbar auch in China Qualität produziert.

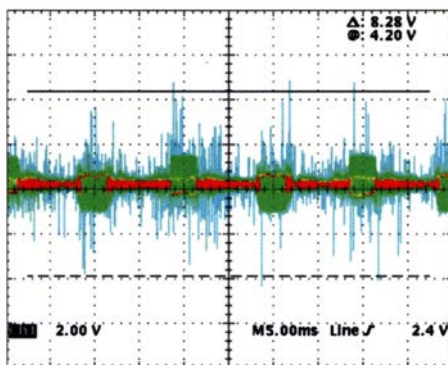


Bild 2: Störemission des LED-Netzteils im Zeitbereich (vertikal: 2 V/Teilstrich)

EMV-Messungen

Die Messungen erfolgten mit kurz angeschlossenen Lastwiderständen bei etwa zwei Drittel der Nennlast mithilfe der in [1] beschriebenen Netznachbildung und mit integriertem Trenntransformator. Zur Anzeige diente ein Spektrumanalysator *FSEB30* von *Rohde & Schwarz*. Es wurden zwei Messungen vorgenommen, einmal mit erdfreier Sekundärseite, das andere Mal mit Sekundärseite an der Schutzleiterbuchse der Netznachbildung. Die zweite Messung ist wichtig, wenn das Netzteil Verbraucher speist, die ihrerseits mit einem Leitungsnetz verbunden sind.

USB-Billignetzteile sind übrigens bezüglich Störungen manchmal unauffällig, solange man nur mit einem kurzen Kabel sein Smartphone lädt. Speist man aber damit z. B. einen *Raspberry Pi*, der über ein Ethernet-Kabel mit einem Rechnernetz verbunden ist, wacht der „EMV-Teufel“ auf.

Wie bei früheren Messungen hatte ich den Analysator auf einen Messbereich von 10 kHz bis 10 MHz eingestellt, die Auflösungsbandbreite betrug 10 kHz (normgerecht wären 9 kHz), die Videobandbreite betrug 30 kHz und es war Spitzenwertdetektion gewählt.

Der *FSEB30* hat im Gegensatz zu älteren Spektrumanalysatoren neben dem Standard- zusätzlich einen Mittelwertdetektor sowie einen Spitzenwert- und einen Echtfektivwertdetektor. Der Störleistungsgrenzwert zwischen 500 kHz und 5 MHz liegt bei 56 $\text{dB}\mu\text{V}$ oder -51 dBm , ab 5 MHz bis 30 MHz beträgt er 60 $\text{dB}\mu\text{V}$ oder -47 dBm .

In der Ergänzung zum Beitrag auf www.funkamateur.de sind einige Grundlagen zum Thema EMV kurz zusammengefasst.

Messung der Störspannung

Zunächst wurde jedoch die Gesamtstörspannung mithilfe eines Oszilloskops *Tektronix TDS754* mit 500 MHz Bandbreite gemessen. Die Triggerung war auf Netzfrequenz gestellt und der digitale Nachleuchtmodus aktiviert, um kurze Störimpulse zu erkennen. In Bild 2 ist das Ergebnis der Messung am LED-Netzteil im Zeitbereich zu sehen. Man erkennt Störspitzen von mehr als $\pm 4 \text{ V}$ – dies ist mein persönlicher Rekord! Ferner sind die dicken Stör-

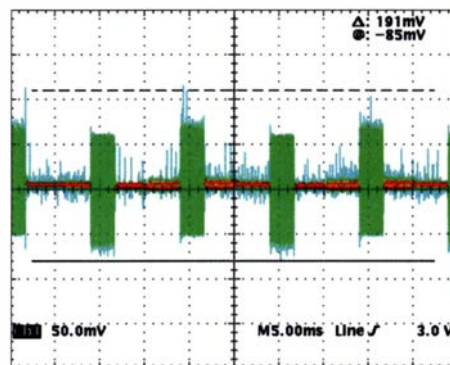


Bild 3: Störemission des Sony-Netzteils im Zeitbereich (vertikal: 50 mV/Teilstrich)

pakete im Abstand von 10 ms zu sehen. Sie entstehen immer dann, wenn die Netzgleichrichterdiode leitend sind.

Die gleiche Messung erfolgte am Sony-Netzteil (Bild 3). Hier war das Oszilloskop auf 50 mV/Teilstrich eingestellt. Einzelne Impulse von $\pm 100 \text{ mV}$ waren sichtbar und die Störpakete bei leitenden Netzgleichrichterdiode erreichten nur $\pm 50 \text{ mV}$ bis 70 mV . Dies sah sehr gut aus, denn hier ist der Bereich unter 150 kHz mit bewertet worden, der bei der EMV-Messung mit dem Messempfänger sonst entfällt.

Messung des Störspektrums

Mit dem Spektrumanalysator wurde anschließend zuerst das Spektrum des LED-Netzteils untersucht. Die blaue Kurve (Bild 4) mit erdfreier Sekundärseite und kurz angeschlossenem Lastwiderstand ergab ein eindeutiges Urteil: Durchgefallen, wie andere billige China-Netzteile ohne Entstörmaßnahmen. Bei 1 MHz betrug der Störpegel etwa -22 dBm und bei 5 MHz erreichte er nur -35 dBm anstatt -51 dBm . Richtig schlimm kam es, wenn der Sekundärkreis mit der Messerde der Netznachbildung verbunden war, also ein Verbraucher nachgebildet wurde, der seinerseits eine Erdverbindung hat. Der Störpegel (violette Kurve) stieg oberhalb von 4 MHz kräftig an und blieb weit über den Grenzwerten.

Zum Vergleich: Beim Sony-Modell (Bild 5) musste ich, um überhaupt etwas zu se-

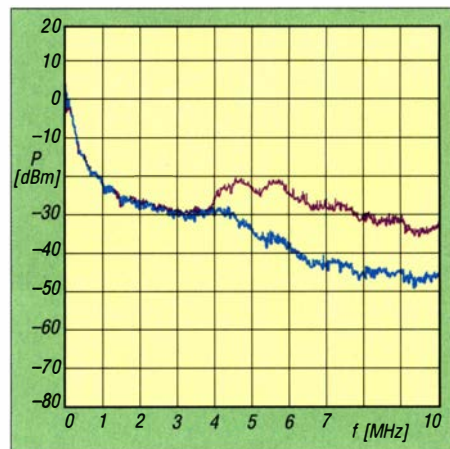


Bild 4: Störspektrum des LED-Netzteils im Frequenzbereich bis 10 MHz

hen, den Referenzpegel (oberste Rasterlinie) des Spektrumanalysators von +19 dBm auf -29 dBm verschieben, also um satte 50 dB verringern. Fazit: Alles in Ordnung, ob mit erdfreier oder geerdeter Sekundärseite, der Grenzwert von -51 dBm wurde ab etwa 200 kHz unterschritten, ab 500 kHz war das Sony-Netzteil um mindestens 10 dB besser als nötig. Interessanterweise schneidet das Sony-Netzteil bei geerdeter Sekundärseite (violette Kurve) sogar etwas besser ab. Im vorliegenden Störfall sind das bei 3,5 MHz fast 40 dB weniger Störpegel. Dies entspricht mehr als sechs S-Stufen!

Sicher waren das keine genormten Messungen mit einem EMV-Messempfänger

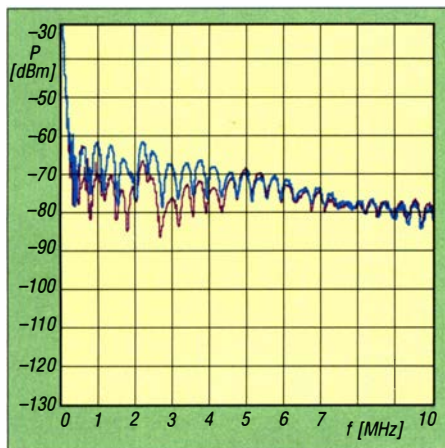


Bild 5: Das Störspektrum des Sony-Netzteils liegt zwischen 0,5 MHz und 10 MHz mindestens 10 dB unter dem gesetzlichen Grenzwert.

und exakter Störbewertung nach Quasi-Spitzenwert und mit 9 kHz Bandbreite, aber der Trend ist klar. Offensichtlich kann man auch in China praktisch störungsfreie Schaltnetzteile bauen, wenn ein namhafter Kunde klare Vorgaben macht. Das Ganze klappt aber eben nicht für einen Endverbraucherpreis von wenigen Euro.

■ Entstörversuche, neue Tests

Es stellte sich die Frage, was die am LED-Netzteil weggelassenen Entstörmittel in der vorliegenden Konstellation gebracht hätten. Also habe ich diese der Reihe nach ergänzt und die Spektren protokolliert (Bild 6). Der Schwerpunkt der Analyse lag bei 3,6 MHz, da mein Funkfreund hier die Störungen beobachtet hatte.

Bei den Messungen war wieder die Sekundärseite des Netzteils mit der Messerde der Netznachbildung verbunden. Die blaue Kurve stammt vom nicht entstörten Original.

Ergänzung 1

Ein X-Kondensator mit 0,22 μ F am vorgesehenen Einbauplatz (grüne Kurve) senkte bei 3,6 MHz den Störpegel um etwa 3 dB bis 4 dB ab, ab etwa 5 MHz war die Wirkung nur noch gering. Die Erklärung liegt

in der Eigenresonanz des 0,22- μ F-Kondensators, die nur etwa 3,3 MHz beträgt. Gut wirkte der X-Kondensator um 1 MHz herum, dort brachte er knapp 10 dB Störungsunterdrückung. Die geringe Absenkung deutet darauf hin, dass die Störquelle niederohmig ist. Dies ist nicht verwunderlich, denn wenn die Gleichrichterdiolen leitend sind, liegt der Ladeelektrolytkondensator mit seinem Serienwiderstand hochfrequenzmäßig parallel.

Ergänzung 2

Zusätzlich kam ein keramischer Y-Kondensator mit 1,5 nF am vorgesehenen Einbauplatz zwischen Primär- und Sekundärmasse zum Einsatz (violette Kurve). Er

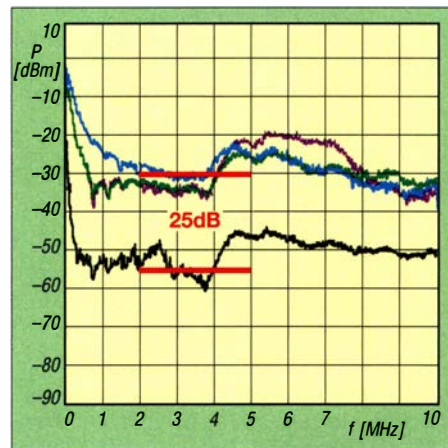


Bild 6: Die nachträgliche Entstörung brachte beim LED-Netzteil einen um 25 dB verringerten Störpegel im 80-m-Band.

brachte unterhalb von 4 MHz nichts und machte die Sache ab 5 MHz sogar schlechter. Auch dies ist erklärbar, denn die Störquelle ist die primäre Rechteckspannung am Trafo mit $U_{SS} \approx 600$ V, die über die Kapazität zwischen Primär- und Sekundärwicklung in Höhe von etwa 20 pF bis 30 pF eingekoppelt wird.

Mit einem Kondensator solch geringer Kapazität, die aus Gründen des sonst zu hohen 50-Hz-Ableitstroms nicht größer sein darf, ist somit „kein Blumentopf zu gewinnen“.

Ergänzung 3

Auf den Einbauplatz der stromkompensierten Drossel kam eine Ringkerndrossel mit einer Gleichtaktinduktivität in Höhe von 22 mH und einer Streuinduktivität von 150 μ H.

Wie die unterste, schwarze Kurve zeigt, ist nun der Störpegel im Bereich von 500 kHz bis 10 MHz um 20 dB bis 30 dB unter den Ausgangswert abgesenkt. Die wirksame Gleichtaktinduktivität von 22 mH unterstützt den Y-Kondensator und macht die Netzleitung für die Gleichtaktstörungen hochohmig.

Die Streuinduktivität der Drossel wirkt wie zwei Einzeldrosseln in der Netzleitung

und entfernt zusammen mit dem X-Kondensator das auftretende Gegentaktsignal mit der Schaltfrequenz und die entsprechenden Oberwellen, die sonst ins Stromnetz zurückgespeist würden. Der Grenzwert von -51 dBm wird ab etwa 4,2 MHz trotzdem nicht mehr eingehalten.

Unser Y-Kondensator hat die Entstörung bei *Ergänzung 2* sogar verschlechtert – ist er daher überflüssig? Bild 7 gibt die Antwort: Hier wurden X-Kondensator und stromkompensierte Drossel beibehalten, nur der Y-Kondensator war entfernt. Der Störpegel (schwarze Kurve) verbesserte sich durch die Drossel nur um 10 dB. Die blaue Kurve ist wieder der nicht entstörte Fall, die grüne Kurve stammt von der Wir-

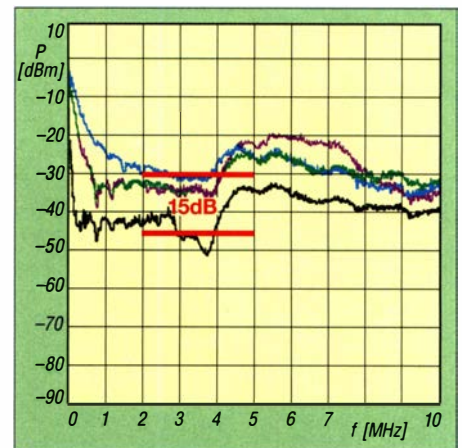


Bild 7: Liefße man nur den Y-Kondensator weg, würde sich der Störpegel im 80-m-Band wieder verzehnfachen (siehe Bild 6).

kung des X-Kondensators, die violette zusätzlich von der des X- und Y-Kondensators.

Ein interessanter Versuch war die Störmessung ohne Verbraucher, denn in diesem Fall gingen die Störemissionen nur um rund 10 dB zurück. Hier lag ein zweites Problem der LED-Leuchte – die verbraucherseitige Ein-/Aus-Schaltung. Das Zuleitungskabel mit seinen 6 m Länge ist als Drahtantenne immer angeschlossen. Kombiniert mit dem äußerst schlechten Netzteil bewirkt das Ganze, dass die Störungen immer da sind. Bessere Modelle gehen bei fehlender Stromentnahme in eine Art Aussetzmodus und prüfen alle paar Millisekunden, ob Strom gebraucht wird.

hans-joachim.jirmann@hs-coburg.de

Literatur

- [1] Jirmann, J., DB1NV: Vereinfachte Netznachbildung für elektrische Kleinverbraucher. FUNK-AMATEUR 67 (2018) H. 2, S. 132–136, H. 3, S. 240–244
- [2] Jirmann, J., DB1NV: Breitbandstörer Schaltnetzteil. In: DARC e. V., Distrikt Oberbayern (Hrsg.): Amateurfunktagung München 2016, Tagungsband
- [3] Schwab, A. J.; Kürner, W.: Elektromagnetische Verträglichkeit. 5. Aufl., Springer-Verlag, Berlin 2007

Pitcairn, VP6R: Meine erste DXpedition

MIKE CIZEK – W0VTT

Vom 18. 10. bis zum 1. 11. 2019 aktivierte ein internationales Team die im Südpazifik gelegene Insel Pitcairn, weltweit bekannt als Zufluchtsort der Meuterer der HMS Bounty. Von zwei exponiert gelegenen Standorten auf der Insel gelangen erstmals auch Funkverbindungen auf dem 60-m-Band sowie in EME. Für den erfahrenen DXer Mike, W0VTT, war dies die erste DXpedition, bei der er selbst dabei war. Hier erzählt er seine Geschichte des VP6R-Funkabenteuers.

Wohl die meisten DXer träumen davon, einmal selbst an einer großen DXpedition teilzunehmen. Mir ging es nicht anders, doch rechnete ich nicht damit, eine solche Chance zu bekommen. Für mich waren es bereits schöne Erlebnisse, die Hamvention in Dayton und andere Amateurfunkveranstaltungen zu besuchen. Dort konnte ich die „bekannten Jungs“ treffen, die regel-

die Einladung, äußerte jedoch Zweifel, ob ein solches Unternehmen vom „obersten Kontrollorgan“ genehmigt werden würde. Doch die Freude über die Einladung war nichts gegen die Überraschung über die Zustimmung meiner Frau: „Ich denke, dass Du zusagen solltest.“

Einige E-Mails und Telefonate später war es soweit: W0VTT gehörte zum VP6R-



VP6R-Team (v. l. n. r.): Arnold, N6HC; Allan, EA3HSO; Gregg, W6IZT; Hal, W8HC; Harumi, JR4OZR; Michael, K9NW; Hakan, SM5AQQ; Patrick, K0PC; Glenn, W0GJ; Craig, K9CT; Mike, W0VTT; Nodir, EY8MM

Fotos: EY8MM, W0VTT

mäßig zu den entlegenen Orten der Erde reisen und von dort funken. Ich war stolz, mittlerweile einige DXpeditionäre, die bereits aus den zehn meistgesuchten DXCC-Gebieten gefunkt hatten, persönlich zu kennen. Ganz besonders freute ich mich über die seltenen Gelegenheiten, wenn mich einer dieser Funkfreunde in einem großen Pile-up mit meinem Vornamen rief. Nach 30 Jahren DX-Jagd war ich also mit meiner Rolle innerhalb der Gemeinschaft zufrieden und hatte den Gedanken aufgegeben, einmal selbst von einem seltenen oder exotischen Ort zu funken.

■ Überraschende Gelegenheit

Es war deshalb eine große Überraschung für mich, als ich im September 2018 von Ralph Fedor, K0IR, per E-Mail eine Einladung in das VP6R-Team erhielt. Ralph erklärte, dass er eine DXpedition an einen „interessanten Ort“ unternehmen wolle. Das Team sollte einerseits aus erfahrenen DXpeditionären bestehen, andererseits aus Neulingen wie mir. Ich bedankte mich für

Team. Als ich erfuhr, wer sonst noch dabei sein würde, war ich tief beeindruckt. Diese von mir sehr respektierten DXpeditionäre hatten bereits aus zahlreichen seltenen DXCC-Gebieten rund um den Globus gefunkt. Und nun war ich, der Anfänger, plötzlich mit dabei. Die erfahrenen Mitglieder unserer Gruppe stammten hauptsächlich aus dem 3Y0Z-Bouvet-Team des Vorjahres, die nun von einem etwas freundlicheren Ort funken wollten. Nahezu jede



W0GJ, K0IR, W0VTT und K0PC (v. l. n. r.) beim Umladen des Containers



E-Mail von Ralph endete mit den Worten „lasst uns etwas Spaß haben“, und so war dies bald das Motto unserer DXpedition. Den Team-Reflektor, auf dem wir uns austauschten, nannten wir treffend „Insel ohne Eis“. Die Räder begannen sich zu drehen.

■ Vorbereitungen

Ich wusste, dass eine solche DXpedition ein hohes Maß an Vorbereitung erfordert, aber nun erhielt ich erstmals einen eigenen Einblick. Obwohl ich hinsichtlich der meisten anstehenden Aufgaben über nur geringe oder gar keine Erfahrungen verfügte, fand sich mit der Suche nach Sponsoren ein Bereich, zu dem ich etwas beitragen konnte. Mit etwas Anleitung durch Ralph nahm ich mich dieser Aufgabe an. Die German DX Foundation war unser wichtigster Unterstützer auf Klubebene, dafür bereits an dieser Stelle vielen Dank!

Die anderen Teammitglieder beteiligten sich an der Vorbereitung der DXpedition in Bereichen, in denen sie über entsprechende Erfahrungen verfügten. KOIR hielt Kontakt mit den Bewohnern von Pitcairn sowie mit Nigel Jolly von der RV Braveheart, die uns zur Insel bringen würde. Außerdem korrespondierte Ralph mit der für unsere Amateurfunkgenehmigung zuständigen Behörde in Neuseeland und behielt die Fortschritte des restlichen Teams im Blick.

Craig, K9CT, kümmerte sich um den Aufbau, die Vernetzung sowie das Testen der Funkgeräte, Endstufen und Computer. Zudem war er unser Schatzmeister und QSL-Manager. George, N4GRN, ist Eigentümer einer Baufirma und kennt sich mit dem weltweiten Versenden von Gütern sowie mit den erforderlichen Zollformalitäten aus. Er kümmerte sich deshalb um diesen Bereich und berechnete, dass die Ausrüstung spätestens Anfang Juni 2019 zusammengestellt, in einen Seecontainer verpackt und verschickt sein müsse, um rechtzeitig für die DXpedition im Oktober auf Pitcairn einzutreffen. Wir hatten also viel Arbeit vor uns, auch wenn zu diesem Zeitpunkt noch über ein Jahr bis zur Abreise vergehen wür-

de. Ich schrieb daher E-Mails an jeden DX-Klub, den ich finden konnte.

■ Umladen des Containers

Der Großteil unserer Ausrüstung stammte von der 3Y0Z-DXpedition und befand sich, noch verpackt in einem Container, auf dem Gelände von Craigs Unternehmen in Peoria, Illinois. Dort traf sich am Wochenende vor der Hamvention 2019 der Großteil des Teams, um den 40-Fuß-Container umzuladen. Unsere Aufgabe bestand darin, ein komplettes Bestandsverzeichnis zu erstellen und zu entscheiden, welchen Teil der Ausrüstung wir auf Pitcairn benötigen würden. Danach sollte alles sorgfältig in einen kleineren 20-Fuß-Container verladen werden. In einem weiteren Verzeichnis hielten wir fest, welcher Ausrüstungsgegenstand sich in welcher Kiste befand.

Zwei Tage später war alles erledigt. Wir versiegelten den Container, damit dieser einige Tage später die lange Reise nach Pitcairn antreten konnte. Um den Abschluss dieser Aufgabe gebührend zu feiern, saßen wir abends in gemütlicher Runde bei einem Bier zusammen. Ich bekam einen ersten Eindruck von der innerhalb der Gruppe herrschenden Kameradschaft: Wir würden Spaß haben.

■ Standort auf Pitcairn

Unsere Ausrüstung war auf dem Weg nach Pitcairn, doch hatten wir noch eine Menge weiterer Vorarbeit zu leisten. Ralph tüftelte an den Details unseres Aufenthalts auf der Insel und versuchte, die Genehmigung für den Funkbetrieb auf dem 60-m-Band zu bekommen. Dies wäre eine Premiere für Pitcairn. Zudem organisierte er eine großartige Unterkunft: Ein Inselbewohner war bereit, uns für einen angemessenen Betrag zu beherbergen und zu verköstigen. Eine Suche bei Google Maps nach Pitcairn und „Andy’s Pizzeria“ zeigt, wo wir unter-



K9CT, EA3HSO, W8HC, SM5AQD und N6HC (v. l. n. r.) beim Aufstellen der 6M8GJ-EME-Antenne

Hauptstandort von VP6R aus Richtung Westen



gebracht waren. Zu erkennen sind die freien Abstrahlwinkel in Richtung Nordosten nach Nordamerika und Europa sowie nach Nordnordwest für Japan. Diese Lage ist für eine DXpedition wirklich einmalig. Wir hatten zudem die Erlaubnis für Funkbetrieb von der alten kommerziellen Funkstation ZBP, die einen kurzen Fußweg von Andys Haus entfernt liegt. Wir konnten also von den beiden wohl am besten geeigneten Orten der Insel funken. Glenn, W0GJ, koordinierte in der Zwischenzeit die An- und Abreise sowie die Unterkünfte bei Zwischenstopps. Der Zeitpunkt unserer Abreise rückte näher.

■ Team und Anreise

Im Laufe des Jahres zwischen den ersten Planungen und der Abreise änderte sich die Zusammensetzung des Teams, wofür berufliche, familiäre und bedauerlicherweise auch medizinische Gründe ursächlich waren. Das „wahre Leben“ hat leider die unangenehme Eigenschaft, sich in unsere Amateurfunkpläne einzumischen. Der große Schock kam nur wenige Tage vor der Abreise, als uns Ralph, KOIR, mitteilte, er habe ein medizinisches Problem, das ihn an der Teilnahme hindere. Er bestimmte daher Glenn, W0GJ, zum neuen Teamleiter. Dieser nahm sofort die Zügel in die Hand und trieb uns weiter an. Die endgültige VP6R-Gruppe bestand aus Allan, EA3HSO, Nodir, EY8MM, Harumi, JR4OZR, Patrick, K0PC, Craig, K9CT, Michael, K9NW, George, N4GRN, Arnold, N6HC, Hakan, SM5AQD, Glenn, W0GJ, Gregg, W6IZT, Hal, W8HC, und mir, Mike, W0VTT. Wie erwähnt, war dies meine erste DXpedition und ich bin auch kein erfahrener

Weltreisender. Entsprechend war ich vor der Abreise sehr nervös, doch zum Glück hatte ich während jeder Etappe der Reise in den Pazifik eine Begleitung. Am Nachmittag des 12. 10. traf ich mich in Rochester, Minnesota, mit W0GJ und wir nahmen einen Zubringerbus zum dortigen Flughafen. Gemeinsam mit K0PC und K9CT flogen wir nach Los Angeles, wo wir den Großteil der restlichen Gruppe trafen und unseren Flug nach Tahiti antraten. Dort landeten wir am frühen Sonntagmorgen. In der Lobby des Flughafens-Motels begrüßten uns die beiden noch fehlenden Mitglie-

der des Teams, SM5AQD und JR4OZR. Da es von Tahiti nur einen wöchentlichen Flug auf die Gambier-Inseln gibt, wo wir an Bord der Braveheart gehen würden, hatten wir zum Ausgleich möglicher Flugverspätungen einen zusätzlichen Tag eingeplant. Diesen nutzten wir für einen Ausflug in die Stadt Papeete und verhielten uns wie ganz normale Touristen.

Für Montagmorgen hatte Glenn eine Versammlung des Teams einberufen, um Einzelheiten bezüglich der Ankunft auf Pitcairn sowie des Stationsaufbaus zu besprechen. Er wies darauf hin, dass dies sehr schnell erfolgen müsse, da wir am Donnerstagmorgen ankommen würden und für das Wochenende heftige Gewitter mit starken Regenschauern vorhergesagt waren. Am Dienstagmorgen verließen wir Tahiti und flogen nach Totegegie auf den Gambier-Inseln. Nach einem vierstündigen Flug landeten wir dort auf einem kleinen Flugplatz mit nur einem Flugsteig. Es folgte eine kurze Fahrt per Fähre auf die benachbarte Insel Mangareva, wo wir an Bord der Braveheart gehen sollten.

■ An Bord der Braveheart

Da lag sie also, die legendäre RV Braveheart! Das Schiff hatte in der südlichen Hemisphäre bereits viele Abenteuer hinter sich und war mir von etlichen DXpeditionberichten sowie Fotos bekannt. Aber nun bekam ich die Chance, mir selbst ein Bild zu machen.

Kapitän Matthew „Matt“ Jolly hieß uns an Bord willkommen. Viele Mitglieder des Teams kannte er bereits von früheren Reisen und die Begrüßung fiel entsprechend herzlich aus. Matt stellte uns die Mann-



Glenn, W0GJ (l.), und Harumi, JR4OZR, installieren eine 3-Element-Yagi-Antenne.



Blickrichtung Osten mit einer der 15-m-Yagis

schaft, seine Frau Rachel und seinen kleinen Sohn Finn vor. Nach einer kurzen Sicherheitseinweisung wurden uns nachmittags Sandwiches serviert, die wir uns gut schmecken ließen. Kurz danach liefen wir aus und waren unterwegs nach Pitcairn. Ich inspizierte das Schiff und ging dann auf eines der oberen Decks, um das Meer und die frische Brise zu genießen.

■ Erste Signale von VP6R

Wir erreichten Pitcairn wie geplant am frühen Donnerstagmorgen und warteten ungeduldig, dass uns die Einheimischen in ihren Langbooten zur Insel übersetzen würden. Alle an Bord waren aufgeregt und konnten es kaum erwarten, an Land zu kommen, um mit der Funkaktivität zu beginnen. Aufgrund des Einsatzplans der *Braveheart* war unsere Funkausrüstung bereits einen Monat zuvor auf Pitcairn eingetroffen und wartete seitdem dort auf uns.

Nach einem kurzen Willkommen am Dock der *Bounty*-Bucht fuhr man uns mit Quads zu Andys Haus auf den „Hügel der Schwierigkeit“. Dort begannen wir nach einem detaillierten Plan unverzüglich mit dem Aufbau der Stationen. Ich war erstaunt, wie schnell dies vor sich ging: Zum Abendessen standen bereits fünf Yagi-Antennen für jeweils 10 m, 12 m, 15 m, 17 m und 20 m, zwei Vertikal-Strahler für 30 m und 40 m, sowie vier miteinander vernetzte Funkstationen. Um 0200 UTC, es war 18 Uhr Lokalzeit, gelang Craig, K9CT, die erste Funkverbindung mit Joshua, N7XM, auf 30 m in CW. Die DXpedition VP6R war auf den Bändern aktiv!

Am folgenden Tag installierten wir auf dem Gelände der ehemaligen kommerziellen Kurzwellenstation ZBP unsere Antennen für die unteren Bänder. Hauptprojekt war das Aufstellen des 27 m hohen Vertikalstrahlers für 160 m, einen 20 m hohen Aluminiummast mit zusätzlichen 7 m langen Rohren und Drähten als Dachkapazität. Dies erforderte die Zusammenarbeit des gesamten Teams. Der Fuß des Mastes stand auf einer klappbaren Basisplatte und zum Aufrichten verwendeten wir einen 13 m langen Hilfsmast. Die größten Mitglieder der Gruppe kümmerten sich um die Seile zum Hochziehen. Der Rest hielt

die Abspannseile, um den Mast gerade auszurichten. W0GJ dirigierte alles und teilte uns mit, wann wir ziehen oder locker lassen mussten. Innerhalb weniger Minuten stand die Antenne.

Weiter errichteten wir Vertikalantennen für 30 m, 40 m und 80 m sowie eine zweite Yagi für 20 m. Die erste Nacht auf 160 m gelangen Nodir, EY8MM, über 700 Funkverbindungen. Als er kurz nach Sonnen-



JR4OZR (links), freute sich am Samstagmorgen über einen begehrten Doppel-Multi im CQWW-SSB-Contest.

aufgang zu Andys Haus zurückkam, ging er mit einem breiten Lächeln im Gesicht sofort zu Bett.

■ Beeindruckende Pile-ups

Einige erfahrene DXpeditionäre hatten mir prophezeit, dass ich nicht glauben würde, wie intensiv die Pile-ups aus der Perspektive einer DXpedition seien. Ich bin seit 30 Jahren DXer und habe daher bereits viele große Pile-ups erlebt, aber eben nicht auf der Seite einer DXpedition. Als Training übte ich vor der Reise in den Pazifik von zu Hause aus, indem ich bei großen Pile-ups anderer DXpeditionen zuhörte und versuchte, Rufzeichen herauszuhören. Da-

her dachte ich, dass ich für VP6R entsprechend gut vorbereitet war.

Was für ein Irrtum! Ich denke, dass ich ein recht guter CW-Operator bin, aber die Pile-ups am ersten Tag waren einfach zu viel für mich. Daher überließ ich vorerst den erfahreneren CW-OPs das Feld und widmete mich dem FT8-Betrieb. Nachdem sich nach einigen Tagen die Pile-ups etwas beruhigt hatten, machte ich meine Sache besser. Aufgrund dieser Erfahrung habe ich nun einen noch größeren Respekt vor den DXpeditionären, die selbst in sehr starken Pile-ups Rufzeichen schnell und kontinuierlich erkennen.

■ Wellenausbreitung

Nach der Eingewöhnung war der Funkbetrieb auf der „DX-Seite“ einfach großartig. Es machte mir großen Spaß, einen Rhythmus für beständigen Funkverkehr zu finden, Funkfreunde aus aller Welt zu erreichen und diese in den Pile-ups beim Namen zu nennen. Besonders faszinierend war es, die Ausbreitungsbedingungen in einem anderen Teil der Welt selbst zu erleben. Selbstredend standen uns Funkwettervorhersagen zur Verfügung und die meisten VP6R-Teilnehmer hatten bereits aus dem Südpazifik gefunkt. Aber dennoch kam es immer wieder zu Überraschungen.

Das 30-m-Band blieb nachts in alle Himmelsrichtungen offen. Oft war es möglich, innerhalb von fünf Minuten Stationen aus sämtlichen Kontinenten zu erreichen. Zudem hatten wir täglich einen über mehrere Stunden offenen Ausbreitungspfad auf 10 m und 12 m nach *CT*, *CN*, *D4*, *EA* und *EA8*. Manchmal waren diese Signale überraschend laut. Wir bemühten uns, jede Bandöffnung nach Europa so gut wie möglich zu nutzen. Die schwierigsten Ausbreitungspfade von Pitcairn waren Osteuropa und das südliche Afrika.

Die interessanteste Bandöffnung erlebte ich eines Morgens auf 12 m, als ich auf einem scheinbar leeren Band *CQ* rief. Gegen 1730 UTC, entsprechend 9.30 Uhr Lokalzeit, hörte ich das sehr schwache Signal einer Station aus Südschweden. Nach dem Kontakt rief eine weitere *SM2*-Station; die Öffnung erstreckte sich nach Finnland und ins südliche Schweden, aber nicht nach Nor-



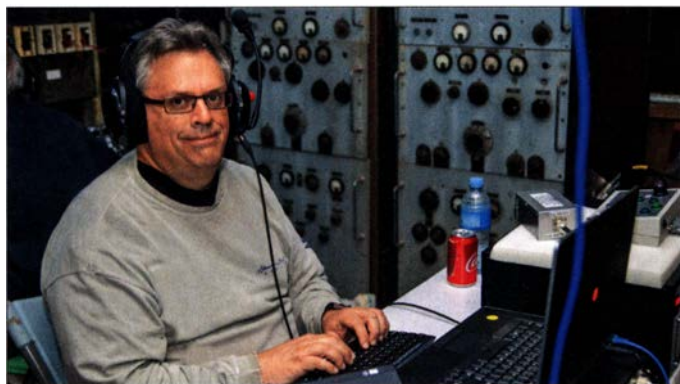
Lowband-Betrieb aus der ehemaligen Funkstation ZBP

wegen und Russland. Etwas später tauchten nordamerikanische Stationen auf, danach einige aus dem südlichen Europa. Es folgten immer mehr Anrufer aus den USA, bis gegen 1800 UTC die europäischen Stationen komplett verschwunden waren. Diese Ausbreitungswege waren in keiner unserer Vorhersagen enthalten gewesen.

Wie erwähnt, war für unser erstes Wochenende auf Pitcairn ein Gewitter angekündigt. Nun, es regnete vier ganze Tage, wobei der Regen von der Seite kam, mit Böen bis zu knapp 130 km/h. Zwar waren wir froh, dass die 160-m-Vertikalantenne den Sturm überstand, jedoch wurden zwei 20-m-Beams und ein Element der 15-m-Yagi beschädigt. Zum Glück waren nur einige Antennenrohre verbogen und wir hatten Ersatzteile dabei. Nach dem Sturm reparierten wir die Schäden und waren innerhalb kurzer Zeit wieder voll einsatzbereit.

■ CQWW-SSB-Contest

VP6R nahm in der Klasse Multi-Multi am SSB-Teil des CQWW-DX-Contests 2019 teil. Einige Stunden vor dessen Beginn schlossen wir die N1MM-Logs und standen bereit, pünktlich um 0000 UTC im Contest-Modus loszulegen. Da ich mehr CW-DXer als Contester bin, bat ich darum, während des SSB-Funkwettbewerbs CW-Betrieb auf 10 m machen zu dürfen.



Michael, K9NW, bekannt als „Mikey die Maschine“, mit der Funkanlage von ZBP im Hintergrund

Ich fand es interessant, die dortigen Ausbreitungsbedingungen während des Contest-Wochenendes zu beobachten.

Der Wettbewerb begann um 16 Uhr Lokalzeit und auf 10 m lief es für mich zunächst recht zäh. Nach nur drei Kontakten während der ersten Stunde öffnete sich das Band allmählich in Richtung Japan. Diese Öffnung hielt fast zwei Stunden an. Samstagmorgen war ich zeitig am Funkgerät und rief CQ, doch das Band öffnete sich erst um 1600 UTC, entsprechend 8 Uhr Lokalzeit, in Richtung Zone 33. Dann erlebte ich einen guten Start für mein „Worked All EA8“-Diplom; bis dahin wusste ich nicht, dass es auf den Kanaren derart viele Funkamateure gibt. Anschließend funkte ich den Rest des Tages, bis etwa 0000 UTC, mit Anrufern aus Nord- und

Südamerika. Dann verlagerte sich die Bandöffnung nach Japan und die Bedingungen wechselten so schnell, als hätte jemand einen Schalter umgelegt. Am Ende des Wochenendes standen 1050 Funkverbindungen in CW auf 10 m im VP6R-Log.

■ Unterstützung geben ...

Zu schnell verging die Zeit auf Pitcairn und wir mussten unsere Ausrüstung wieder für die Rückreise verpacken. Am 31. 10. bauten wir die Low-Band-Station auf dem Gelände von ZBP ab. Unsere letzte Funkverbindung im Log ist die mit unserer Pilotstation Jerry, WB9Z, am Freitag, dem 1. 11., um 1800 UTC auf 17 m in SSB. Danach folgte der Abbau der Antennen bei Andys Haus und bereits gegen Mittag war alles verpackt.

Vorsichtshalber hatten wir zusätzliche Zeit eingeplant, doch ging alles reibungslos vor sich. Also hatten wir nun Zeit, um uns Pitcairn näher anzusehen und etwas Gutes für die lokalen Funkamateure zu tun. Wir halfen Meralda, VP6MW, und Mike, VP6AZ, wieder auf den Bändern aktiv zu werden, indem wir ihnen insbesondere Antennenteile überließen und etwas technische Unterstützung gaben. Noch bevor wir Pitcairn verließen, war Meralda wieder aktiv und wir hoffen, dass Mike künftig diesem Beispiel folgt. Ich war besonders froh, dass

Bändern von 6 m bis 160 m gelangen unter VP6R über 82000 Funkverbindungen, darunter mehr als 2000 mit Stationen in Deutschland. Mit dem EU-Anteil von knapp 21 % waren wir sehr zufrieden, da der Ausbreitungspfad aus dem Südpazifik nach Europa äußerst schwierig ist. Die fast 900



Meralda, VP6MW, freute sich über Unterstützung durch das VP6R-Team

Funkkontakte auf 60 m sowie die 36 EME-Verbindungen auf 6 m waren ebenfalls ein schöner Erfolg; beides Premieren von VP6.

■ Fazit

Die Heimfahrt verlief ähnlich wie die Reise nach Pitcairn, jedoch mit einem ganz anderen Gefühl. Die Anreise war begleitet von Erwartung, Anspannung und Unsicherheit. Ich wusste wirklich nicht, was mich erwarten würde. Die Heimreise dagegen war erfüllt von einem Gefühl der Dankbarkeit, dass ich eine derart großartige Erfahrung machen durfte. Hinzu kam ein gewisses Bedauern, dass ich einen so schönen Ort auf der Erde wieder verlassen musste.

Gleichzeitig hatte ich das Bedürfnis, heimzukehren und mein „normales“ Leben wieder aufzunehmen. Für mich war die Teilnahme an dieser DXpedition das Abenteuer meines Lebens. Es war wundervoll, eine entfernte Region der Erde zu besuchen, neue Bekanntschaften zu machen, und den Funkbetrieb von der anderen Seite eines Pile-ups zu erleben. Der wertvollste Aspekt dieser Reise war für mich aber das Erlebnis der ausgezeichneten Kameradschaft innerhalb des Teams. Ein Teil dieser Gruppe sein zu dürfen, war für mich eine Ehre und ein Vergnügen, das ich niemals vergessen werde.

Zu Beginn dieses Abenteuers hatte Ralph, KOIR, das Motto ausgegeben: „Lasst uns etwas Spaß haben.“ Genau so kam es und selbstredend hoffen wir, dass die weltweite Gemeinschaft der DXer ebenfalls Spaß mit VP6R hatte.

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

■ ... und erhalten

Ohne die Unterstützung einer Vielzahl von Menschen hätten wir die DXpedition nicht durchführen können. An erster Stelle gilt unser Dank den Unternehmen, die uns mit Ausrüstung unterstützt haben. Weiterhin danken wir der German DX Foundation für die großzügige Spende. Daneben haben uns insgesamt weitere 38 DX-Klubs und hunderte DXer mit Spenden unterstützt. An dieser Stelle ein Dankeschön an alle Unterstützer im Namen des gesamten VP6R-Teams (s. <https://pitcairndx.com>). Kein Bericht einer DXpedition wäre vollständig ohne ein wenig Statistik: Auf den

Juma PA1000 aus Finnland – getestet und gemessen

MARTIN STEYER – DK7ZB; CHRISTIAN REIMESCH – DL2KCK

Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von MOSFET-PAs auf dem Markt. Fast alle besitzen LD-MOSFETs als Verstärkerelemente und arbeiten mit Schaltnetzteilen, die eine Betriebsspannung um die 50 V zur Verfügung stellen. Aus verschiedenen Gründen ist aber die Juma-PA besonders interessant, weil sie Alleinstellungsmerkmale aufweist, die andere Hersteller derzeit nicht bieten. Dies war uns Anlass, die Endstufe etwas näher zu betrachten.

Die Endstufe kommt aus Finnland und wurde von Juha Niinikoski, OH2NLT, und Matti Hohtola, OH7SV, entwickelt [1]. Sie kann direkt beim Hersteller OHKits bestellt werden und hat eine Garantie von zwei Jahren, die LD-MOSFETs haben ein Jahr. Hervorragend geeignet ist die Endstufe für DX-peditionen und Portabel- bzw. Reiseaktivitäten, s. a. [2]. Dank ihrer Abmessungen und der geringen Masse passt sie einschließlich eines kleinen Transceivers in einen Handgepäckkoffer für Flugreisen. Mit einem Elecraft KX3 bringt die ganze KW-Station mit bis zu 1 kW Sendeleistung lediglich 7 kg auf die Waage. Das 22-seitige Handbuch gibt es

seinerseits einen eigenen Ventilator und wiegt lediglich 0,8 kg (Bild 4). Um die Masse niedrig zu halten, ist der Kühlblock relativ klein ausgefallen. Dies bedingt aber im Gegenzug eine verstärkte Wärmeabfuhr durch einen leistungsfähigen Lüfter. Dieser ist temperaturgesteuert und kann bei voller Leistung verständlicherweise sehr laut werden. Ein leiserer Lüfter ist jedoch optional erhältlich. Andererseits schaltet er sich im Stand-by-Betrieb erfreulicherweise ganz ab.

■ Bedienung

Die Front mit den dort befindlichen Bedienelementen zeigt Bild 1. Die Bandwahl be-

Tabelle 1: Technische Daten der 1-kW-Linearendstufe für 160 m bis 6 m

Frequenzbereich	1,8 ... 54 MHz*
Ausgangsleistung	≤1000 W PEP*
Eingangsleistung	5 ... 25 W, einstellbar
Verstärkung	≤13 dB, einstellbar
Betriebsspannung	230 V, 115/230-V-Option
Ruhestrom	26 mA @ 230 V
Schutzschaltungen	SWV, Überstrom, Übertemperatur
Ein- und Ausgangsimpedanz	50 Ω, SO239-Buchsen, N oder BNC optional
weitere Anschlüsse	D-Sub 9-polig (RS232) 2 × 6,3-mm-Klinkenbuchse (PTT, COM1), 12-V-Buchse optional
Fernsteuerbarkeit	mit Juma-PA1000-Windows-Software
Banddatenformate	BCD, RS232, C-IV, Analogsignal
Anzeigen	LCD-Display, LEDs*
TRX-Anschlusskabel	optional
Lüfter	temperaturgeregt*
Masse	5,5 kg
Abmessungen (B × H × T)	260 mm × 135 mm × 300 mm

* siehe Text

Transceiver mit entsprechenden Steuerkabeln möglich ist. Wie diese zu konfektionieren sind, ist ausführlich im Handbuch dokumentiert. Neuerdings sind optional auch fertige Kabel bei [1] erhältlich. Im Display auf der linken Seite mit den zugehörigen Tasten gibt es diverse Einstellmöglichkeiten. Die Grundeinstellung zeigt das gewählte Band, die Verstärkung (G1 bis G8), das SWV der Antenne, die eingestellte Drainspannung (50 V oder 56 V), den Drainstrom und die LD-MOSFET-Tempe-

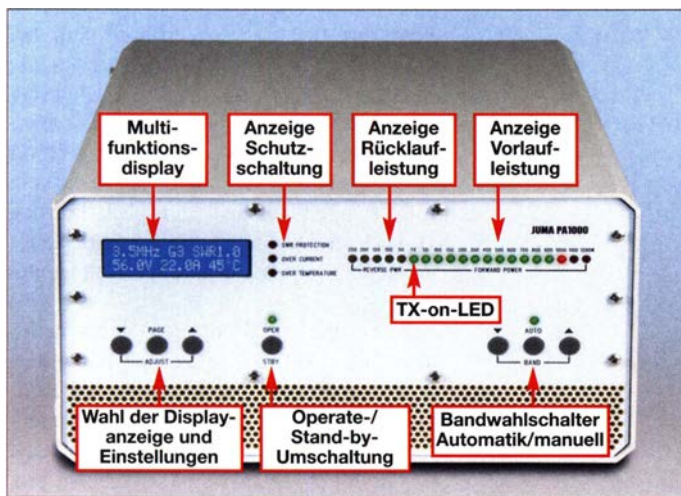


Bild 1: Frontseite mit Bedienelementen

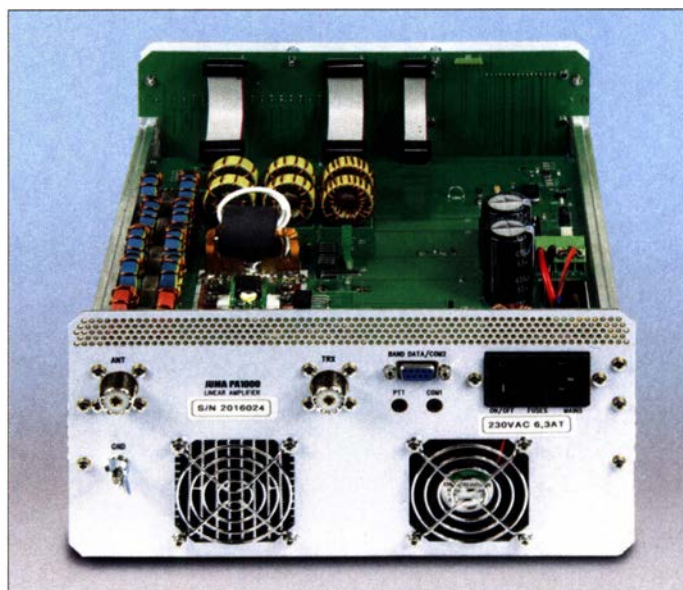


Bild 2: Blick auf die Rückseite der PA bei abgenommener Haube

gedruckt sowie frei als PDF-Datei [1] in englischer Sprache.

■ Aufbau der PA

Das zweiteilige Hartschalengehäuse aus Aluminium trägt wesentlich zur konkurrenzlos niedrigen Masse von 5,5 kg bei. Innen geht es recht aufgeräumt zu, wie Bild 3 erkennen lässt. Auf der Oberseite befindet sich die Platine mit der eigentlichen Verstärkerstufe mit einem LD-Doppel-MOSFET vom Typ BLF188XR und den Filterbänken zur Unterdrückung von Oberwellen. An der Unterseite befinden sich der Kühlkörper, ein Ventilator zur Kühlung und das Schaltnetzteil. Dieses enthält

trifft alle Amateurbänder zwischen 160 m und 6 m, ohne 60 m, und kann manuell durchgeführt werden. Dazu gibt es Up-Down-Taster an der rechten Seite der Frontplatte. Wirklich empfehlenswert im Interesse eines langen MOSFET-Lebens ist allerdings die automatische Bandumschaltung, die für so gut wie alle gängigen

ratur. Dazu gehört die Auswahl des entsprechenden Steuertransceivers für die automatische Bandumschaltung und für die Baudrate zur Übertragung der Daten. Am wichtigsten ist es, dass die Ansteuerleistung 25 W auf keinen Fall überschreiten darf. Empfehlenswert ist es, nur mit 5 W bis 10 W zu arbeiten. Die vorgesehene Steuer-

leistung ist ebenfalls einzugeben. Ferner existiert ein Eingangsabschwächer, der sich in acht Stufen bandspezifisch schalten lässt. Dies allerdings nur, wenn die Ansteuerleistung niedrig ist. Wählt man 25 W, so stehen lediglich vier Stufen zur Verfügung. Das Gerät speichert die jeweilige Einstellung für die Verstärkung bandweise ab.

Problematisch kann es werden, wenn manche Transceiver, deren Ausgangsleistung auf niedrige Werte begrenzt ist, bei der Sende-Empfangs-Umschaltung kurze Impulse (Spikes) mit höherer Leistung erzeugen. In der PA reagiert dann der Schutzmechanismus, aber verlassen sollte man sich darauf nicht. Er spricht auf zu hohes SWV, zu hohe Temperatur und Überstrom (Hardware) bzw. Überlast (Software) an. Eine rote LED zeigt dann ggf. die entsprechende Ursache. Zum Normalbetrieb gelangt man nach Bestätigung des Abschaltgrundes mit dem *OPER*-Knopf zurück.

Die Drainspannung ist in zwei Stufen umschaltbar. Mit 50 V lassen sich maximal 700 W Ausgangsleistung erzeugen, mit 56 V bis zu 1000 W PEP. Die PA ist nicht für Dauerleistung ausgelegt, bei AM, RTTY oder FT8 muss der Output unbedingt erheblich reduziert werden.

An der Rückseite befinden sich der Netzschalter und die SO239-Buchsen für HF-Eingang und -Ausgang. Eine neunpolige COM-Schnittstelle dient als Eingang für Banddaten bzw. -Spannung vom Transceiver; über diese sind ferner ein Firmware-Update sowie Fernsteuerung möglich.

Außerdem gibt es zwei dreipolige 3,5-mm-Klinkenbuchsen. Die eine ist für die PTT-Umschaltung zuständig, die andere für eine RS232-Schnittstelle bzw. für Banddaten via CI-V.

spannung von 12 V mit 2,5 A oder 5 A zu entnehmen. Damit lassen sich z. B. Transceiver wie der Elecraft KX3, der Yaesu FT-818ND oder der neue Icom IC-705 betreiben.

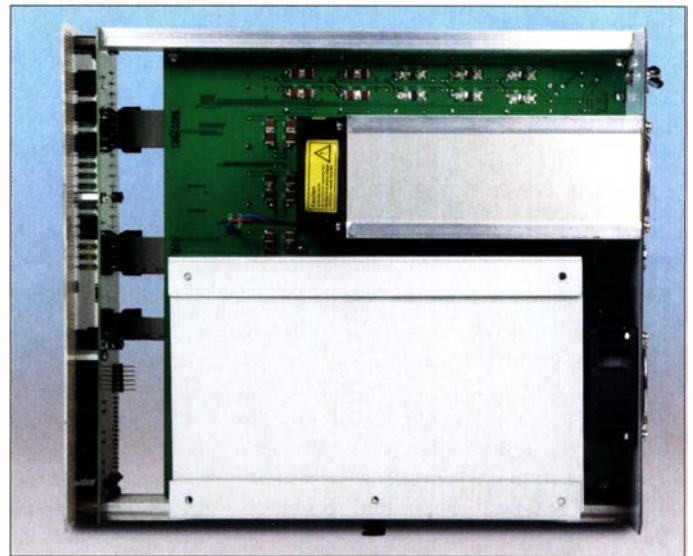


Bild 4:
Unterseite mit Schaltnetzteil, untere Haube abgenommen; es sind so gut wie keine einzelnen Drähte zu sehen.

Fotos: FA;
Screenshots: DL2KCK

Empfehlenswert ist ein Abblocken von HF-Einstreuungen auf den Steuerkabeln mit Hilfe von Klappferriten.

Wahlweise Zusatzoptionen

Gegen Aufpreis ist es möglich, die PA auch an 115-V-Netzen zu betreiben. Der Umschalter befindet sich dann an der Unterseite, im Normalfall ist die PA für 230 V vorgesehen. Zusätzlich gibt es die sehr nützliche Option, wahlweise eine Gleich-

Praxistest

Der Betrieb mit der PA wurde mit verschiedenen Transceivern durchgeführt. Gut geeignet ist die Kombination mit dem Elecraft KX3. 10 W Ansteuerleistung steuern die PA voll aus. Allerdings ist die mit LEDs ausgeführte Output-Anzeige mit der ab Werk eingestellten Einstellung sehr optimistisch, bei 700 W leuchtet schon die 1-kW-LED auf, geht man noch höher, so gelangt man schon in den roten Bereich. Dies erzeugt den psychologisch wohl nicht unerwünschten Effekt, die PA nicht bis an ihre Grenzen auszusteuern. Bei DK7ZB läuft sie in der Regel mit der niedrigeren Drainspannung und etwa 600 W Ausgangsleistung.

Der Rücklauf wird mit fünf gelben LEDs angezeigt. Da die Endstufe keinen eingebauten Antennenkoppler hat, muss die angeschlossene Last möglichst dicht an 50 Ω liegen. Unterhalb eines SWV $s \approx 1,7$ braucht man sich keine Gedanken zu machen, bis zu einem SWV $s \approx 2$ ist ein Arbeiten mit reduzierter Leistung möglich, darüber schaltet die PA bei Ansteuerungsspitzen per Schutzschaltung ab.

Eindringlich wird, wohl nicht ohne Grund, im englischsprachigen Manual auf vorsichtigen Umgang mit externen Antennenkopplern hingewiesen. Auf keinen Fall sollte ein solcher im laufenden Betrieb mit der PA nachgestimmt werden, erst recht nicht mit einer Rollspule als Abstimmeelement. Die dabei möglichen Kontaktsprünge kann u. U. auch die Schutzschaltung nicht abfangen. Ebenfalls Vorsicht geboten ist bei automatischen Antennenkopplern. Diese können bei kritischen Antennensituationen im Betrieb bei voller Leistung versuchen,

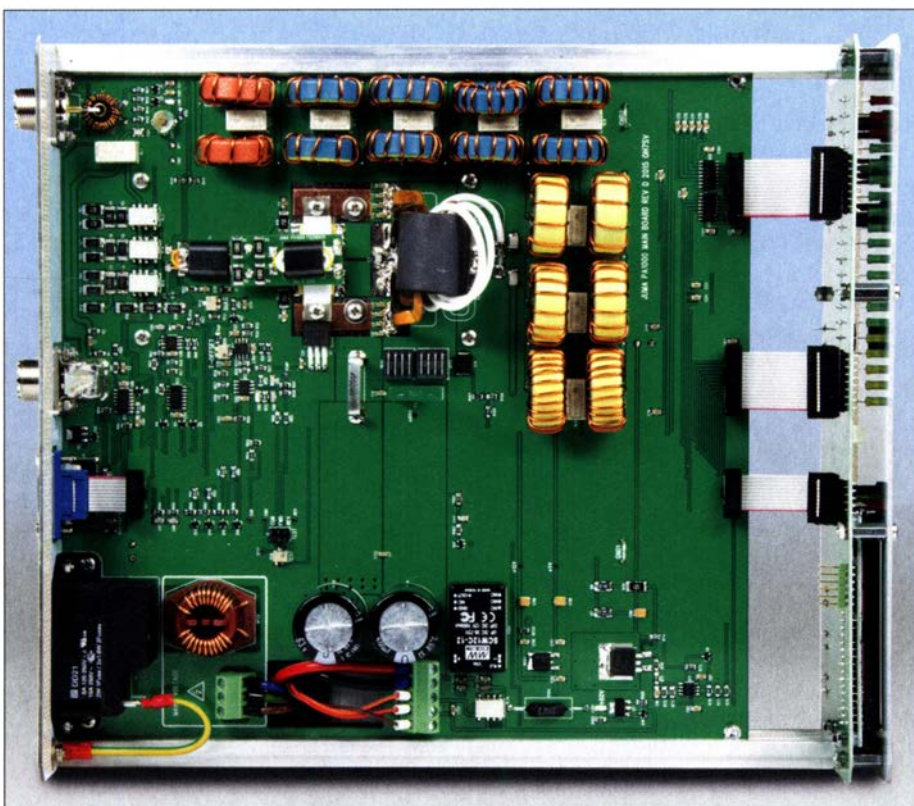


Bild 3: Oberseite der Platine mit PA-Transistoren und Filterbank

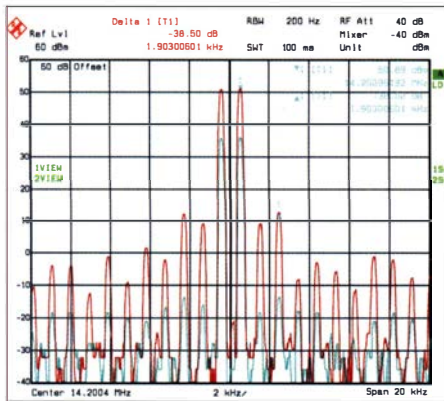


Bild 5: Intermodulation im 20-m-Band bei Aussteuerung auf 500 W PEP

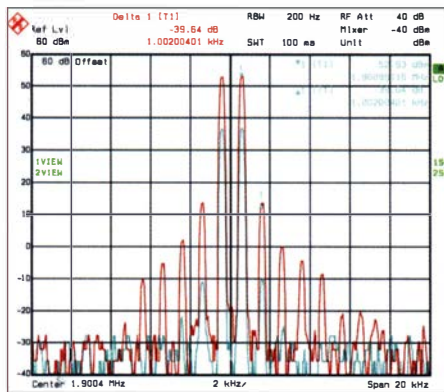


Bild 6: Intermodulation im 160-m-Band bei Aussteuerung auf 800 W PEP

einen Nachstimmvorgang durchzuführen. Eigentlich sollte man nur automatische Koppler verwenden, die es ermöglichen, nach dem Abstimmvorgang mit geringer Leistung die Funktion *Autotune* abzustellen. Diese Ratschläge gelten nicht nur für die Juma-PA, sondern für alle MOSFET-Endstufen!

Bei älteren Transceivern ohne Band-Data-Buchse, wie dem von uns ebenfalls getesteten Yaesu FT-847, ist äußerste Vorsicht geboten. Hier muss man selbst dafür Sorge tragen, stets manuell das richtige Band auszuwählen. Bei Bandwechsel am Transceiver unbedingt auch die Split-Taste im Auge behalten!

■ Messwerte

Eine Ausgangs-Sendeleistung von 1 kW wird nur an einer sauber angepassten Antenne mit einem SWV nahe $s = 1,0$ erreicht, ansonsten schaltet die Schutzschaltung in den Ansteuerungsspitzen, besonders aber im CW-Betrieb, recht schnell ab. Meist ist daher die Begrenzung auf 700 W sinnvoll, dann ist auch ein etwas höheres SWV zulässig.

Die Intermodulationsprodukte liegen in dem für MOSFET-PAs üblichen Rahmen, steigen aber mit höherer Frequenz etwas an. Bei einer Ausgangsleistung von 500 W PEP erreicht die Endstufe hervorragende Intermodulationsabstände im 20-m-Band.

Das IM-Produkt 5. Ordnung liegt bei $-38,5$ dBc bzw. $44,5$ dB unter PEP. Die Produkte 3. Ordnung liegen sogar noch 2 dB darunter (Bild 5).

Im 10-m-Band wird ein IM-Abstand -30 dBc bzw. -36 dB (PEP) bei einer Aussteuerung auf 300 W PEP erreicht (mehr Diagramme im FA-Download-Bereich). Das IM-Verhalten des Testgerätes auf 160 m bei 800 W PEP ist exzellent, die Produkte 3. Ordnung liegen bei knapp -40 dBc bzw. -46 dB unter PEP (Bild 6).

Bei den Nebenwellen für Aussendungen im 10-m-Band erreichte der Kandidat 60 dB Unterdrückung der Nebenaussendungen (Bild 7), die Richtlinie ETSI-EN 301 783 V2.1.1 fordert hier mindestens -50 dBc und die PA ist damit innerhalb der vom Gesetzgeber geforderten Grenzwerte.

Im 160-m-Band ist der Unterdrückung der Nebenaussendung mit -67 dBc vorbildlich (Bild 8), gefordert sind hier lediglich -50 dBc.

Im 6-m-Band, s. Tabelle 2, wird von o. g. Richtlinie eine Unterdrückung der Nebenaussendungen von mindestens 70 dB gefordert, hier ist die Juma PA1000 mit den gemessenen $-66,4$ dBc insgesamt 3,6 dB über dem Limit.

Fazit der Messungen: Das IM-Verhalten im 160-m-Band ist exzellent und über alle Bänder gesehen akzeptabel. Die Nebenaussendungen sind auf den Bändern 160 m bis 10 m innerhalb geltender Grenzwerte. Auf 6 m sind die Nebenaussendungen nicht mehr ganz konform mit ETSI-EN 301 783 V2.1.1 (2016-01). Der Hersteller verweist auf [1] unter *Additional information* → *Performance information* darauf, auf dem Band je nach nationalen Bestimmungen selbst für zusätzliche Oberwellenfilterung zu sorgen.

Für den Betrieb durch Funkamateure in Deutschland fordert die aktuell gültige Vfg. 33/2007 [3] auf 6 m lediglich 60 dB Nebenwellenunterdrückung.

■ Fazit

Wer zum Fieldday oder gar im Fluggepäck einer DXpedition Endstufen geschleppt hat, weiß die Juma-PA als Leichtgewicht zu schätzen. Sie ermöglicht auch den Ein-Personen-Einsatz innerhalb eines Flugge-

Tabelle 2: Gemessene Intermodulations- bzw. Nebenwellenabstände

f [MHz]	PEP [W]	stärkstes Produkt	Abstand [dBc]
1,900	800	IMA3	39,4
14,200	500	IMA5	38,5
28,200	300	IMA3	30,2
1,800	900	2 · f	67,9
28,450	500	3 · f	59,9
50,000	730	3 · f	66,4

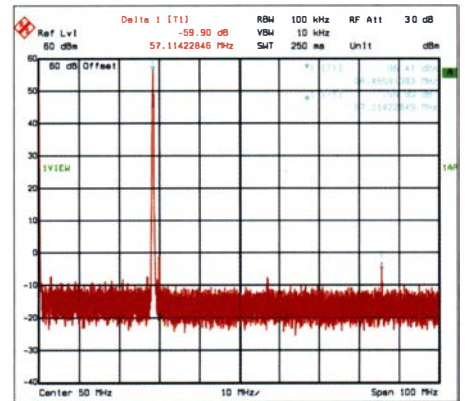


Bild 7: Nebenaussendungen im 10-m-Band bei Aussteuerung auf 500 W PEP

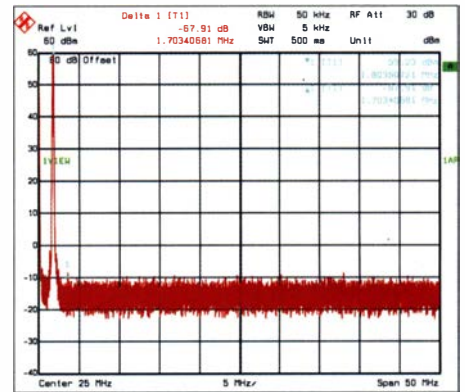


Bild 8: Nebenaussendungen im 160-m-Band bei Aussteuerung auf 900 W PEP

päcklimits, wenn man mit den Antennen geschickt plant.

Mit einem Inverter-Aggregat, 2,2 kW Leistung, ist problemlos die volle Sendeleistung zu erzielen, was auch einen Fieldday-Einsatz attraktiv macht. Es gibt ferner die Möglichkeit, die PA unter Windows im Remote-Einsatz zu betreiben, die werkseitige Website [1] enthält dazu nähere Informationen sowie freie Software.

Der aktuelle Preis liegt zur Zeit bei 2300 €, zuzüglich 24 % Umsatzsteuer bei Lieferung in EU-Länder, plus Versandkosten. Die zusätzliche 115-V-Option schlägt mit 100 € zu Buche, die 12-V-Optionen mit 90 € bzw. 130 €.

Für ausschließliche Nutzung im Shack gibt es preiswertere Linearendstufen zu kaufen, die zudem leiser sind. Für die genannten anderen Einsatzzwecke ist die Juma PA1000 aber eine konkurrenzlose Alternative.

Literatur

- [1] Niinikoski, J., OH2NLT; Hohtola M., OH7SV: Juma PA1000, 1000 W Linear Amplifier for HF + 6 m. www.jumaradio.com/juma-pa1000/; E-Mail: shop@jumaradio.com
- [2] Schwab, M., OE6MBG: Die Funkstation im Fluggepäck: Tipps für reisende Funkamateure. FUNK-AMATEUR 69 (2020) H. 7, S. 564–565
- [3] Bundesnetzagentur: Verfügung Nr. 33/2007, Amateurfunk: Richtwerte für unerwünschte Aussendungen gemäß § 6 Abs. 4 Satz 2 der Amateurfunkverordnung (AFuV). www.bnetza.de/amateurfunk → Verfügungen und Mitteilungen

Bakenstation DLONF, DFOANN, nun DBOANN, 50 Jahre in Betrieb

EUGEN BERBERICH – DL8ZX

Viele werden diese Bake schon auf einer oder mehrerer ihrer vielen Frequenzen gehört haben, doch wussten Sie, dass sie eine der dienstältesten deutschen Baken ist? Wir gratulieren zum 50-jährigen Bestehen!

Baken sind heute für den DX-Funkbetrieb oberhalb 30 MHz unerlässlich, auch unterhalb 30 MHz gibt es zahlreiche. Aktuelle Listen findet man auf den gut gepflegten Websites beaconspot.uk und mmonvhf.de (dort unter → Projects) sowie bei der IARU-R1: iaru-r1-c5-beacons.org

Aktuelle Frequenzen von DBOANN	
Band	Frequenz [MHz]
10 m	28,265
6 m	50,483
2 m	144,465
70 cm	432,465
23 cm	1296,965
13 cm	2320,965
9 cm	3456,965
3 cm	10368,965

blau: im Bau oder in Reparatur

Vor 50 Jahren war das anders, insbesondere im 70-cm-Band, das ja damals nur für DX-Betrieb genutzt wurde, sehnte man sich nach einer Möglichkeit, um Reichweiten und Ausbreitung zu testen. So nahm am 25.4.1970, zunächst unter dem Rufzeichen DLONF, eine der ersten deutschen Bakenstationen auf dem 603 m hohen Moritzberg bei Nürnberg, Locator JN59PL, den

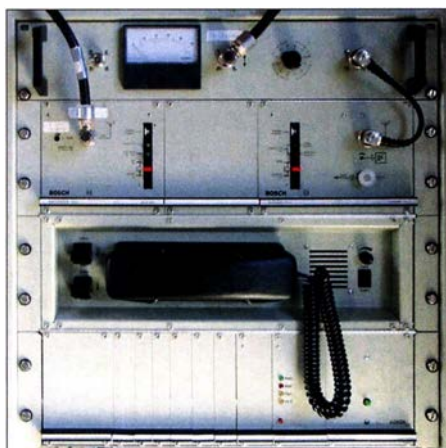


Bild 1: Dritte, inzwischen allerdings abgelöste Generation der Relaisfunkstelle auf 145,750 MHz, damals DFOANN

Betrieb auf. Erbaut wurde sie von Eugen Berberich, DL8ZX, und errichtet im selben Raum, den der Moritzberg-Wanderverein im Vereinsaussichtsturm den Funkamateuren bereits für die Relaisfunkstelle DLONF überlassen hatte. Letztere ging übrigens am 5. Juli 1969 auf 145,850 MHz

als erste europäische Relaisfunkstelle in Betrieb!

Das anfängliche Rufzeichen Bakenstation DLONF mussten wir in DFOANN ändern, da ein Klubstationsrufzeichen für eine Bake nicht zulässig war. Die Rufzeichen der einzelnen schrittweise hinzugekommenen Relaisfunkstellen wurden später aus Kostengründen ebenfalls unter DFOANN zusammengefasst; seit 3/2020: DBOANN. Zur 70-cm-Station auf 432,560 MHz kam 1977 die 10-m-Bake auf 28,993 MHz hinzu, die damals sogar mit anfangs nur 20 mW bei Überreichweiten in den Niederlanden gehört wurde. Durch Frequenzverfünffachung ergab sich die 2-m-Frequenz auf 144,965 MHz, die später in den neuen Bakenbereich auf 144,465 MHz wechseln musste.

1985 startete Eugen, DL8ZX, einen Neubau der Station in einem Schrankeinschub. Er ist in Bild 2 zu sehen. Bedauerlicherweise ist der geplante Ausbau gemäß Tabelle noch nicht fertig geworden, 10 GHz war eine Zeit lang QRV, der Umbau auf höhere Leistung steht bislang aus. Leider kommt es zu einer Abschattung der Antennen durch Bäume, die den 30 m ho-



Bild 2: Bakensender im 19-Zoll-Einschub, hier mit dem vorherigen Rufzeichen

hen Turm inzwischen überragen. Daher mussten wir die Baken auf 5,7 GHz und 24 GHz leider aufgeben; sie erwiesen sich als entbehrlich, da es genügend andere Baken auf diesen Frequenzen in Bayern gibt. 3,4 GHz ist leider erst mechanisch fertig. Die Oszillatoren sind mit stabilen Quarzen bestückt, die über langsame Schleifen an einen 6,400-MHz-OCXO angebunden sind. Die Tastung muss in A1A erfolgen – und zwar für alle Sender gleichzeitig. Die geforderte A1A-Tasttiefe ist bei den Gigahertz-Baken wegen des unvermeidlichen Übersprechens nicht leicht zu erreichen.

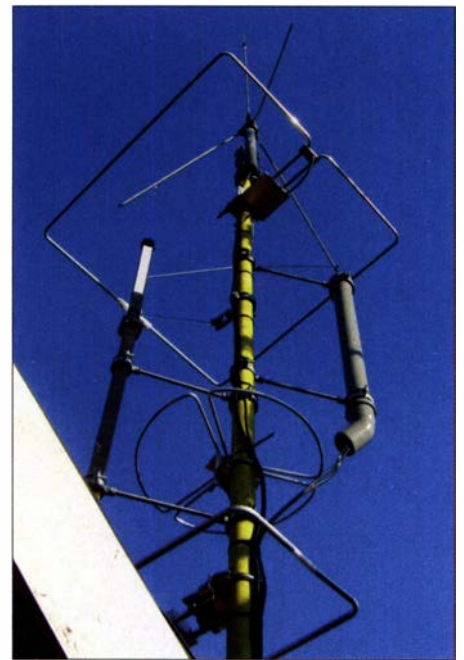


Bild 3: Bakenantennen von DBOANN – v. o. n. u. Triple-Leg-Vertikal für 10 m, Halo für 6 m, Big Wheel für 70 cm, Halo für 2 m; links Skelettschlitzstrahler für 3 cm, rechts im HT-Rohr Schlitzstrahler für 23 cm und 13 cm
Fotos: DL8ZX

Deshalb und wegen der identischen Endfrequenzen 965 kHz wird zur quatzgenau erzeugten Differenzfrequenz jeweils das 23-cm-Signal auf 1296,965 MHz dazugemischt.

Die Gigahertz-Stationen sind im Turmdach untergebracht, die Referenzfrequenz für die PLL wird ebenso wie die Stromversorgung zusammen mit den Antennenleitungen über einen Kabelschacht versorgt, der mechanisch dicht sein muss, um Verbisse durch Siebenschläfer zu vermeiden ...

Am 6.3.2006 wurde uns als erster Bakenstation in Deutschland die Aussendung auf 6 m genehmigt; zwei weitere deutsche Baken arbeiten auf derselben Frequenz, nämlich DB0DUB in Heinsberg-Karken, JO31AC, und DB0HGW in Greifswald, JO64QC. Die ursprüngliche Frequenz 50,083 MHz lag im CW-Band, was öfter auf Kritik stieß. Nach der Erweiterung des Bandes lautet die aktuell zugewiesene Frequenz 50,483 MHz.

Der neue Verantwortliche für sämtliche Baken und Relais unter DBOANN ist Thomas Pirkelmann, DL1THP – bitte Anfragen an ihn richten. www.db0ann.de

Literatur

- [1] Berberich, E., DL8ZX: 35 Jahre DFOANN. FUNKAMATEUR 54 (2005) H. 12, S. 1288
- [2] Berberich, E., DL8ZX: 20 Jahre DFOANN. CQDL 61 (1990) H. 11, S. 738
- [3] Kiel, T., DF9QM (Bearb.): Wie kam es zum FM- und Relaisfunk in DL? www.nefkom.net/pirkelmann/df0ann/fm-story.pdf
- [4] Berberich, E., DL8ZX: Schaltungstechnik der Bake DFOANN. CQ DL 69 (1998) H. 8, S. 611–613

SINAD-Messgerät für AM-, CW-, FM- und SSB-Empfänger (1)

THOMAS SCHILLER – DC7GB

Die Eigenschaften von Empfängern werden durch verschiedene Messwerte charakterisiert. Zu den wichtigsten gehört die Empfindlichkeit, mit der die HF-Eingangsspannung am 50-Ω-Eingang angegeben wird, um ein bestimmtes Signal-Rausch-Verhältnis am NF-Ausgang zu erreichen. Der Beitrag beschreibt den Aufbau und die Funktion eines Geräts, mit dem SINAD-Messungen an AM-, CW-, FM- und SSB-Empfängern möglich sind.

Einleitend zunächst ein kleiner Ausflug in die Theorie, der für das Verständnis des dann Folgenden nötig ist.

■ Signal-Rausch-Verhältnis

Die Messaufgabe besteht darin, dass man zur Auswertung das Signal S vom Rauschen N (von engl. *Noise* = Rauschen) trennen muss, um dann aus den Teilleistungen das Signal-Rausch-Verhältnis SN (SNR, engl.: *Signal to Noise Ratio*) berechnen und anzeigen zu können. Da das Rauschen eine

Als Signal S verwendet man einen auf die HF modulierten Sinuston von meist 1 kHz und kein beliebiges Signalspektrum. Der Testton kann nach der Demodulation z. B. mit einem Kerbfilter (Notch-Filter) schmalbandig vom Rauschen getrennt werden, Bild 2.

Im Analogen wird die Division über die Differenz der logarithmierten Teilsignale $\log(P_S)$ bzw. $\log(P_S + P_N)$ und $\log(P_N)$ gebildet. Das größte Problem dabei ist die thermische Empfindlichkeit, da die er-



Bild 1:
Ansicht des
SINAD-Messgeräts
Foto, Screenshot:
DC7GB

stochastische (bei Wiederholung nicht reproduzierbare) Struktur hat, kann man beliebige Signale S nicht ohne gegenseitige Beeinflussung vom Rauschen N trennen. In der digitalen Signalverarbeitung versucht man es dennoch, wenn wenigstens einige Parameter des Nutzsignals bekannt sind und daher zur Unterscheidung ausgenutzt werden können. Doch die nachträgliche Verbesserung des SN im NF-Signal ist nicht Thema dieses Beitrags. Für das SN gibt es zwei Definitionen, die von den beiden Signalleistungen abgeleitet werden:

$$SN_1 = \frac{P_S}{P_N}$$

und

$$SN_2 = \frac{P_S + P_N}{P_N} = SN_1 + 1$$

forderlichen gekrümmten Kennlinien von PN-Übergängen abgeleitet werden, die grundsätzlich selbst temperaturabhängig sind und daher kompensiert werden müssen.

Misst man die beiden Teilleistungen als Leerlaufspannungen am selben NF-Ausgang, so kürzt sich der Innenwiderstand der Messprobe heraus und es verbleiben quadratische Spannungsverhältnisse, die dann meist als logarithmisches Maß in Dezibel angegeben werden:

Tabelle 1: Parameter des SINAD-Messgeräts

Kontinuierliche Verarbeitung ohne Messpausen
Frequenzbereich bis 4 kHz mit wählbarer Bandbreite
Frequenzauflösung mindestens 100 Hz
NF-Eingangspegel 10 mV bis 3 V
Amplitudenauflösung mindestens 40 dB
Restfehler < 1 dB
Eingangswiderstand 1 MΩ für Oszilloskop-Messköpfe
Ausgang für 1-kHz-Messton mit $U_{SS} = 1\text{ V}$ bis $U_{SS} = 2\text{ V}$
Digitale und analoge Anzeige des SINAD-Werts
Grafische Anzeige des NF-Spektrums

$$SN_1 = 10 \log \frac{U_S^2}{U_N^2} = 20 \log \frac{U_S}{U_N}$$

bzw.

$$SN_2 = 10 \log \frac{(U_S + U_N)^2}{U_N^2} = 20 \log \frac{U_S + U_N}{U_N}$$

■ Welches SN ist sinnvoll?

Die beiden logarithmischen Verhältnisse SN_1 und SN_2 unterscheiden sich nur bei kleinen Werten. Bei den Leistungsverhältnissen gilt: $SN_2 = SN_1 + 1$, woran man schon erkennen kann, dass der Unterschied bei größeren Rauschabständen immer geringer wird. Bild 3 zeigt, dass er zwischen SN_1 und SN_2 ab etwa 20 dB kleiner als 1 dB ist. Bei $SN_1 = 0$ dB sind beide Anteile gleich groß ($U_S = U_N$), was für SN_2 eingesetzt den Wert $20 \log(2) = 6$ dB ergibt. Negative Werte kann SN_2 nicht erreichen, da im Zähler immer ein größerer Wert als im Nenner steht. Liest man also irgendwo etwas von einem negativen SN , so kann es sich nur um das klassische SN_1 in Dezibel (dB) handeln.

Die direkte Bestimmung von SN_1 ist messtechnisch aufwendiger, da hier gleich zwei Filter genau aufeinander abgestimmt sein müssen. Weil SN_1 sich aber von SN_2 nur um eine Konstante unterscheidet, ist die analoge Messung mit nur einem Notch-Filter schon aus Stabilitätsgründen vorzuziehen. Bei geringen Rauschabständen ist jedoch das Rauschsignal nur über Messzeiten im Sekundenbereich hinreichend genau zu bestimmen. Für Abgleichzwecke ist das eher hinderlich.

■ SINAD

Insbesondere bei schmalbandigen Empfängern für den Sprechfunk verwendet man ein drittes Verhältnis:

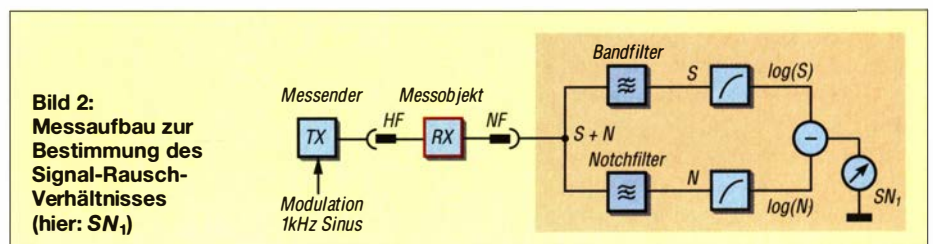


Bild 2:
Messaufbau zur
Bestimmung des
Signal-Rausch-
Verhältnisses
(hier: SN_1)

$$SN_3 = 20 \log \frac{U_S + U_N + U_D}{U_N + U_D}$$

Darin stellt die zusätzliche Komponente U_D den Anteil der durch die Übertragung hinzugekommenen NF-Verzerrungen (engl. *Distortion*) des Nutzsignals dar. Das sind im Wesentlichen Harmonische der Testfrequenz, die durch nichtlineare Demodulatoren und die NF-Vorverarbeitung erzeugt werden und natürlich die Verständlichkeit herabsetzen. Diesem Verhältnis hat man den Namen *SINAD* (engl. *Signal to Noise And Distortion ratio*) gegeben.

SINAD hat den gleichen Verlauf wie SN_2 (siehe Bild 3), da man die Verzerrungen auch als zusätzlichen Rauschanteil betrachten kann. Bei der Messung mit kleinen HF-Signalen ist der harmonische Verzerrungsanteil U_D selbst bei ungünstig aufgebauten Empfängern kleiner als der dann auftretende Rauschanteil U_N und in der Regel auch nur schmalbandig. Erst bei steigender HF-Eingangsspannung macht sich die dann durch U_D auftretende Begrenzung des *SINAD*-Wertes deutlich gegen-

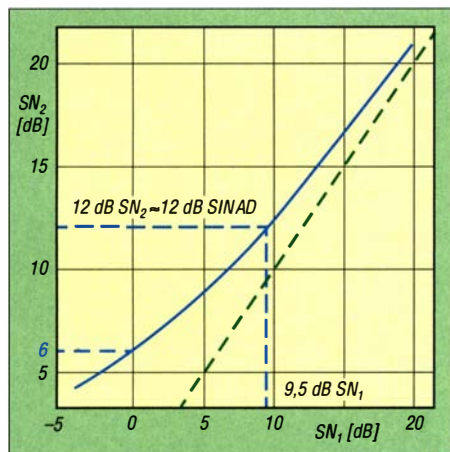
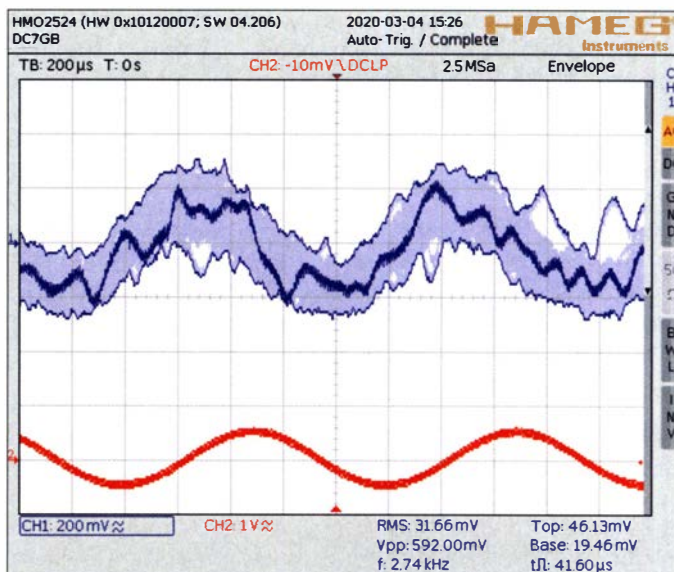


Bild 3: Umrechnung zwischen SN_1 und SN_2 bzw. *SINAD*; bei Werten über 20 dB ist der Unterschied zu vernachlässigen. Die grüne Hilfslinie kennzeichnet den Fall $SN_1 = SN_2$.

über SN_2 bemerkbar, wenn die Verzerrungen nur vom Testsignal allein herrühren. Zum Vergleich verschiedener Empfänger hat man sich auf einen *SINAD*-Wert von 12 dB geeinigt. Ein derartiges Empfangssignal hört sich insbesondere für Funkamateure nur mäßig verrauscht an (Bild 4) und scheint kaum etwas mit (Grenz-)Empfindlichkeit zu tun zu haben. Man hat das Gefühl, dass da noch etwas „Luft“ nach unten drin ist. Das ist für den Vergleich verschiedener Empfänger aber kein Nachteil, sondern lediglich ein Referenzpunkt zur einfachen und schnellen Durchführung der Messung.

Es ist leicht einzusehen, dass ein Empfänger mit NF-Verzerrungen immer schlechter – hier messtechnisch unempfindlicher – sein muss als ein völlig linearer Empfänger. Die

Bild 4: Oben Hüllkurve des NF-Ausgangssignals eines Empfängers bei 12 dB *SINAD*; die hellblau dargestellte Schwingungsbreite verdeutlicht die Stärke des NF-Rauschens auf dem unten rot dargestellten Nutzsignal.



Bestimmung des *SINAD* ist in der Praxis die ehrlichere Methode zum Empfindlichkeitsvergleich, weil der gesamte NF-Signalweg dabei berücksichtigt wird. *SINAD*-Angaben findet man bei den meisten Herstellern nur für FM. Bei AM, CW und SSB ist meist $SN_2 = 10$ dB die Referenzmarke, aber, wie bereits genannt, durchaus mit einer 10-dB-*SINAD*-Messung identisch. SN_1 ist eher für theoretische oder spezielle Zwecke interessant.

■ **Messung über den Klirrfaktor?**

Gelegentlich findet man Hinweise, das *SINAD* mit Hilfe eines Klirrfaktor-Messgeräts und einer Umrechnungstabelle zu bestimmen. Vergleicht man die Definition des SN_2 mit der des Klirrfaktors,

$$k = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}$$

so erkennt man zwar eine gewisse inverse Ähnlichkeit (siehe Definition von SN_2), wenn man den Nenner als $(U_S^2 + U_N^2)$ und den Zähler als U_N^2 betrachtet. Doch sind das beim Klirrfaktor schmalbandig zu messende Amplituden der ganzzahligen Harmonischen ($U_2, U_3, U_4 \dots$) der Grundschwingung U_1 und keine breitbandigen Anteile!

Ein echtes Klirrfaktor-Messgerät ist relativ aufwendig und erfordert im Analogen ein sogenanntes Kammfilter – ein Filter mit periodischem Sperr- oder Durchlassbereich für die Harmonischen – oder eine spektrale digitale Analyse. Alle Anteile dazwischen dürfen bei einer harmonischen Klirrfaktormessung keinen Einfluss haben, sind aber beim *SN* gerade sehr entscheidend!

Nur einfache, breitbandige Klirrfaktor-Messbrücken mit Notch-Filter lassen sich daher nach einer individuellen Kalibrierung auch als *SINAD*-Messgerät verwenden.

den. Allerdings sind die Anzeigen dieser Geräte selten hinreichend stark bedämpft, weil Klirrfaktormessungen an sich nie mit verrauschten Signalen vorgenommen werden. Ein reproduzierbares Ablesen der Anzeige bei *SINAD*-Messungen dürfte wegen der statistischen Schwankungen des Rauschens daher sehr schwierig sein.

■ **Messprinzip**

Ein modernes *SINAD*-Messgerät wird man heute kaum noch in analoger Technik aufbauen, weil der Einfluss der Temperatur auf den analogen Rechenvorgang nur schwer völlig zu kompensieren ist. Wesentlich angenehmer, wenn auch von der erforderlichen Signalverarbeitung nicht ganz trivial, ist dagegen eine digitale Verarbeitung.

Das *SINAD* lässt sich durch eine spektrale Analyse aus den summierten und quadrierten Amplituden aller dazu aufgenommenen NF-Einzelkanäle leicht berechnen. Dazu wird mit Hilfe eines Computers aus einer Reihe von zeitlich aufeinanderfolgenden Abtastproben des NF-Signals ein diskretes Frequenzspektrum berechnet. Diese Aufgabe übernimmt die sogenannte Fourier-Transformation [1].

Sie ist relativ aufwendig zu berechnen, weil viele Additionen und Multiplikationen mit komplexen Zahlen, die trigonometrische Sinusfunktion und das Ziehen der Quadratwurzel erforderlich sind. Zur Berechnung des *SINAD*-Wertes braucht man für eine Dezibel-Anzeige am Ende auch noch eine Logarithmusfunktion. All diese Operationen sind für 8-Bit-Prozessoren zeitlich nur ziemlich ineffektiv zu berechnen.

Wenn das alles mit einer Genauigkeit von besser als 0,5 % und so flink erfolgen soll, dass man mit dem angezeigten *SINAD*-Messwert auch Abgleicharbeiten machen kann, dann erfordert das einen hinreichend

schnellen Computer, den man bevorzugt in einer höheren Programmiersprache programmieren kann. Man muss sich dann nicht um die Implementierung der benötigten Rechenfunktionen kümmern, sondern nur um die korrekte Umsetzung des Algorithmus.

Interessant ist die Frage, ob das Problem nicht auch mit einem 8-Bit-Mikroprozessor in akzeptabler Zeit lösbar ist. Das ist der Ausgangspunkt für das hier beschriebene Projekt.

■ Anforderungen an ein SINAD-Messgerät

Das Pflichtenheft sollte für Sprachanwendungen im Amateurfunk die in Tabelle 1, S. 744, aufgeführten Punkte aufweisen. Für die digitale Verarbeitung benötigt man neben dem Mikrocontroller einen A/D- und D/A-Umsetzer mit ausreichender Bitbreite. 8-Bit-Umsetzer sind dafür bereits ausreichend, da sie im besten Fall bereits eine Dynamik von $20 \cdot \log(2^{\text{Bitbreite}})$ dB = 48 dB haben. In modernen Mikrocontrollern findet man aber auch 10-Bit- oder 12-Bit-Umsetzer mit höherer Dynamik.

Als nächster Punkt muss die Abtastrate des analogen Eingangssignals nach dem Abtasttheorem (siehe Kasten, [2]) mindestens dem Doppelten der höchsten zu verarbeitenden Frequenz entsprechen. Daraus ergibt sich mit der Vorgabe 4 kHz eine Abtastfrequenz von minimal 8 kHz.

■ Auswahl eines geeigneten Mikrocontrollers

Um herauszufinden, ob sich ein 8-Bit-Mikrocontroller verwenden lässt, muss man das Programm in Assemblersprache entwickeln, da man nur hier keine zeitlichen Kompromisse eingehen muss. Die besten Hochsprachen benötigen zwangsläufig mehr Maschinencode für interne Verwaltungszwecke (z. B. Überlauf-tests, Stack-Operationen und Parameterübergaben). Im Vergleich zur sehr systemnahen Programmiersprache C ist ein in optimalem Assembler-Code geschriebenes Programm um den Faktor 1,5 bis 2 schneller. Das kann hier schon ausschlaggebend sein.

In [3] wird für den *Nintendo Gameboy* ein Modul mit Software beschrieben, das ein Zweikanal-Oszilloskop mit NF-Spektrumanalysator realisiert. Damit können immerhin etwa drei Spektren pro Sekunde berechnet und angezeigt werden. Und das mit einem 8-Bit-Prozessor bei nur 8 MHz Taktfrequenz. Wie sich noch zeigen wird, ist das für einen kontinuierlichen Betrieb aber noch etwa um den Faktor 20 zu langsam. Mit einem modernen RISC-Schaltkreis (RISC, engl. *Reduced Instruction Set Computer*), also einem Rechner mit reduziertem aber geschwindigkeitsoptimiertem

Befehlssatz, ist mittlerweile ein deutlich höherer Durchsatz möglich.

Für eine kontinuierliche Anzeige muss die Berechnung bei den Vorgaben alle 16 ms erfolgen (Herleitung nachfolgend). Das ist für einen 8-Bit-Mikrocontroller eine sehr sportliche Vorgabe, die man nur mit dem höchsten Systemtakt, einem Hardware-Multiplizierwerk und tabellierten Winkelfunktionen erreichen kann. Bei Atmel benötigt man dann mindestens 8-Bit-AVR-Mikrocontroller aus der ATmega- oder besser noch der ATxmega-Serie, die mit 32 MHz Takt arbeiten können.

■ Fourier-Transformation

Das kritischste Programmmodul ist die Umrechnung der zeitlichen Abtastwerte in

eine Frequenzdarstellung mithilfe der sogenannten Fourier-Transformation. In [1] wird der Hintergrund dieser Operation sehr anschaulich und interaktiv online erklärt. Für den allgemeinen Fall einer beliebigen Anzahl von N aufeinander folgenden Abtastwerten des Eingangssignals wird diese Transformation als DFT (Diskrete Fourier-Transformation) bezeichnet. Sie benötigt zur Berechnung eine Anzahl von N^2 komplexe Additionen und Multiplikationen [4].

Entspricht die Anzahl N der Abtastwerte aber einer Zweierpotenz ($N = 2^n$ mit $n = 2, 3, 4 \dots$), so gibt es mit der FFT (engl. *Fast Fourier Transform*, Schnelle Fourier-Transformation) einen sehr effizienten Algorithmus. Sie benötigt zur Berechnung des Er-

Abtastvorgang

Man kann den Abtastvorgang als eine Verallgemeinerung des multiplikativen Mischens zweier Signale betrachten, wie sie auch in jedem Superhet- oder SDR-Empfänger zur Anwendung kommt. Bei einer Abtastung haben jedoch beide Mischkomponenten (grün: Eingangssignal, blau: Abtastsignal) ein Spektrum, sodass nicht nur eine Spiegelfrequenz, sondern unendlich viele periodisch wiederkehrende „Misch“-Spiegel (sogenannte Alias-Bereiche) vorhanden sind (rot in Bild 5 oben). Diese Frequenzbereiche erstrecken sich spiegelsymmetrisch um die unendlich vielen harmonischen Oberschwingungen der Abtastfrequenz (blau). Jedes Störsignal in den in Bild 5 rot markieren Alias-Bereichen wird durch den Abtastvorgang in das Grundspektrum (grün) rückgefaltet und kann dort nicht mehr von den Nutzsignalen unterschieden und getrennt werden. Ein Aliasing-Filter verhindert diese Faltung unerwünschter diskreter Linien zurück ins Eingangsspektrum. Ohne Aliasing-Filter würde ansonsten ein diskretes Signal mit 7 kHz, 9 kHz, 15 kHz, 17 kHz, 23 kHz ... usw. wie ein 1-kHz-Signal als Nutzfrequenz erscheinen.

Eine andere Betrachtung zeigt die Auswirkungen des gleichen Effekts bei zu breiten Eingangsspektren: Geht es über die halbe Abtastfrequenz hinaus (Bild 5 unten), so entsteht eine Überlappung mit dem rückgefalteten Alias-Spektrum in den schraffierten Bereichen, was sich ebenfalls in Mehrdeutigkeiten auswirkt. Ein Eingangsspektrum zwischen 4 kHz und 5 kHz erscheint dann obendrein in reverser (umgedrehter) Frequenzlage zwischen 3 kHz und 4 kHz im Nutzbereich.

Steile Aliasing-Filter kann man vermeiden, wenn man die Abtastfrequenz auf ein Vielfaches der an sich erforderlichen Abtastfrequenz erhöht (Bild 6). Dadurch entfallen Aliasing-Bereiche, die ganz dicht an der oberen Nutzfrequenz liegen und das erforderliche Aliasing-Filter kann im Sperrbereich einen flacheren Verlauf haben. Bei z. B. achtfachem Oversampling reichen einfache RC-Filter dafür oft schon völlig aus. Es fällt dann zwar eine entsprechend höhere Datenrate an, die man aber problemlos durch Auslassen überflüssiger Abtastwerte oder durch Interpolation dezimieren kann.

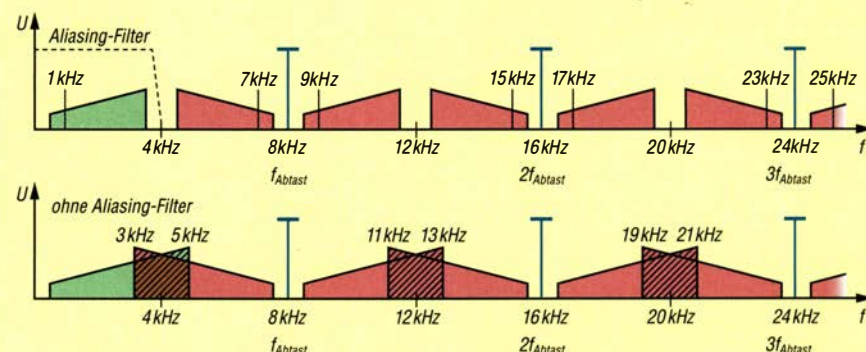


Bild 5: Oben: Nutzspektrum (grün) mit seinen um die Abtastlinien (blau) gefalteten Alias-Bereichen (rot) bei Einhaltung des Abtasttheorems; unten: überlappte Bereiche (schraffiert) bei Verletzung des Abtasttheorems

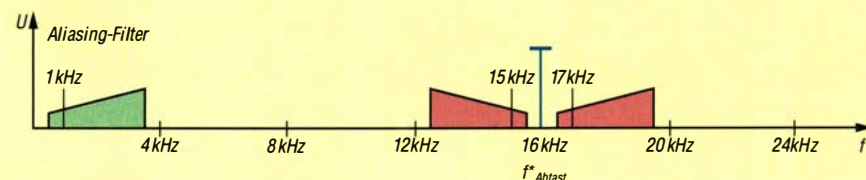


Bild 6: Wirkung von Überabtastung (Oversampling) bei doppelter Abtastrate. Das Aliasing-Filter kann einfacher ausfallen.

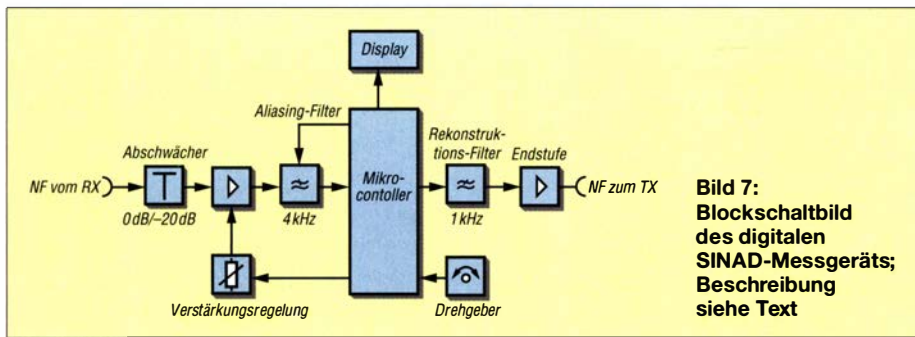


Bild 7:
Blockschaltbild
des digitalen
SINAD-Messgeräts;
Beschreibung
siehe Text

gebnisses nur noch $N \cdot n$ komplexe Additionen und Multiplikationen. Die FFT ist daher bei gleichen Eingangsdaten um den Faktor:

$$\frac{\text{op (DFT)}}{\text{op (FFT)}} = \frac{N^2}{N \cdot n} = \frac{N}{n}$$

schneller als die zugrunde liegende DFT. Bei der relativ kleinen Anzahl von $N = 128$ Abtastwerten ($n = 7$) ergibt sich damit bereits eine erhebliche Beschleunigung um den Faktor 18,3.

Die Zahl der für die Vorgabe tatsächlich benötigten Abtastwerte N lässt sich aus der geforderten Frequenzauflösung ableiten. Dazu muss man wissen, dass eine Fourier-Transformation aus N Datenpunkten zwei identische aber nur halb so große Frequenzbereiche berechnet. Teilt man nun die Auflösung von 4 kHz durch die geforderte Auflösung von 100 Hz, so erhält man minimal 40 zu berechnende Frequenzkanäle. Verwendet man die wesentlich effektivere FFT, so folgt $N/2 = 64$ als nächst höhere Zweierpotenz. Es werden dann also 64 Frequenzkanäle mit einer Bandbreite von 62,5 Hz berechnet. Die Anzahl der dafür erforderlichen Abtastwerte beträgt somit $N = 128$.

Diese 128 Datenpunkte müssen nach dem Abtasttheorem (Kasten S. 746, [2]) vom A/D-Umsetzer mit einer Rate von mindestens 8 kHz ($125 \mu\text{s}$ pro Wert) aufgenommen werden. Daraus resultiert eine Aufnahmezeitdauer von 16 ms für alle 128 Abtastwerte.

Da ein kontinuierlicher Betrieb gefordert ist, muss der Mikrocontroller während der Aufnahme des nächsten 128er-Datensatzes parallel dazu eine komplette FFT mit anschließender Berechnung des SINAD-Wertes des letzten 128er-Datensatzes durchführen können. Die Anzeige des Ergebnisses darf natürlich auch nicht vergessen werden.

■ Erstellung von FFT-Routinen in AVR-Assembler

Die Programmierung einer FFT ist eine anspruchsvolle Aufgabe, wenn sie aus Gründen der Leistungsfähigkeit in Assemblersprache erfolgen muss. Für den Programmierer am einfachsten wäre die Be-

rechnung mit Fließkommazahlen und entsprechenden Befehlen oder Unterprogrammen. Das dauert aber selbst mit dem für 8×8 Bit ausgelegten Hardware-Festkomma-Multiplizierer im ATxmega bei 32 MHz für eine Anzeige alle 16 ms noch zu lange, sodass man die gesamte FFT mit 16-Bit-Festkommazahlen durchführen muss. Darunter muss die Genauigkeit aber nicht unbedingt leiden, wenn man alle Zwischenergebnisse mit 32 Bit berechnet.

Eine frei verfügbare, reine Assembler-FFT für Atmels 8-Bit-Mikrocontroller ist im Netz nur nach einigem Suchen zu finden. Die verwendeten Routinen von [5] basieren auf Arbeiten von [6], sind dort in der ursprünglichen Form aber nicht mehr zu finden. Leider sind sie nur sehr spärlich dokumentiert und erfordern einiges an Zeit zur Einarbeitung. Sie enthalten aber tabelliert bereits alle erforderlichen Winkel- und Bewertungsfunktionswerte.

Mit diesen Routinen lässt sich nach einer Anpassung und dem Entfernen nicht benötigter Programmteile auf einem ATxmega bei 32 MHz eine 128-Punkte-FFT mit 12-Bit-Werten in nur 2,1 ms durchführen. Die danach noch erforderliche Berechnung von 64 Betragswerten, Skalierung und Umformung in einen Spannungspegel mit der Bezugsgröße 1 V (Einheit dBV) benötigt weitere 1,2 ms, da hierzu auch eine relativ unangenehme, weil nur iterativ bestimmbare Wurzelfunktion erforderlich ist. Durch Optimierung könnte man hier über den Umweg von Logarithmus-Tabellen sicher noch etwas Rechenzeit einsparen.

Das ist aber gar nicht nötig, denn zusammen mit der Vor- und Nachbereitung, der SINAD-Berechnung und grafischen Anzeige des Spektrums werden bei 32 MHz Systemtakt insgesamt nur 9,8 ms der verfügbaren 16 ms benötigt. Der Mikrocontroller ist somit nur zu knapp 62 % ausgelastet. Eine Realisierung ist also ohne Wartezeit möglich. Um die durch das Rauschen unvermeidbaren Schwankungen zu reduzieren, wird aus den letzten 16 SINAD-Messergebnissen eine relativ ruhige Anzeige berechnet, mit der sogar ein Abgleich von Empfängern auf maximales SINAD möglich wird.

■ Blockschaltbild

Bild 7 zeigt das Blockschaltbild des realisierten SINAD-Messgeräts. Es berechnet nicht nur den SINAD-Wert, sondern stellt auch noch das ermittelte NF-Spektrum in logarithmischer Darstellung von 62,5 Hz bis 4 kHz dar.

Der Mikrocontroller erzeugt in Verbindung mit dem steilen Rekonstruktionsfilter ein spektral hochreines Sinussignal, mit dem der erforderliche Messsender moduliert werden muss. Nur dann ist die Berechnung des SINAD-Wertes optimal abgestimmt.

Die Bandbreite des SINAD-Messgeräts kann auf den üblichen Sprachfrequenzbereich von etwa 300 Hz bis 3,4 kHz (hier wegen der Auflösung $B = 3125$) oder einen 563 Hz breiten Bereich um 1 kHz eingeschränkt werden. Die dadurch entstehende Abnahme der Rauschleistung P_N entspricht der geringeren Bandbreite der Sendert CW und führt zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit des Empfängers um den Faktor $3125 \text{ Hz}/563 \text{ Hz} = 5,5$ (etwa 7 dB).

Im abschließenden Teil werden die Schaltung gezeigt, der Aufbau abgeschlossen und die Messmöglichkeiten sowie Bedienung des SINAD-Messgeräts dargestellt.

(wird fortgesetzt)

Literatur und Bezugsquelle

- [1] Swanson, J.: Eine interaktive Einführung in die Fouriertransformation. www.jezzamon.com/fourier/de.html
- [2] Streans, S. D.; Hush, D. R.: Digitale Verarbeitung analoger Signale. Oldenbourg Verlag, 7. Auflage, München Wien 1999, Kapitel 4: Das Abtasten und Messen von Signalen
- [3] Willis, S.: GBDSO Gameboy-Digital-Speicher-oszilloskop. Elektor 31 (2000) H. 10, S. 14–19; H. 11, S. 70–74
- [4] Press, W. H.; Teukolsky, S. A.; Vetterling, W. T.; Flannery, B. P.: Numerical Recipes in C. Cambridge University Press, New York 1992; Second Edition, Chapter 12: Fast Fourier Transform
- [5] N.N.: FFT-Routinen in AVR-Assembler; www.mikrocontroller.net/attachment/8442/FFT.zip
- [6] ChaN: <http://elm-chan.org>

Nachlese

■ UKW-QTC FA 6/20, S. 546

Die Datenquelle der in der Meldung „Sporadic-E-Saison auf 144 MHz“, rechte Spalte, gezeigten Grafik ist: Allard Munters, PE1NWL, DXrobot, www.gooddx.net

Dies war leider im Zuge der Kürzung des Manuskripts untergegangen, die Redaktion FA bitet um Entschuldigung.

Alle bis zum Zusammenstellen der FA-Jahrgangs-CD bekannt gewordenen Fehler werden in der Jahrgangs-PDF-Datei korrigiert.

Intermodulationsfestigkeit von HF-Zweitongeneratoren

WERNER SCHNORRENBERG – DC4KU

Wenn es in der Praxis um die Messung sehr hoher Werte für den Intermodulationsabstand geht, muss auch der HF-Zweitongenerator dementsprechenden Anforderungen genügen. Im Folgenden wird gezeigt, wie man dessen Signalqualität ermittelt und welche schaltungstechnischen Verbesserungsmöglichkeiten bei Eigenbaugeräten existieren.

HF-Zweitongeneratoren benötigt man z. B. für Intermodulationsmessungen an Empfängern oder HF-Verstärkern [1], [2]. Als Signalquellen sind Messsender oder Quarzoszillatoren geeignet. Idealerweise erzeugt ein Zweitongenerator selbst keine Intermodulationsprodukte. In der Praxis trifft dies jedoch nicht zu. Zumeist liegen deren Pegel um 80 dB bis 100 dB unterhalb des Nutzsignals. Gute HF-Zweitongeneratoren für anspruchsvolle Messungen sollten bei einer Ausgangsleistung $P = 2 \cdot (-6 \text{ dBm})$ eine IM_3 -Festigkeit von wenigstens 100 dBc besitzen.

tonsinal, z. B. $P_e = 2 \cdot (-20 \text{ dBm})$ an den Eingang des Empfängers. Dieser erzeugt daraufhin IM_3 -Produkte im Pegelabstand zu den beiden Nutzprodukten von

$$\begin{aligned} \Delta IM_3 &= (IP_3 - P_e) \cdot 2 \\ &= (30 \text{ dBm} - (-20 \text{ dBm})) \cdot 2 \\ &= 100 \text{ dBc}. \end{aligned}$$

Damit ein solch hoher Pegelunterschied überhaupt gemessen werden kann, müssen die Pegel der vom Zweitongenerator selbst erzeugten IM_3 -Produkte um mehr als 100 dB unterhalb des Nutzsignals liegen, anderenfalls misst man die IM_3 -Festigkeit des

Generators und nicht die des Empfängers. Falls im betrachteten Beispiel der betreffende Wert des Testgenerators nur 90 dBc betragen würde, ergäbe sich daraus

$$\begin{aligned} IP_3 &= \frac{\Delta IM_3}{2} + P_e = \frac{90 \text{ dBc}}{2} - 20 \text{ dBm} \\ &= 25 \text{ dBm} \end{aligned}$$

und die Großsignalfestigkeit des Empfängers wäre offensichtlich um 5 dB falsch bewertet.

Fehlmessungen dieser Art kommen in der Praxis relativ häufig vor, weil der Anwender oft nicht weiß, wie hoch die Intermodulationsfestigkeit seines HF-Zweitongenerators ist.

Nachfolgend zeige ich, wie man diesen Wert mithilfe eines Spektrumanalysators über einen intermodulationsfreien Anzeigebereich von 100 dB messen kann.

Test des Spektrumanalysators

Vor der Messung ist es wichtig, dass man sich Klarheit über die Eigenschaften des Spektrumanalysators verschafft, damit die Messergebnisse später richtig interpretiert werden können. Hier treten auch die Grenzen der eingesetzten Technik zutage.

Zweitontest

Zunächst muss die Großsignalfestigkeit des verwendeten Analysators ermittelt werden. Legt man ein Signal $P_e = 2 \cdot (-5 \text{ dBm})$ an dessen Eingang, entsteht ein typisches Spektrum gemäß Bild 2.

Die dort als gelbe Kurve dargestellten IM_3 -Produkte besitzen einen Abstand von 60 dBc. Zum Schutz seines internen ersten Mischers wählt die Software des Analysators automatisch eine Einfügedämpfung von 15 dB. Erhöht man diese manuell auf 20 dB, verringern sich die IM_3 -Produkte um 10 dB (violette Kurve). Dies zeigt, dass die entstehende Intermodulation allein vom Spektrumanalysator erzeugt wird und nicht vom Zweitongenerator.

Einen solchen Test sollte man immer dann durchführen, wenn man sich nicht sicher

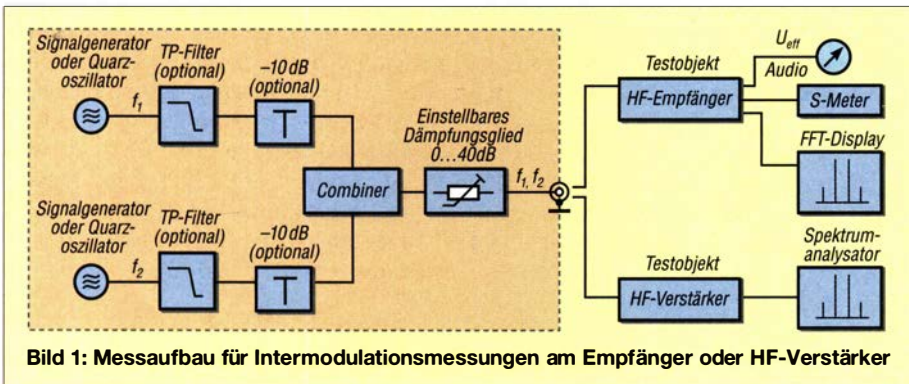


Bild 1: Messaufbau für Intermodulationsmessungen am Empfänger oder HF-Verstärker

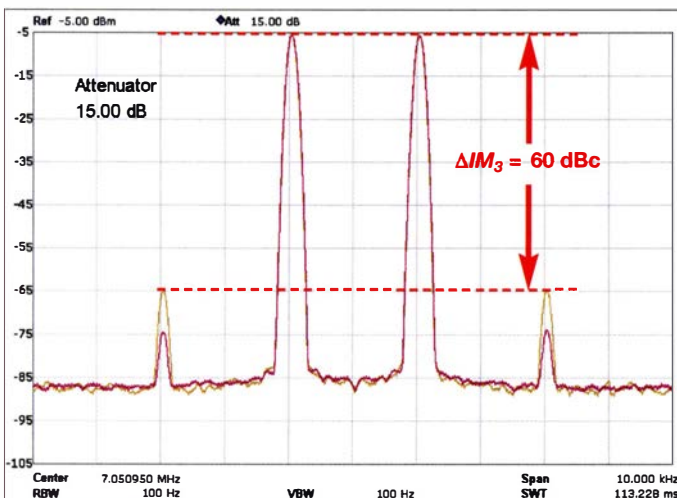
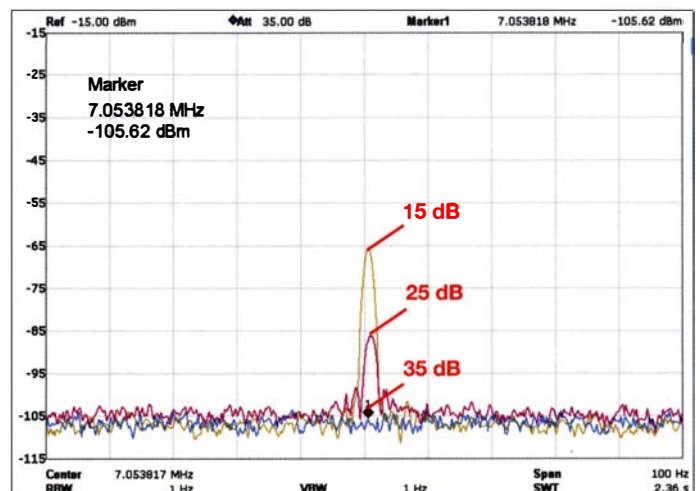


Bild 2: HF-Zweitonsignal bei 7,05 MHz, $\Delta f = 2 \text{ kHz}$, $P_e = 2 \cdot (-5 \text{ dBm})$ und 10 kHz Wobbelbandbreite

Ausgangssituation

Warum dieser Wert so hoch sein muss, zeigt ein Beispiel: Ein analoger KW-Empfänger möge einen Wert für den Interzeptpunkt dritter Ordnung $IP_3 = +30 \text{ dBm}$ besitzen. Um diesen zu messen, legt man ein Zwei-

Bild 3: Erzeugte Intermodulation des Spektrumanalysators bei einer Dämpfung am Eingang von 15 dB, 25 dB und 35 dB



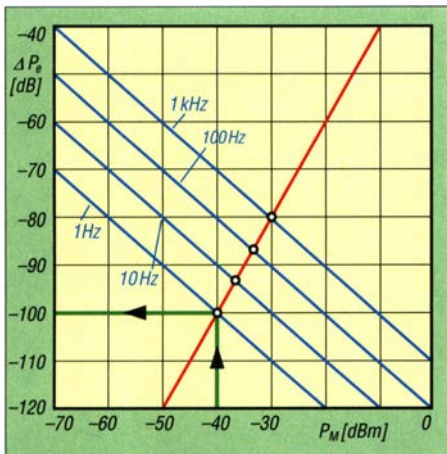


Bild 4: Intermodulationsfreier Anzeigebereich in Abhängigkeit vom Mischereingangsspiegel und der Auflösungsbandbreite (blaue Linien, Rauschpegel), hier grün eingezeichnet für $RBW = 1$ Hz; rote Linie: Intermodulationsprodukte 3. Ordnung

Bild 5: IM_3 -Messung an einem direktabtastenden SDR-Empfänger



ist, ob die Verzerrungen in Form von Intermodulation oder Oberwellen vom Messobjekt oder vom Analysator stammen. Letzterer hat demnach einen Interzeptpunkt dritter Ordnung

$$IP_{3(A)} = \frac{\Delta IM_3}{2} + P_e = \frac{60 \text{ dBc}}{2} - 20 \text{ dBm} = 10 \text{ dBm}$$

Um den intermodulationsfreien Anzeigebereich des Spektrumanalysators von 60 dBc auf 100 dBc zu erhöhen, müsste das Gerät einen Sollwert $IP_{3(S)}$ in Höhe von

$$IP_{3(S)} = \frac{\Delta IM_3}{2} + P_e = \frac{100 \text{ dBc}}{2} - 5 \text{ dBm} = 45 \text{ dBm}$$

aufweisen. Zu diesem Zweck ist ein Dämpfungsglied mit

$$a = IP_{3(S)} - IP_{3(A)} = +45 \text{ dBm} - (+10 \text{ dBm}) = 35 \text{ dB}$$

vorzuschalten. Der Arbeitspunkt für maximale Großsignalfestigkeit des Analysators liegt demnach bei einem Eingangsspiegel $P_e = -35 \text{ dBm} - 5 \text{ dBm} = -40 \text{ dBm}$.

In Bild 3 ist das Verhalten des Spektrumanalysators nach Erhöhung der Eingangsdämpfung von 15 dB auf 35 dB zu sehen. Damit das Intermodulationsprodukt besser zu erkennen ist, wurden der Analysator auf die obere IM_3 -Signalfrequenz abgestimmt und der Wobbelbereich ($Span$) auf 100 Hz sowie die Auflösungsbandbreite (RBW) auf 1 Hz verringert. Gleichzeitig ist der Referenzpegel von -5 dBm auf -15 dBm abzusenken, damit das Grundrauschen (die Messgrenze des Analysators) noch auf dem Display zu erkennen ist.

Bei einer Dämpfung $a = 35 \text{ dB}$ verschwindet die Intermodulation im Grundrauschen und erst hier verfügt der Analysator über einen maximalen IM-freien Anzeigebereich

$$\Delta IM_{3(max)} = P_e - P_{Noise} = -5 \text{ dBm} - (-105 \text{ dBm}) = 100 \text{ dBc}$$

Erst jetzt und mit dieser Einstellung kann die Intermodulationsfestigkeit des Zweitongenerators fehlerfrei ermittelt werden. Würde er IM_3 -Produkte mit $\Delta IM_3 < 100 \text{ dBc}$ produzieren, wären diese jetzt sichtbar. Da im Rauschen jedoch kein Intermodulationsprodukt mehr zu erkennen ist, beträgt die IM_3 -Festigkeit $\Delta IM_3 \geq 100 \text{ dBc}$. Daraus berechnet sich ein IP_3 des Zweitongenerators zu

$IP_{3(T)} = \frac{\Delta IM_3}{2} + P_e = \frac{100 \text{ dBc}}{2} - 5 \text{ dBm} = 45 \text{ dBm}$

$$IP_{3(T)} = \frac{\Delta IM_3}{2} + P_e = \frac{100 \text{ dBc}}{2} - 5 \text{ dBm} = 45 \text{ dBm}$$

Mit dem Zweitongenerator können also IP_3 -Messungen an Empfängern bis zu einem Wert von $+45 \text{ dBm}$ durchgeführt werden. Der Messfehler beträgt dann 3 dB.

Mischerpegel

Der Zusammenhang zwischen idealem Mischerpegel und gewählter Auflösungsbandbreite lässt sich auch grafisch darstellen (Bild 4).

Mit einem Eingangssignal $P_e = 2 \cdot (-40 \text{ dBm})$ nach zwischengeschaltetem 35-dB-Dämpfungsglied und einer Auflösungsbandbreite $RBW = 1 \text{ Hz}$ erreicht der Spektrumanalysator einen IM-freien Dynamikbereich von 100 dB. Bei höheren Auflösungsbandbreiten verringert sich dieser. So verbleiben bei $RBW = 1 \text{ kHz}$ noch 80 dB.

Digitale Empfänger

Auch digitale Empfänger (SDR) können mit Zweitonsignalen getestet werden, sinnvollerweise allerdings nur bei einem bestimmten Pegelwert kurz vor Einsatz der Sättigung (engl. *Saturation*) des Analog-Digital-Umsetzers (ADU). An dieser Stelle besitzt der digitale Empfänger, im Gegensatz zum analogen, seinen größten intermodu-

lationsfreien Dynamikbereich. Bild 5 zeigt die IM_3 -Pegel eines direktabtastenden SDR mit 14 Bit Verarbeitungsbreite und Intermodulationsprodukten in einem Abstand von über 100 dB.

Die beiden Nutzsingalpegel betragen $P_e = 2 \cdot (-20 \text{ dBm})$ und liegen kurz unterhalb der Begrenzung des ADU. Ein IP_3 -Wert existiert hier nicht mehr, weil der Verlauf der Intermodulationsverzerrungen dritter Ordnung im Gegensatz zu analogen Empfängern keiner Gesetzmäßigkeit folgt. Würde man die gleiche Messung mit einem Zweitongenerator machen, dessen IM_3 -Festigkeit nur 90 dB beträgt, lägen die auf dem Monitor angezeigten IM_3 -Produkte um 10 dB höher, der ermittelte IM_3 -Abstand betrüge nur 90 dBc und das Messergebnis wäre falsch. Dies zeigt deutlich, warum die IM_3 -Festigkeit des Zweitongenerators besser als 100 dBc sein muss.

Selektive IM_3 -Messung

Ein breitbandiger Spektrumanalysator muss sowohl hohe als auch dicht benachbarte, sehr geringe Signalpegel gleichzeitig verarbeiten, wodurch sein Dynamikbereich insgesamt eingeschränkt wird. Wenn man bei einer IM_3 -Messung die beiden hohen Nutzsingalpegel bei f_1 und f_2 unterdrücken könnte, käme dies der Messdynamik zugute.

Aus diesem Grund habe ich versuchsweise ein 9,002-MHz-Quarzfilter ($\pm 1,55 \text{ kHz}$) des Herstellers KVG zwischen Zweitongenerator und Spektrumanalysator geschaltet. Die Frequenzen der von zwei Messsendern gelieferten Nutzsingale wurden auf $f_1 = 8,920 \text{ MHz}$ und $f_2 = 8,961 \text{ MHz}$ abgestimmt, sodass nur das obere IM_3 -Signal

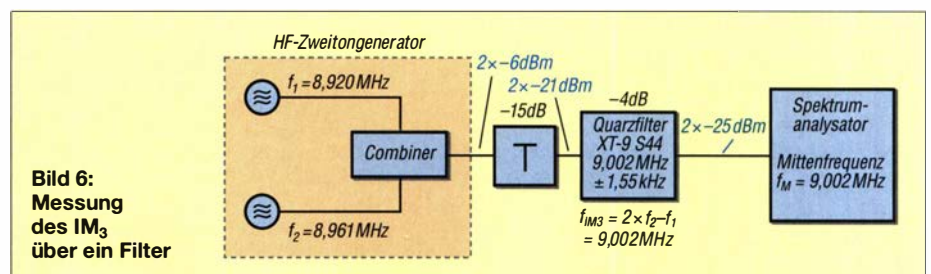


Bild 6: Messung des IM_3 über ein Filter

des Generators bei $f_{IM_3} = 2 \cdot f_2 - f_1 = 9,002$ MHz genau in den Durchlassbereich des Filters fällt. Dieses unterdrückt nun alle anderen Signale um fast 100 dB und lässt nur noch das IM_3 -Signal mit 4 dB Durchgangsdämpfung passieren (Bild 6). Durch diesen Trick kann der Analysator mit 0 dB Dämpfung, eingeschaltetem Vorverstärker

Pegel beim Einfügen eines 10-dB-Dämpfungsglieds in den Signalweg konstant. Verringert sich der Pegel der unerwünschten Signalanteile um 20 dB, ist der Spektrumanalysator die Ursache. Wenn beide Geräte zum IM_3 -Produkt beitragen, ist die Reduktion des IM_3 -Pegels entsprechend geringer.

schreiten. Bei höherer Leistung kann der Übertragerkern im Combiner (Bild 9) in den Bereich der Sättigung geraten und dadurch Intermodulation verursachen.

■ **Abschließende Tipps**

Falls der IM_3 -Abstand eines Zweitongenerators nur 80 dB oder 90 dB beträgt, kann das unterschiedliche Gründe haben. In diesem Zusammenhang wird oft vorgeschlagen, dass man beide Oszillatoren hermetisch voneinander abschirmen sollte, damit sie sich gegenseitig nicht „sehen“ können. Dies ist zwar nie verkehrt, bringt aber in der Praxis meist keine Verbesse-

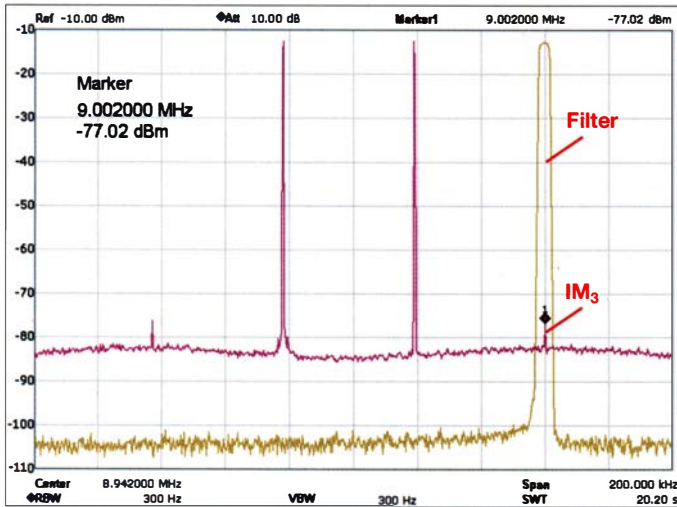


Bild 7: HF-Zweitonsignal und Ausfilterung des IM_3 -Produkts

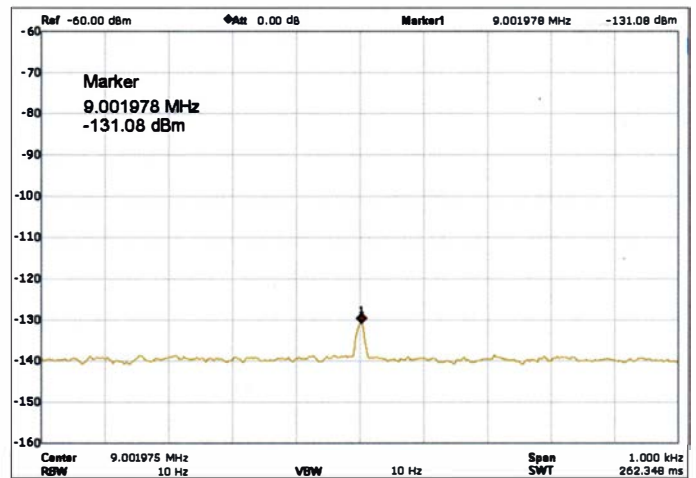


Bild 8: Ergebnis der selektiven IM_3 -Messung eines HF-Zweitongenerators, $P_e = 2 \cdot (-25$ dBm), $IM_3 = 131$ dBm

und somit größter Empfindlichkeit arbeiten, ohne dabei übersteuert zu werden. Da das Filter nur im Durchlassbereich an 50Ω angepasst ist, sollte man zwischen Combiner und Filter noch ein 15-dB-Dämpfungsglied schalten, damit der Zweitongenerator auch außerhalb des Filter-Durchlassbereichs noch mit 50Ω abgeschlossen ist und selbst keine Intermodulation erzeugt. Das Prinzip der *selektiven Messung* ist in Bild 7 dargestellt, das Ergebnis in Bild 8. Mit Eingangssignalen $P_e = 2 \cdot (-25$ dBm) produziert der Zweitongenerator IM_3 -Produkte bei -131 dBm. Die IM_3 -Festigkeit des Zweitongenerators beträgt demnach $\Delta IM_3 = -25$ dBm $- (-131$ dBm) = 106 dBc.

Für beide Nutzsignale musste ein relativ großer Frequenzabstand $\Delta f = 41$ kHz gewählt werden, weil anderenfalls das Seitenbandrauschen der verwendeten Signalgeneratoren das entstehende IM_3 -Produkt überdeckt hätte.

■ **Fazit**

Wenn ein HF-Zweitongenerator für IM_3 -Messungen an Vierpolen eingesetzt wird, muss sein IP_3 -Wert höher sein als der des Messobjekts, um Messfehler zu vermeiden. Nutzt man einen Spektrumanalysator für IM_3 - oder Oberwellenmessungen, muss dessen IP_3 -Wert höher sein, als der des Zweitongenerators. Die Kontrolle, ob das am Spektrumanalysator angezeigte IM_3 -Produkt oder die Oberwelle vom Zweitongenerator (Messobjekt) oder vom Analysator erzeugt wird, lässt sich einfach durchführen: Stammt es vom Zweitongenerator, dann bleibt sein

Empfindlichkeit und Großsignalverhalten eines Spektrumanalysators sind gegensätzliche Größen. Höhere Signalbedämpfung reduziert die Empfindlichkeit im gleichen Maße. Um trotzdem auf einen weiten Anzeige- bzw. Dynamikbereich zu kommen, muss die kleinstmögliche Auflösungsbandbreite gewählt werden.

Das Seitenbandrauschen der verwendeten Signalgeneratoren, des Spektrumanalysators und des Messobjekts (Empfänger) muss gering sein, sodass auch sehr schwache IM_3 -Signale in geringen Abständen, z. B. $\Delta f \approx 2$ kHz, davon nicht zugedeckt werden. Die Verwendung von Quarzoszillatoren im Zweitongenerator ist vorteilhaft, weil diese nur geringes Phasenrauschen aufweisen. Die Ausgangsleistung eines Zweitongenerators sollte $P_A = 2 \cdot 0$ dBm nicht über-

ring der IM_3 -Festigkeit. Nach meiner Erfahrung liegt der Grund nicht in einer unzureichenden Abschirmung, sondern einer mangelhaften elektrischen Entkopplung beider Generatoren.

Combiner

Wesentlicher Bestandteil eines Zweitongenerators ist der *Combiner* (Bild 9). Dieser hat die Aufgabe, die Signale A und B mit geringer Dämpfung an einen gemeinsamen Ausgang C zu führen und sie gleichzeitig möglichst gut voneinander zu entkoppeln. Letzteres ist notwendig, damit sich die Generatoren nicht gegenseitig modulieren und dadurch Intermodulationsprodukte erzeugen.

In Bild 9 ist der typische Aufbau eines Combiners in Form einer *Wheatstone-Brücke*

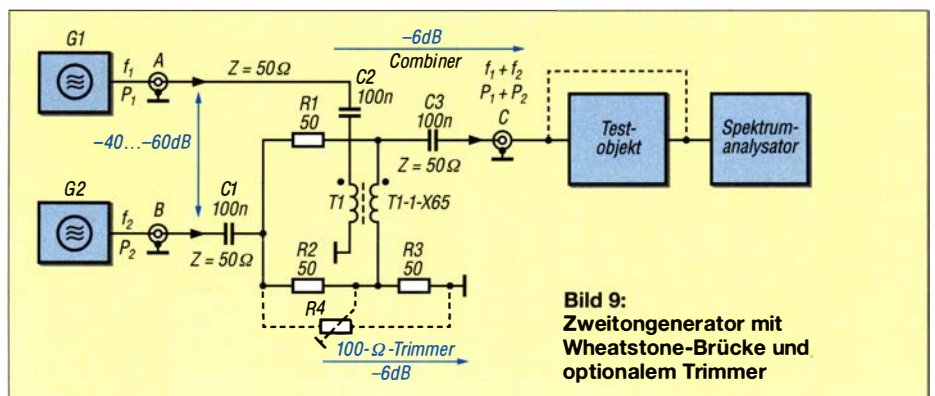


Bild 9: Zweitongenerator mit Wheatstone-Brücke und optionalem Trimmer

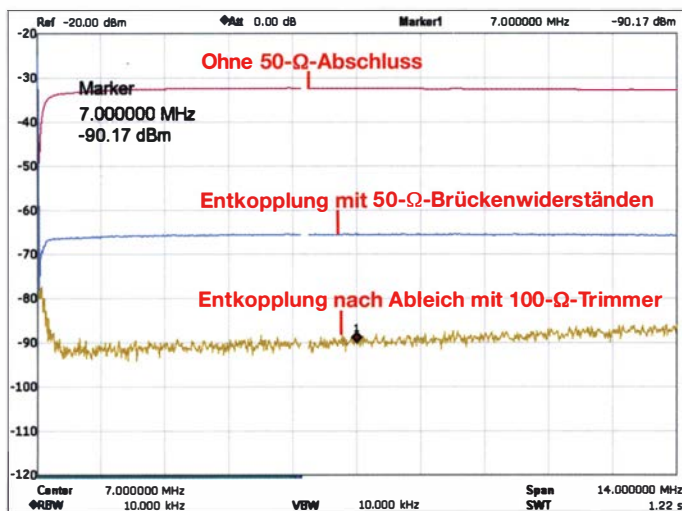


Bild 10: Entkopplung einer Wheatstone-Brücke bei unterschiedlichen Abschlussbedingungen; nach sorgfältigem Abgleich mit dem 100-Ω-Trimmer wurden etwa 65 dB erreicht.

Foto und Screenshots: DC4KU

zu sehen. Damit diese mit optimaler Entkopplung arbeitet, müssen alle Anschlüsse (engl. *Ports*) systemgerecht mit 50 Ω abgeschlossen sein. Zur Verbesserung der Anpassung werden häufig 10-dB-Dämpfungsglieder vor alle Ports geschaltet. Dies ist allerdings mit dem Nachteil verbunden, dass anschließend mit höheren Leistungen gearbeitet werden muss, was neue Probleme mit sich bringt. Trotz aller Maßnahmen beträgt die Richtschärfe einer solchen Wheatstone-Brücke in der Praxis kaum mehr als 45 dB.

Mit einem Trick lässt sie sich aber verbessern: Wenn man zwei der 50-Ω-Brückenwiderstände durch einen 100-Ω-Trimmer ersetzt, kann die Brücke mittels sorgfältigem Abgleich auf eine Entkopplung von mehr als 65 dB gebracht werden. Durch diesen hohen Wert wird die gegenseitige Beeinflussung der Generatoren so gering, dass diese praktisch keine Intermodulation mehr erzeugen.

In Bild 9 ist der Aufbau des Combiners mit und ohne Trimmer dargestellt. Die Messung erfolgte mit einem Tracking-Generator und $P_M = -20$ dBm über einen Frequenzbereich zwischen 0 MHz und 14 MHz (Bild 10).

Dazu wurde das Generatorsignal in Port A (B) eingespeist und der Pegel an Port B (A) gemessen. Gleichzeitig musste der Brückenausgang C mit 50 Ω abgeschlossen sein. Die Entkopplung sollte in beiden Richtungen gemessen werden. Die verwendete Wheatstone-Brücke mit 100-Ω-Trimmer, eingebaut in ein Weißblechgehäuse 35 mm × 35 mm × 30 mm, ist in Bild 11 zu sehen. Der 50-Ω-Abschluss R_L am Ausgangsport C stellt in der Praxis noch ein kleines Problem dar. Normalerweise wird hier ein HF-Verstärker oder -Empfänger zur IM_3 -Messung angeschlossen, dessen Eingangswiderstand aber meist nicht genau 50 Ω be-

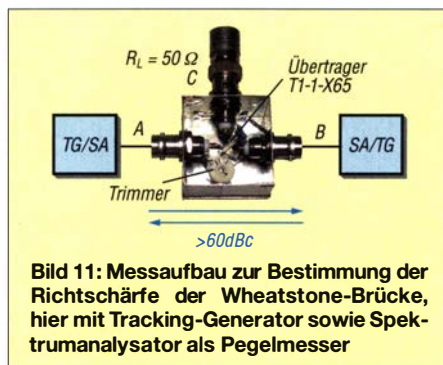


Bild 11: Messaufbau zur Bestimmung der Richtschärfe der Wheatstone-Brücke, hier mit Tracking-Generator sowie Spektrumanalysator als Pegelmesser

trägt, wodurch die Brücke etwas verstimmt wird und infolgedessen an Richtschärfe einbüßt. Deswegen sollte man zwischen Brückenausgang und Messobjekteingang ein 10-dB-Dämpfungsglied schalten. Als Übertrager kann ein selbst bewickelter Ringkern oder ein kommerzieller Transformator verwendet werden. Gute Ergebnisse bezüglich Entkopplung, Anpassung und Durchgangsdämpfung brachte der Breitbandübertrager T1-1-X65 für 0,08 MHz bis 200 MHz von *Mini-Circuits* [3].

Ausgangsimpedanz eines Oszillators

Der Aufbau eines HF-Zweitongenerators wird hier nicht beschrieben, weil es schon sehr viel Literatur dazu gibt. Stellvertretend sei hier nur [1] genannt. Wichtig ist, dass die Ausgangsimpedanz der verwendeten Oszillatoren $Z_A = 50$ Ω beträgt. Wie kann man diesen Wert messen? Dies ist relativ einfach: Mit einem Oszilloskop und Tastkopf ermittelt man die Spannung U_{SS} am offenen Ausgang des Oszillators und schließt ihn dann mit 50 Ω ab. Wenn sich die Spannung nun auf genau $U_{SS}/2$ reduziert hat, beträgt die Ausgangsimpedanz exakt 50 Ohm. Ist sie geringer, muss ein Serienwiderstand mit entsprechendem Wert in den Ausgangssignalweg eingefügt werden.

dc4ku@darcd.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Schnorrenberg, W., DC4KU: HF-Zweitongenerator für Intermodulationsmessungen. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 8, S. 758 f., H. 9, S. 844 f., H. 10, S. 932 f., H. 11, S. 1062 f., H. 12, S. 1126 f.
- [2] Schnorrenberg, W., DC4KU: Intermodulationsmessungen – ein wenig Theorie. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 10, S. 1060–1067
- [3] FUNKAMATEUR-Leserservice: Majakowskiring 38, 13156 Berlin, Tel. (030) 44 66 94-72, Fax -69, E-Mail: shop@funkamateure.de; Online-Shop: www.funkamateure.de → Online-Shop



Rigol MSO5000 Oszilloskope

- 70 kHz - 350 MHz Bandbreite
- 2 - 4 Kanäle
- 8 GSa/s Abtastrate
- 200 Mpts Speichertiefe
- 22.9 cm Touchdisplay
- Gratis Optionbundle bis zum 31.08.20

Jetzt selbst von Batronix überzeugen: www.batronix.com



CTCSS-Encoder mit wenigen Bauteilen

HOLGER ECKARDT - DF2FQ

Die beim Senden mit ausgegebenen Töne der CTCSS gestatten das Öffnen der Rauschsperrre entsprechend ausgerüsteter Funkgeräte und Relaisfunkstellen. Da ältere Transceiver dieses Verfahren nicht unterstützen, wird im Beitrag der Auf- und Einbau einer kleinen Zusatzplatine gezeigt, welche die Ausgabe eines wählbaren Tons ermöglicht.

Die Relaisfunkstelle unseres Ortsverbands ist seit Kurzem mit CTCSS (engl. *Continuous Tone Coded Subaudio Squelch*) ausgestattet. Leider musste ich feststellen, dass keines meiner in den vergangenen Jahrzehnten angeschafften 70-cm-Funkgeräte, im Gegensatz zu neueren Exemplaren, dafür ausgerüstet ist.

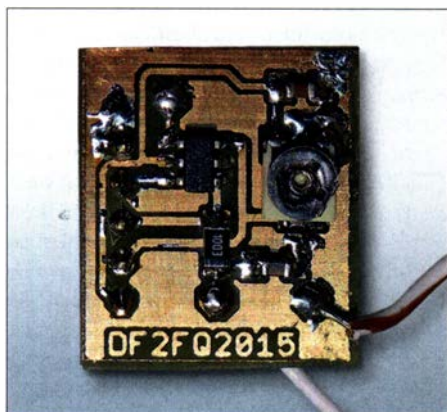


Bild 1: Musteraufbau des CTCSS-Encoders
Foto, Screenshot: DF2FQ

CTCSS funktioniert so, dass während des kompletten Sendedurchgangs neben der Sprache ein Ton mit niedriger Frequenz und geringem Hub mitgesendet wird. Die Frequenz liegt, damit sie nicht stört, unter dem im FM-Sprechfunk üblichen Übertragungsbereich von 300 Hz bis 3300 Hz. Das Verfahren ist seit Jahrzehnten standardisiert und kommt zunehmend auch im Amateurfunk zur Anwendung.

Es gibt 38 hauptsächlich genutzte Frequenzen zwischen 67 Hz und 250,3 Hz, Tabelle 1. Unsere Relaisfunkstelle DM0QN reagiert z. B. auf 123 Hz.

Es liegt nahe, z. B. mit dem NE555 einen kleinen Tongenerator aufzubauen, der einen Ton mit passender Frequenz liefert. Das funktioniert aus mehreren Gründen leider schlecht. Zum einen muss die Frequenz auf etwa 0,5 % stabil sein, was mit frei schwingenden RC-Oszillatoren nur mit viel Aufwand gelingt. Zum anderen ist ein sehr oberwellenarmes Signal erforderlich, denn diese würden in den hörbaren Bereich fallen und den Funkbetrieb stören.

Aus diesem Grund habe ich eine Schaltung aufgebaut, die mit wenigen Bauteilen die Töne für CTCSS nahezu quarzstabil und oberwellenarm liefert, Bild 2.

■ Funktion des Encoders

Der von mir eingesetzte PIC10F322 ist ein kleiner Mikrocontroller im sechspoligen SMD-Gehäuse SOT-23, das besonders von Transistoren her bekannt ist. Auf ihm läuft ein DDS-Programm, das die gewünschte Frequenz digital erzeugt (DDS, engl. *Direct Digital Synthesis*). In einer Endloschleife wird ein 16 Bit breites Register (Akkumulator) in konstanten Zeitabschnitten, hier 30 μ s, immer um einen von der Tonhöhe abhängigen Betrag erhöht. Das Format der Zahl im Register ist *Signed Integer*, also eine Ganzzahl mit Vorzeichen und einem Wertebereich von -32 768 bis

+32 767. Erreicht der Zähler sein Maximum, gibt es einen Überlauf und der Zähler fängt wieder von unten an, Bild 3. Bei einem kleinen Inkrement steigt die Kurve langsamer als bei einem größeren. Daraus folgt: Je größer das Inkrement, umso höher ist die Frequenz und je größer der Wertebereich, also die Bitanzahl des Akkumulators, desto feiner ist die Amplitude des Signals darstellbar.

Schaut man auf den Zählerstand, ergibt sich ein Sägezahn. Doch die Ausgabe eines solchen Signals ist wegen der auftretenden Oberwellen ungünstig. Um daraus eine Sinuskurve zu erzeugen, gibt es im Programm eine Tabelle, die für jeden Amplitudenwert des Sägezahns den passenden Sinuswert liefert. Genau genommen ist es der Cosinus, denn da der Funktionsgraph der Cosinusfunktion symmetrisch zur Y-Achse ist, kann man einen Trick anwenden, der die

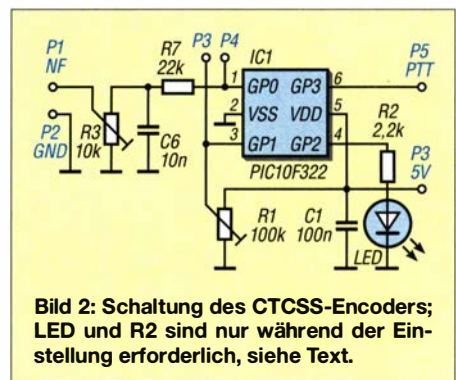


Bild 2: Schaltung des CTCSS-Encoders; LED und R2 sind nur während der Einstellung erforderlich, siehe Text.

Größe der Tabelle halbiert. Solange der Inhalt des Akkumulators negativ ist, lässt sich der Tabellenwert direkt verwenden. Ist er positiv, wird der Rückgabewert mit -1 multipliziert – die Funktion wird sozusagen an der Y-Achse gespiegelt, Bild 4.

Das prinzipielle Ergebnis am Ausgang zeigt Bild 5. Die Kurvenverläufe sind ziemlich „verknittert“, da es pro Periode nur eine begrenzte Anzahl von Stützpunkten gibt, um eine Sinusschwingung zu reproduzieren. Das ist aber in der digitalen Signalverarbeitung fast immer so. Am Ende kommt

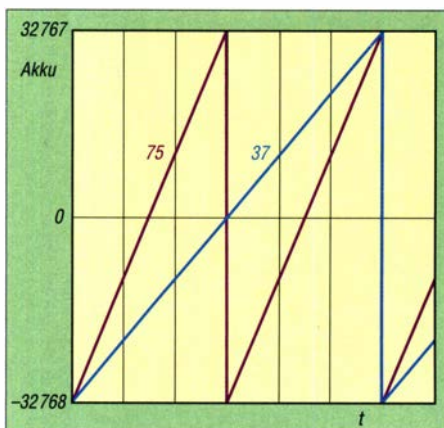


Bild 3: Inhalt des Akkumulators bei unterschiedlichen Inkrementen

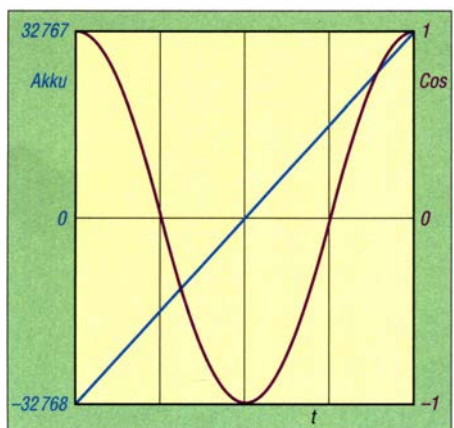


Bild 4: Umsetzung des Akkumulatorinhalts in eine Cosinusfunktion

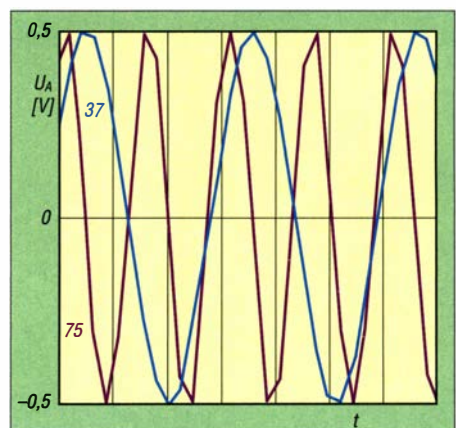


Bild 5: Sinusfunktion nach der Wandlung bei unterschiedlichen Inkrementen

Tabelle 1: CTCSS-Töne

Nr.	f [Hz]	Nr.	f [Hz]	Nr.	f [Hz]
1	67,0	14	107,2	27	167,9
2	71,9	15	110,9	28	173,8
3	74,4	16	114,8	29	179,9
4	77,0	17	118,8	30	186,2
5	79,7	18	123,0	31	192,8
6	82,5	19	127,3	32	203,5
7	85,4	20	131,8	33	210,7
8	88,5	21	136,5	34	218,1
9	91,5	22	141,3	35	225,7
10	94,8	23	146,2	36	233,6
11	97,4	24	151,4	37	241,8
12	100,0	25	156,7	38	250,3
13	103,5	26	162,2		

Tabelle 2: Anschlüsse der Platine

JP1	Betrieb	Programmierung
P1	NF-Ausgang	
P2	Masse (GND)	VSS
P3		ICSPCLK
P4		ICSPDAT
P5	PTT-Eingang	VDD
P6	5 V	/MCLR/VPP

man um ein analoges Rekonstruktionsfilter (*Anti-Alias-Filter*) nicht herum.

Bleibt noch die Umwandlung der Zahlenwerte in eine analoge Spannung. Einen Digital-Analog-Umsetzer (DAC) ist in Mikrocontrollern selten vorhanden. Stattdessen greift man üblicherweise auf einen Pulsweitenmodulator (PWM) zurück. Ein Taktgenerator liefert dafür ein Rechtecksignal mit konstanter Periodendauer – hier wieder 30 μ s, da das Signal mit dem gleichen Timer erzeugt wird. Das Tastverhältnis des ausgegebenen Signals ist über ein Register mit großer Genauigkeit einstellbar. Bei dem hier verwendeten PIC sind es bei 10 Bit Auflösung etwa 0,1 %, von denen aber nur 9 Bit genutzt werden, da sonst eine zu große Sinustabelle im Speicher erforderlich wäre. Das sinusmodulierte Rechtecksignal steht am Port GP0 an. Um es in ein analoges zeitkontinuierliches Signal zu wandeln, ist ein Integrator nötig. Dieser wird von einem einfachen RC-Tiefpassfilter gebildet. Da Abtast- und erzeugte Ausgangsfrequenz um mehr als den Faktor 100 auseinanderliegen, reicht das Filter aus, um alle unerwünschten höheren Frequenzanteile hinreichend zu unterdrücken. Das gemessene Ausgangsspektrum des 123-Hz-Signals zeigt Bild 8. Die erste Oberwelle ist um etwa 50 dB unterdrückt.

■ Tonhöhereinstellung

Nun wäre es schade, beim Wechsel der Tonhöhe den Mikrocontroller neu programmieren zu müssen. Leider hat man bei einem sechspoligen Baustein nur sehr begrenzte Möglichkeiten. Statt eines Dreh- oder DIP-Schalters verwende ich einen Einstellwiderstand. Der A/D-Umsetzer im Mikrocontroller misst die Spannung am Mittelanschluss und kennt somit den Drehwinkel. Diese gesamten 270° werden in 38

Segmente aufgeteilt. Da die Frequenzfolge keinem algorithmischen Bildungsgesetz gehorcht, gibt es auch hier im Speicher wieder eine Tabelle, aus der das Programm gemäß Winkel die zugehörige Frequenz entnimmt.

Wer ein Funkgerät besitzt, bei dem die tiefen Töne beim Empfang zu hören sind, der kann den PTT-Eingang nutzen. Solange er offen ist, bleibt der Ausgang still – liegt er auf Masse, wird der Ton ausgegeben. Ist das nicht notwendig, legt man den Pin fest auf Masse.

Zum Einstellen der Frequenz ist entweder ein gutes Gehör oder ein Frequenzzähler erforderlich. Eine dritte Möglichkeit bietet die LED – Platz auf der Platine ist vorhanden. Sie lässt sich samt Vorwiderstand aber auch für den Abgleich extern anschließen. Bei geraden Tonnummern liegt der Ausgang auf 1, bei ungeraden auf 0. Vor dem Einstellen des Tones ist R1 an den Linksanschlag zu drehen – die LED ist dann aus, was dem Ton Nummer 1 entspricht. Wenn man nun R1 verändert, wechselt die LED bei jedem neuen Ton von an zu aus oder umgekehrt. Man muss nun die Wechsel mitzählen und landet bei der richtigen Frequenz der Tabelle 1. Außerdem ist etwas Fingerspitzengefühl nötig, denn 38 Töne auf 270° verteilt ergibt pro Ton nur 7°.

■ Auf- und Einbau

Die Schaltung ließe sich frei verdrahten – ich habe jedoch eine Platine entworfen. Zum einen ist die LED plus Vorwiderstand mit darauf und zum anderen ist ein Programmierstecker vorhanden, um den Mikrocontroller im aufgelöteten Zustand per ICSP-Schnittstelle programmieren zu können. Zum Betrieb ist eine Spannung zwischen 3 V und 5 V anzulegen. Die Stromaufnahme beträgt ohne LED 1,5 mA und mit 3 mA. Die Schaltung liefert hinter dem Tiefpassfilter etwa $U_{SS} = 1$ V.

Einen allgemeingültigen Vorschlag zum Anschluss des CTCSS-Encoders an ein Funkgerät kann ich nicht geben. Ich selbst habe es einfach: Der Frequenzgang des von

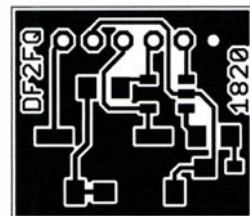


Bild 6: Layout der Platinoberseite; Originalmaße 16 mm x 14 mm, hier M 2:1

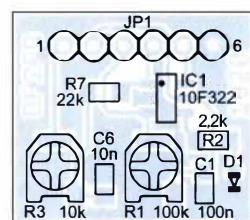


Bild 7: Bestückungsplan der Leiterplatte des CTCSS-Encoders

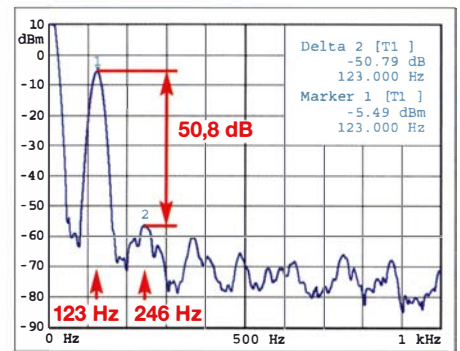


Bild 8: Gemessenes Ausgangsspektrum des 123-Hz-Signals im Bereich von 0 Hz bis 1 kHz; die Linie am linken Rand stammt vom Spektrumanalysator.

mir entwickelten T7F beginnt praktisch bei 0 Hz. Ich habe den Encoder über einen Widerstand mit 10 k Ω parallel zum Modulationseingang gehängt.

Die meisten kommerziellen FM-Funkgeräte besitzen am Mikrofoneingang ein Filter für den Sprachbereich. Das heißt aber nicht, dass z. B. 67 Hz nicht doch durchkommt, wenn der Pegel nur groß genug ist. Das muss man ausprobieren. Auf der Platine mancher Funkgeräte ist eine Buchse für CTCSS-Module vorhanden. Beim *Standard C5608* und dem *Alinco DR-610* passt der Pegel des Encoders ohne Modifikation ziemlich genau.

Bleibt noch die Einstellung des Hubs. Der Nennhub für CTCSS-Töne ist 250 Hz, also etwa ein Zehntel des Werts für Sprache. Gut ist es, wenn man einen Hubmesser hat. An einem Funkgerät mit 9k6-Ausgang lässt sich dort der NF-Pegel messen und der Audio-Hub mittels R3 auf ein Zehntel einstellen. Ein normales Funkgerät geht nicht, weil auch hier der NF-Frequenzgang beschnitten ist. Abschließend eine Variante, die meistens funktioniert: Mit kleinem Pegel anfangen und ihn so lange erhöhen, bis die Relaisfunkstelle reagiert – dann noch 10 % dazu geben.

Der ambitionierte Nachbauer findet Assembler-Quelltext, Hex-Datei und Layout zum Download auf www.funkamateurl.de. Fragen und Kommentare bitte per E-Mail an mich.

holger@df2fq.de

Literatur

- [1] Tafelmeyer, M., DG1NMT; Hain, K., DL8NAT: Zum Nachrüsten im Transceiver: Generator für CTCSS- und Rufton. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 3, S. 296–297
- [2] Stefan, A., DL5MGD: CTCSS-Decoder und -Encoder zum Nachrüsten. FUNKAMATEUR 58 (2009) H. 2, S. 170–172
- [3] Elmiger, R., HB9GAA: CTCSS-Encoder im Eigenbau. FUNKAMATEUR 55 (2006) H. 6, S. 684–685
- [4] FA-Bauelementeinformation: FX315: CTCSS-Decoder-Schaltkreis. FUNKAMATEUR 47 (1998) H. 4, S. 432
- [5] Perner, M., DL7UMO: CTCSS für ungestörtes Nebeneinander. FUNKAMATEUR 44 (1995) H. 12, S. 1331

Aufbau- und Testanleitung für beliebige Baluns

TOM SCHÖNFELDER – DL5ABF

Baluns dienen dazu, Impedanzen anzupassen und den Übergang von unsymmetrischen auf symmetrische Komponenten zu realisieren. Bauanleitungen für die vorzugsweise in Antennensystemen einsetzbaren Leistungstypen lassen sich viele finden, doch an den Nachbau wagen sich nur wenige Funkamateure. Um der Scheu davor entgegenzuwirken, werden im Beitrag Tipps und Hinweise zum Aufbau sowie zur Überprüfung der Baluns gegeben.

Auf unseren KW-Bändern vernehme ich immer wieder in Gesprächen, dass man sich den Selbstbau eines Baluns nicht zutraut. Man befürchtet, aufgrund von Fehlern hohe Leistungsverluste in Kauf nehmen zu müssen. Doch dieses Verhalten ist unbegründet, denn das Anfertigen eines Baluns ist gar nicht so schwierig. Die Eigenschaften selbst gebauter Baluns müssen denen kommerzieller Hersteller in nichts nachstehen und können sie, wie oft beobachtet, teilweise sogar übertreffen.

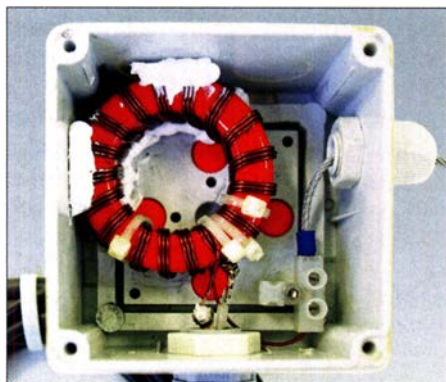


Bild 1: Fertig aufgebauter 9:1-Balun mit trifilarer Wicklung, hier auf einem T-Ringkern

Einige Baluns sollen neben der Symmetrierung und Transformation auch Mantelwellen unterdrücken, also Gegentaktströme ungehindert passieren lassen und Gleichtaktströme abblocken. Letztere sind unerwünscht, denn sie können in der Station und in deren Umfeld Störungen verursachen.

Der Hauptgrund für den Einsatz eines Baluns ist wohl, zwei Baugruppen mit unterschiedlichen Wellenwiderständen ohne allzu große Verluste zusammenschalten zu können. Hierbei sind die Transformationseigenschaften maßgebend. Weist zum Beispiel eine KW-Antenne 200 Ω Fußpunkt-widerstand auf, benötigt man eine Transformation von 4:1, um ein Koaxialkabel mit 50 Ω Wellenwiderstand impedanzrichtig anschließen zu können. Gleichzeitig ist hier die symmetrische Antenne an das unsymmetrische Koaxialkabel anzupassen.

Wertvolle Hinweise und Aufbauanleitungen von Baluns mit unterschiedlichen Überset-

zungsverhältnissen und verschiedener Belastbarkeit sowie deren detaillierter Überprüfung sind noch immer auf der Website des leider viel zu früh verstorbenen Wolfgang Wippermann, DG0SA, zu finden [1].

Ringkernauswahl

Die Wahl des passenden Ringkerns hängt von der Anwendung ab, denn die Kerne unterscheiden sich in den Abmessungen, den Kernmaterialien und somit den elektrischen sowie magnetischen Eigenschaften. Bei Amidon-Ringkernen, wie dem hier verwendeten FT140-77, steht „FT“ für engl. *Ferrit Toroid*. Die Angabe 140 ist der Außendurchmesser in Hundertstel Zoll und die Zahl 77 das Material, aus dem der Kern gefertigt wurde.

Anhand der Daten in [2], [3] und aus Tabellen im Internet lässt sich ein für die Anwendung geeigneter Ringkern auswählen. Dort sind in den meisten Fällen Angaben zum Material und somit der Permeabilität sowie dem nutzbaren Frequenzbereich vorhanden. So besitzt der z. B. für Breitbandanwendungen von 0,5 MHz bis 30 MHz geeignete FT140-77 u. a. als A_L -Wert 2250 nH/(1000 Wdg)² und als Anfangspermeabilität $\mu_1 = 2000$. Der Hersteller gab mir vor Jahren auf Nachfrage 150 W als Belastbarkeit an, verriet jedoch die dabei geltenden Randbedingungen nicht.

Sind höhere HF-Leistungen zu übertragen, ist ein größerer Kern einzusetzen oder sein Querschnitt zu vergrößern. So gibt es den FT140-77 beispielsweise in der doppelt so hohen Version FT140A-77, was schon einmal einen doppelt so großen Querschnitt ergibt. Die Belastbarkeit lässt sich ebenso durch Stapeln von zwei oder drei Ringkernen erhöhen. Letzteres sollte aber nur eine Ausweichmöglichkeit sein, wenn ein Ringkern mit größerem Außendurchmesser nicht erhältlich ist.

Ein FT240-77 kann laut den vom Hersteller erhaltenen Informationen mit 500 W belastet werden – Randbedingungen fehlen leider auch hier.

Die Permeabilität des Ringkerns gibt an, wie durchlässig ein Material für den mag-

netischen Fluss ist. Wenn ein Material gut magnetisiert werden kann, wird dadurch die Flussdichte erhöht. Der magnetische Widerstand eines solchen Materials ist also gering. Eisen und andere ferromagnetische Materialien zählen dazu.

Aufbau allgemein

Die Wahl beim Wicklungsmaterial sollte auf Kupferlackdraht fallen. Geeignet sind zwar auch isolierte Kupferlitzen oder zweiadrige Leitungen. Doch um wenig Streuverluste und somit einen hohen Wirkungsgrad zu erhalten, kommt es darauf an, dass die Drähte der jeweils parallel geführten Windungen dicht beieinander liegen. Im Umkehrschluss sollte die umgebende Isolierung des Drahtes möglichst dünn ausfallen. Das ist bei Kupferlackdrähten (CuL) gegeben.

Zur Verwendung kam 1-mm-CuL. Drähte bis 2 mm Durchmesser lassen sich noch relativ gut um den Kern wickeln. Bei größerer HF-Leistung ist es obligatorisch, mindestens 2 mm Durchmesser zu wählen.

Verwendet man die Ringgröße FT140 mit 35,5 mm Außendurchmesser, können mindestens acht Windungen aufgebracht werden. Bild 1 zeigt einen größeren Ringkern, der mehr Windungen Platz bietet, ohne dass der Abstand zwischen den Windungen geringer wird.

Aus Bild 2 geht hervor, dass die drei Teilwicklungen des 1:1-Baluns gleiche Windungszahlen aufweisen. Er besitzt keine Transformationseigenschaft und dient nur zur Symmetrierung sowie zur Blockierung von Gleichtaktströmen (Mantelwellenunterdrückung). Zur Bewicklung werden drei (trifilar) gleichlange Kupferlackdrähte verwendet. Ihre Länge richtet sich nach der Windungszahl und der pro Windung erforderlichen Länge. Wichtig bei allen bi- oder trifilar gewickelten Baluns mit identischen Windungszahlen ist, dass die Drähte alle gleich lang sind und eng zusammenliegen. Bild 3 zeigt einen 4:1-Balun. Die Bewicklung mit zwei Drähten wird als bifilar bezeichnet. Am einfachsten lässt sich ein Ringkern bewickeln, wenn man alle Drähte gleichzeitig aufbringt. Auf diese Weise liegen sie dicht beieinander. Es kann vorkom-

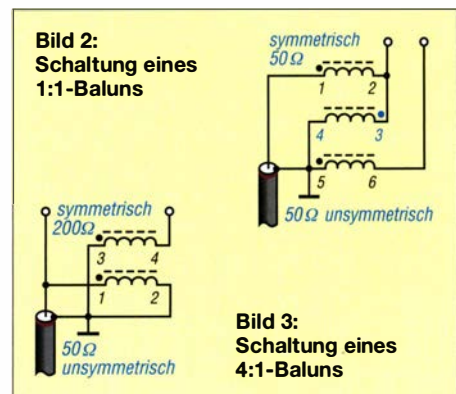


Bild 2: Schaltung eines 1:1-Baluns

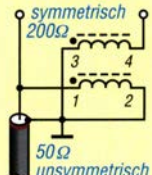
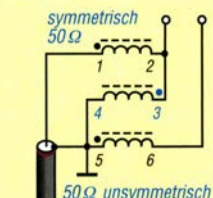


Bild 3: Schaltung eines 4:1-Baluns

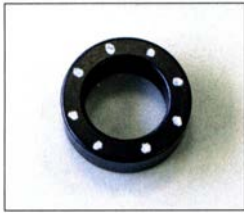


Bild 4: Markierungspunkte zur Aufteilung der Bewicklung; verwendbar ist z. B. der Lackstift Edding 751.

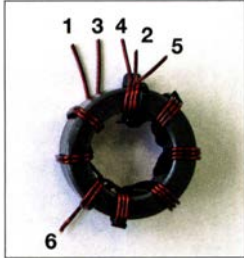


Bild 5: Balun mit trifilarer Bewicklung und wählbarem Übersetzungsverhältnis, hier $\ddot{u} = 5,5$

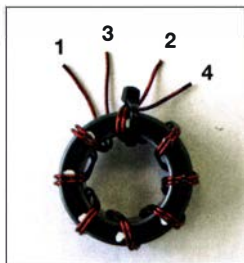


Bild 6: 4:1-Balun mit bifilarer Wicklung vor dem Verlöten der Enden
Fotos: DL5ABF

men, dass beim Bewickeln Lücken in den parallelliegenden Windungen entstehen. Abhilfe schafft Wachsband, wie es u. a. bei der Herstellung von Transformatorwicklungen zum Festlegen der CuL-Drähte Verwendung findet. Mit ihm lassen sich die jeweils zwei oder drei Drähte an Problemstellen zusammenhalten. Einige dieser Wachsbander sind mit 0,5 mm Durchmesser recht dünn und trotzdem ziemlich reißfest. Alternativ ist dünne Angelschnur verwendbar, die reißfest und langlebig ist. Die erste Windung wird mit einem Kabelbinder auf dem Ringkern fixiert, um ein

Verrutschen zu verhindern. Dann folgen die weiteren Windungen in gleichmäßigen Abständen. Die letzte Windung sichert wiederum ein Kabelbinder. Nun die Drahtenden vom Lack befreien und gemäß der gewünschten Konfiguration verlöten. Das Entfernen des Lacks funktioniert bei dickeren Drähten gut mit einem Tapetenmesser. Das Ende des Drahts wird mit einer Spitzzange gehalten und der Lack mit dem Messer heruntergekratzt, bis ringsherum blankes Kupfer zu erkennen ist. Anschließend können die Drahtenden gut miteinander verlötet werden.

Der Lack des Drahtes sollte nicht mit einem heißen Lötkolben „abgebrannt“ werden, da so auch der Lackbereich am Ringkern Schaden nimmt und Kurzschlüsse untereinander oder zum Kern entstehen können. Wichtig ist auch, das Koaxialkabel möglichst dicht am Wicklungsende und somit am Kern anzulöten.

Bild 6 zeigt einen fertig gewickelten 4:1-Balun, dessen Enden noch verbunden werden müssen. In Bild 1 ist ein fertiger 9:1-Balun in einem Kunststoffgehäuse dargestellt. Er ist nach Bild 8 mit drei Drahtabschnitten gleicher Länge ausgestattet. Ein 9:1-Balun eignet sich gut für Langdrahtantennen, wenn keine Möglichkeit besteht, anderweitig eine Anpassung zu realisieren. Solch ein Antennensystem sehen einige Funkamateure als Kompromiss an, was nicht unbedingt stimmt. Es ist aber immer noch besser als gar keine KW-Antenne aufbauen zu können.

Vom Verdrillen der Kupferlackdrähte vor dem Bewickeln des Ringkerns kann ich persönlich nur abraten. Damit habe ich sehr schlechte Erfahrungen gemacht. Zum einen lassen sich die verdrillten Drähte nur

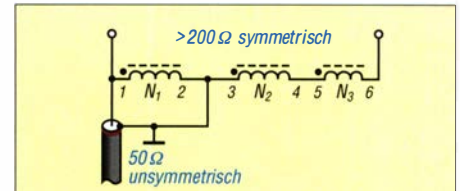


Bild 7: Schaltung des Baluns mit wählbarem Übersetzungsverhältnis, s. Text

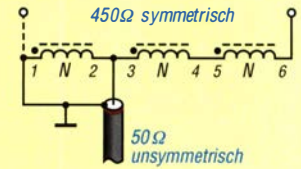


Bild 8: Schaltung eines 9:1-Baluns

sehr schlecht über den Ringkern wickeln und zum anderen kann die Isolierung der Kupferlackdrähte zum Kern hin dadurch erheblich leiden, was wiederum oft zu Fehlfunktionen führt.

■ Balun mit wählbarem Übersetzungsverhältnis

Weist der mithilfe eines Antennenanalysators ermittelte Fußpunktwiderstand z. B. 275 Ω auf, so ist auch dafür ein passender Balun, der auf 50 Ω transformiert, ohne Probleme herstellbar. Bild 7 zeigt eine aus dem 4:1-Balun in Bild 3 mit identischen Windungsverhältnissen $N_1 = N_2$ hervorgegangene Variante mit einer dritten Wicklung N_3 , die sich zur Transformation wählbarer Impedanzen größer 200 Ω eignet.

Zur Anpassung von 275 Ω an ein 50- Ω -Koaxialkabel muss das Impedanz-Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 270 \Omega / 50 \Omega = 5,5$ getragen, was bei der dritten Wicklung N_3 eine nicht ganzzahlige Windungszahl erfordert. Einfacher ist es, statt der Anzahl der Windungen deren Drahtlänge zu berücksichtigen. N_1 und N_2 liegen durch den Aufbau fest. N_3 und somit die Länge l_3 entscheidet über das Übersetzungsverhältnis.

Zunächst nehmen wir den Ringkern und markieren ihn in soviel gleich große Teile, wie später Windungen für N_1 und N_2 vorgesehen sind, Bild 4. Mindestens acht Teile/Windungen sollten es sein, besser etwas mehr. Mit einem Probedraht umwickeln wir den Kern so, dass jede Windung auf einem Punkt liegt. Die Länge des anschließend wieder abgewickelten Drahtes ist die von l_1 , die gleich der von l_2 ist. Die Längen betragen hier $l_1 = l_2 = 250$ mm. Diese Längenangabe benötigen wir, um l_3 berechnen zu können.

$$l_3 = l_1 \cdot (\sqrt{\ddot{u}} - 2) = 250 \text{ mm} \cdot 0,345 = 86 \text{ mm}$$

Nach dem Zuschneiden aller drei Kupferlackdrähte sind diese nun wieder über den markierten Stellen des Ringkerns aufzu-

Belastbarkeit von Ringkernen

Werte zur Belastbarkeit von Ringkernen sind eher selten in den Datenblättern zu finden, sodass Funkamateure in der Regel auf Erfahrungswerte zurückgreifen.

Ein wertvolles und zudem objektives Hilfsmittel zur Abschätzung, ob ein bestimmter Ringkern für eine vorgesehene Anwendung einsetzbar ist, stellt der Mini-Ringkern-Rechner [2] dar. Nach Auswahl des Kerns und Eingabe der Induktivität – aus der die Windungszahl berechnet wird – sowie der an der Spule anliegenden Spannung und der Frequenz werden einige magnetische Parameter ermittelt, die Rückschlüsse auf eine mögliche Überlastung des Ringkern zulassen.

Dazu gehören die vorhandene und die maximal zulässige Sättigung (Flux) und der Kernverlust, aus dem wiederum der Temperaturanstieg im Kern berechnet wird. All diese Parameter sind unter anderem von der Betriebsfrequenz abhängig, was bei den oben genannten Erfahrungswerten oft unberücksichtigt bleibt.

Da nicht zu allen Kernen komplette Daten vorliegen, sind einige Berechnungen nicht mög-

lich. Die entsprechenden Felder werden mit xxx gekennzeichnet. Außerdem sollte man berücksichtigen, dass einige Werte aus Herstellerangaben interpoliert wurden.

Doch die Erkenntnisse können verblüffend sein, wie ein mit 8 Wdg. versehener FT140-43 bei 100 W Belastung (71 V an 50 Ω) verdeutlicht. Während er bei 3,5 MHz mit 7,09 mT unter dem mit 8,05 mT angegebenen Sättigungsgrenzwert liegt, hat er bei 1,8 MHz mit 13,78 mT das zulässige Maximum von 11,2 mT bereits um 23 % überschritten.

Der aus den Kernverlusten berechnete Temperaturanstieg beträgt mit 28 K bzw. 43 K bei beiden Frequenzen unter dem Limit.

Betrachtet man nur den Temperaturanstieg, ohne Rücksicht auf die dann auch bei 3,5 MHz eintretende Sättigung zu nehmen, so wäre der Kern bei einer Belastungserhöhung auf 200 W (100 V an 50 Ω) bei 3,5 MHz mit einer Erwärmung um 50 K gerade noch nutzbar, jedoch bei 1,8 MHz mit 76 K schon thermisch außerhalb des zulässigen Bereichs, wie am Sprung der Textfarbe von Schwarz zu Rot erkennbar ist. -red

bringen, wie vorher der Probedraht. Da der Draht für N_3 kürzer als der für N_1 und N_2 ist, endet er bereits nach ein paar Windungen – N_1 und N_2 sind weiterzuführen. Alle Drähte müssen wiederum dicht beieinander liegen, wie in Bild 5 dargestellt. Zum Schluss werden die Drahtenden entsprechend Bild 7 verlötet.

Dass die zuvor aufgeführte Formel auch für andere Baluns gilt, zeigt die Berechnung der Drahtlänge der dritten Wicklung N_3 eines 1:4-Baluns mit $\ddot{u} = 4$ und eines 1:9-Baluns mit $\ddot{u} = 9$. Beim ersten ist die Drahtlänge Null, also keine dritte Wicklung vorhanden, und beim zweiten ist sie so lang wie die anderen beiden.

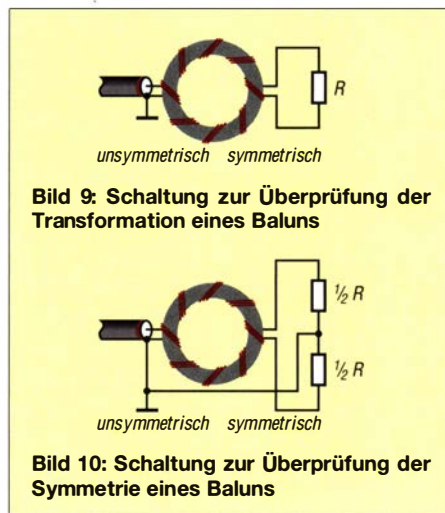
■ **Überprüfung**

Wichtig ist, die Symmetrierung und Transformation des selbst gewickelten Baluns zu kontrollieren. Gut nutzbar sind ein Antennenanalysator oder ein Netzwerktester mit Richtkoppler.

Zur Überprüfung der Transformation ist je nach Übersetzungsverhältnis des Baluns auf der symmetrischen Seite ein Widerstand als Abschluss anzuschalten, der nur eine Belastbarkeit von 0,1 W aufweisen muss. Auf der unsymmetrischen Seite wird über das Koaxialkabel der Antennenanalysator angeschlossen. Bild 9 zeigt den Prüfaufbau. Wenn alles richtig aufgebaut wurde, sollten nun über den gewünschten Frequenzbereich 50Ω auf dem Antennenanalysator angezeigt werden.

Ratsam ist außerdem eine Kontrolle der Symmetrie. Dafür werden statt des einzelnen Widerstands zwei mit doppeltem Wert in Reihe auf der symmetrischen Seite eingesetzt und ihre Mitte mit der Masseverbindung am Koaxialkabel verbunden, wie in Bild 10. Auch hier sollte am Eingang 50Ω messbar sein. Abweichungen deuten auf nicht gleichmäßig parallelgeführte Drähte hin.

Den eingebauten Balun sollte man auch auf seine Belastbarkeit hin prüfen. Ist der Balun fertig mit der Antenne verbunden, wird ihm zuerst nur wenig HF-Leistung zugeführt und diese nach und nach erhöht. Beispielsweise mit einem Infrarot-Thermometer lässt sich dabei die Temperatur



Prüfwiderstände beim Anschluss eines 50-Ω-Koaxialkabels		
Balun	Überprüfung der Transformation Symmetrie	
1:1	50 Ω	2 × 25 Ω
4:1	200 Ω	2 × 100 Ω
5,5:1	275 Ω	2 × 137,5 Ω
9:1	450 Ω	2 × 225 Ω

des Kerns hervorragend und ohne Berührung bei noch offenem Gehäusedeckel überprüfen. So kann man eine auf Konstruktionsfehler oder einen falsch ausgewählten Kern hindeutende übermäßig starke Erwärmung rechtzeitig erkennen und man läuft nicht Gefahr, den Balun in die Sättigung zu treiben. Wichtig: Auf keinen Fall die Temperatur mit dem Finger überprüfen!

Viel Erfolg und zugleich Freude beim Nachbau. *dl5abf@web.de*

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Wippermann, W., DG0SA: Balun-Bauanleitungen, Balun-Theorie, Balun-Messung, Balun-Aufbau. www.dg0sa.de → Balune
- [2] FA-Bauelementeinformation: FT-Ringkerne: Ferrit-Ringkerne von Amidon. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 1, S. 49–50; www.funkamateurl.de → Downloads/Archiv → Bauelemente 3, www.funkamateurl.de/bauelemente-3.html?file=tl_files/downloads/bauelementeinfo/FT-RRingkerne_2019.pdf
- [3] Warsaw, K., DG0KW: Mini-Ringkern-Rechner V1.3.2. www.dl0hst.de → Software
- [4] Warsaw, K., DG0KW: DL5SWBs Mini-Ringkern-Rechner in neuer Version. FUNKAMATEUR 64 (2015) H. 12, S. 1282–1283

Reparatur eines kommerziellen Leistungsdämpfungsglieds

GERFRIED PALME – DH8AG

Messhilfsmittel, wie z. B. Dämpfungsglieder, müssen ebenso wie die verwendete Messtechnik stets zuverlässig funktionieren, will man keine Messfehler riskieren. Ein Defekt muss jedoch nicht zwangsläufig mit der Verschrottung des betreffenden Teils enden, zumal dieses oft nicht gerade billig war. Mit etwas Umsicht und Geschick bei der Reparatur bestehen gute Aussichten auf eine Wiederherstellung der Funktion, wie an einem Beispiel gezeigt.

Nach einer beendeten Messung schraubte ich zwei miteinander verbundene Dämpfungsglieder wieder auseinander. Mein Erstaunen war groß, als beim Abziehen des einen plötzlich der Mittelleiter aus der N-Buchse des zweiten, eines Weinschel-Abschwächers WA33-6 (Bild 1), herausrutschte und auf dem Stecker des ersten Dämpfungsglieds verblieb (Bild 2). Außerdem klapperte es jetzt beim Bewegen des WA33-6 in dessen Innern.

Ich beschloss daraufhin, mir das Ganze näher anzusehen und einen Reparaturver-

such zu wagen, obwohl ich mit solchen Dämpfungsgliedern bislang noch keine Erfahrungen hatte. Dies machte die Sache aber umso interessanter.

■ **Demontage**

Das Herausschrauben der N-Buchse aus dem Gehäuse gelang mit einem Maulschlüssel zunächst überhaupt nicht, sie saß einfach zu fest. Auch vier eingelassene Inbusschrauben, welche offenbar die zwei Gehäusehalbschalen zusammenhielten, brachten mich nicht weiter. Zwei der

Schraubenköpfe waren innen ausgefräst, somit ergab sich keine Chance, sie herauszubekommen.

Deshalb bohrte ich die beiden Schrauben auf der Gehäusesseite der N-Buchse aus – dies allerdings bei jeder immer um nur einige wenige Millimeter Tiefe und probierte dann, die N-Buchse mit dem Maulschlüssel zu lösen. Nach etwa 13 mm Bohrtiefe gelang es endlich, allerdings auch dann noch mit größerem Kraftaufwand.



Bild 1: Repariertes Leistungsabschwächer Weinschel WA33-6 mit angeschraubtem Adapter zur Entlastung der Buchse

■ Analyse des Aufbaus der verwendeten N-Buchse

In Bild 3 sind die ausgebaute N-Buchse zu sehen, der Innenleiter, der sich zuvor selbst abgelöst hatte, sowie eine kleine Spiralfeder. Letztere fiel beim Buchsenausbau aus dem Gehäuse. Der vergoldete Mittelleiter hat am linken Ende die geschlitzten Anschlusskontakte für den Mittelleiter des im gewöhnlichen Betrieb anzuschließenden N-Steckers.



Bild 2: Der Mittelleiter aus der N-Buchse des Dämpfungsglieds steckt nach dem Lösen der Verbindung noch auf dem Steckkontakt des zweiten Abschwächers.



Bild 3: Ausgebaute N-Buchse mit losgelöstem Mittelleiter, in dessen rechtes Ende die kleine Spiralfeder gehört. Die umlaufend aufgeraute Oberfläche sollte für seinen festen Sitz in der weißen PTFE-Scheibe sorgen, was hier jedoch nicht geschah.

Dieser linke Teil des Buchsen-Mittelleiters besitzt einen etwas größeren Durchmesser als der rechte. Das Ganze muss von außen (in Bild 3 also von links) in die N-Buchse gesteckt werden. Es passt aber nur so weit hinein, bis der Abschnitt mit dem größeren Durchmesser gegen die in die Buchse eingelassene weiße PTFE-Scheibe stößt. Diese besitzt ein Loch, allerdings mit dem kleineren Mittelleiter-Durchmesser.

Bei genauem Hinsehen erkennt man am rechten Mittelleiterteil eine schmale, umlaufend aufgeraute Oberfläche. Hier war es ursprünglich in die PTFE-Scheibe eingepresst. Die kleine Spiralfeder befindet sich normalerweise in diesem dünneren Teilstück und wird dort (in Bild 3) von rechts eingeschoben.

■ Mittelleiterkontaktierung

Nach dem Ausbau der N-Buchse aus dem Gehäuse sieht man in der freigelegten Öffnung die Stirnseite der eingebauten Platine (Bild 4). In deren Mitte ist ein vergoldeter Kontakt mit vier leicht gespreizten Fähnchen aufgesteckt. Daraus wiederum ragt ein Stift. Am Ende hat er einen Kopf, ähnlich dem eines Nagels. Dieser befindet sich zwischen dem vergoldeten Kontakt und der Platinenstirnseite.

Sobald eine funktionstüchtige N-Buchse mit der im Mittelleiter eingesteckten Spiralfeder in das schwarze Gehäuse eingeschraubt würde, taucht der aus dem Kontakt herausragende Stift in den N-Buchsen-Mittelleiter ein. Die Spiralfederspannung drückt dann den Stiftkopf gegen die vergoldete Leiterbahn an der Platinenstirnseite und stellt auf diese Weise den sicheren Kontakt her.

■ Reparatur

Zunächst reinigte ich mit einem Glasfaserpinsel die Leiterbahn an der Platinenstirnseite, den besagten Stift einschließlich Kopf und den Mittelleiter. Danach steckte ich den N-Buchsen-Mittelleiter wieder in die PTFE-Scheibe. Weil dieser sich beim späteren An- und Abschrauben eines N-Steckers wahrscheinlich wieder lösen würde, schraubte ich auf die Dämpfungsglied-N-Buchse einen Adapter mit N-Buchse auf N-Stecker [1]. Auf diese Weise ist der Mittelleiter des Dämpfungsglieds fixiert, die mechanische Belastung liegt während des Gebrauchs zukünftig auf der N-Buchse des Adapters (Bild 1). Zur weiteren Sicherung könnte man auch noch ein kurzes Stück mit Klebstoff versehenen Schrumpfschlauchs über diese Schraubverbindung ziehen.

Danach steckte ich die Spiralfeder in den Mittelleiter. Dies gelang am besten in senkrechter Position, damit die Spiralfeder nicht wieder herausfiel und um dann die so komplettierte N-Buchse vorsichtig in das schwarze Gehäuse einzuschrauben.

■ Kontrollmessungen

Nach einer solchen Reparatur ist ein qualifizierter Funktionstest unumgänglich. Ich nutzte für die Dämpfungsmessungen im vorliegenden Fall einen Spektrumanalysator *R&S Hameg HMS-X*.

Durchgangsdämpfung

Die Messung ergab Werte von $a = 5,89$ dB bei 1,2 GHz und $a = 5,94$ dB bei 2,4 GHz. Der Hersteller gibt eine maximal zulässige



Bild 4: Der Anschlusskontakt für den N-Buchsen-Mittelleiter an der Stirnseite der Platine wird nach dem Ausbau der N-Buchse sichtbar. Fotos: DH8AG

Abweichung von $\pm 0,3$ dB an, die hier deutlich unterschritten wird.

Ich muss noch anmerken, dass sich das Herstellerdatenblatt [2], das ich im Internet fand, auf einen bidirektionalen Abschwächer bezieht. Für meine unidirektionale Ausführung fand ich trotz intensiver Suche leider nichts und vertraue daher auf eine enge Vergleichbarkeit.

Während dieser Messung, wie auch bei den folgenden, wackelte ich immer ein wenig an den Anschlüssen und klopfte auch leicht an die N-Buchse, um mögliche Kontaktfehler aufzuspüren, beides blieb folgenlos – ein gutes Zeichen!

Rückflussdämpfung

Der zweite Funktionstest betraf die Messung der Rückflussdämpfung in die Buchse des neu montierten Adapters, denn dies ist der Eingang dieses Dämpfungsglieds. Für diesen Test wurde an den Ausgang ein entsprechend hochwertiger 50- Ω -Abschlusswiderstand geschraubt. Die Messung ergab vom KW-Bereich bis hin zum 23-cm-Amateurfunkband sehr gute Werte. Eine Rückflussdämpfung $a_r = 30,62$ dB bei 1,2 GHz entspricht einem SWV von $s = 1,06$ und $a_r = 22,86$ dB bei 2,4 GHz ist gleichbedeutend mit $s = 1,16$. Beide SWV-Werte liegen innerhalb des vom Hersteller angegebenen Toleranzbereichs von $1,0 \leq s \leq 1,2$.

Leistungsprüfung

Beim dritten Test legte ich ein 20-W-Signal mit $f = 145$ MHz für 10 min an den Eingang des Abschwächers, dessen Ausgang war mit einem Lastwiderstand verbunden war. Maximal zulässig wäre gemäß Datenblatt sogar ein Durchschnittswert von 25 W.

Währenddessen kontrollierte ich fortwährend die Leistung am Eingang und besonders jene am Ausgang des Dämpfungsglieds. Als Messgerät diente ein *R&S HF-DC-Millivoltmeter URV* mit zwei 100-V-Durchgangsmessköpfen *URV-Z4*. Während der Testzeit änderte sich keiner der Messwerte und auch eine abschließende Wiederholung der Reflexionsmessung ergab keine Abweichungen.

Somit war die Reparatur des Dämpfungsglieds offenbar erfolgreich und dieses wieder uneingeschränkt einsetzbar.

gerfried.palme@arcor.de

Literatur

- [1] Telegärtner Karl Gärtner GmbH: N-Kupplung, Datenblatt. www.telegaertner.com/datasheet?product=J01024A0009&lang=de
- [2] API technologies Corp.: Fixed Coaxial Attenuator, Model 33. www.apitech.com/globalassets/documents/products/rf-microwave-microelectronics-power-solutions/rf-components/attenuators/fixtd/wmod33.pdf

Optisches Verfahren zur präzisen Positionseinstellung

Dr.-Ing. KLAUS SANDER

Die Position und Ausrichtung eines beliebigen Objekts ist mithilfe einer Vierquadranten-Fotodiode sehr genau erkennbar. In diesem Beitrag wird das zugrunde liegende Verfahren vorgestellt. Mit der beschriebenen Schaltung ist es z. B. möglich, Richtungsabweichungen eines Laserstrahls selbst über größere Entfernung zu erfassen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Es gibt eine Vielzahl von Anwendungen, bei denen die Position eines Objekts sehr genau eingestellt werden muss, um deren korrekte Funktion sicherzustellen. Dazu gehören zum Beispiel automatisch gesteuerte 3-D-Drucker sowie Bohr-, Dreh- und Fräsmaschinen.

Hier hilft der Einsatz einer Vierquadranten-Fotodiode auf der Empfangsseite. Damit sind sogar Abweichungen im Mikrometerbereich feststellbar.

Das Verfahren ist nicht nur für zweidimensionale Anwendungen nutzbar. Ebenso lassen sich Winkeländerungen ermitteln und

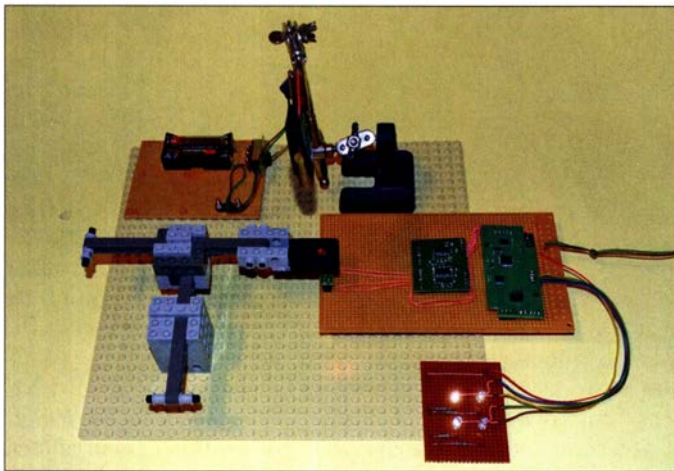


Bild 1:
Bei diesem Versuchsaufbau wird die genaue Position der Änderung des Laserstrahls ermittelt.

Foto: Sander

Auf Letzteren lassen sich auch Leiterplatten herstellen. Ist nur eine Seite zu fräsen, gibt es keine Probleme. Bei einer zweiseitigen Platine ist diese nach dem Fräsen jedoch umzudrehen und sehr genau neu zu positionieren, um ein deckungsgleiches Layout zu erhalten. Dazu werden meistens taktile Messungen durchgeführt. Alternativ ist mit dem Einbau von Passstiften die Position in der Regel ausreichend genau einstellbar.

Die nachfolgende Kontrolle der Einstellung erhöht die Genauigkeit. Ein optisches Verfahren nach dem Prinzip der Lichtschranken, wie es schon 1991 vorgestellt wurde [1], ist dabei nutzbar. Dafür sind in der Platine mindestens zwei Bohrungen in dem Abstand erforderlich, den die darüber und darunter paarweise angeordneten Leucht- und Fotodioden haben. Befindet sich die Platine in der korrekten Position auf dem Frästisch, treffen die Lichtstrahlen der Leuchtdioden durch die Bohrungen auf die Fotodioden. Ist die Ausrichtung nicht korrekt, wird nur eine oder gar keine Fotodiode bestrahlt. Prinzipiell funktioniert dieses Verfahren, aber es ist nicht sehr genau.

gegebenenfalls automatisch korrigieren. Dreht sich z. B. bei der optischen Datenübertragung das Empfangssystem durch starken Wind aus Richtung Sender, kann mit dem hier beschriebenen Verfahren die Ausrichtung erkannt und nachgeregelt werden. Dazu nachfolgend mehr.

Das Prinzip ist auch bei sehr stark bündelnden Richtantennen anwendbar, wenn sich diese an exponierter Stelle befinden und somit starken Winden ausgesetzt sind, die eventuell eine Korrektur der Ausrichtung erfordern. An der Antenne wird zu diesem Zweck eine Vierquadranten-Fotodiode befestigt. Im Abstand von etwa 1 m ist eine Laserdiode an einem im Vergleich zur Antenne stabileren Ort fest anzubringen. Deren Strahl trifft dann auf die Fotodiode. Dreht sich die Antenne um einen sehr geringen Winkel oder wackelt sie, lässt sich dies bereits vor dem Ausfall der Funkverbindung erkennen und ggf. korrigieren.

■ Vierquadranten-Fotodiode

Bevor wir zur Schaltung kommen, erläutere ich das Funktionsprinzip einer Vierquadranten-Fotodiode. In Bild 2 ist der Auf-

bau dargestellt. Auf der Chipfläche befinden sich vier Fotodioden. Deren Abstand ist, abhängig vom Typ, mit etwa 0,01 mm sehr gering. Während die Katoden an einem gemeinsamen Anschluss liegen, sind die Anoden getrennt herausgeführt. Auf diese Weise sind die Ströme der Dioden einzeln messbar.

Bild 5 verdeutlicht das Prinzip, wenn sich der Lichtstrahl über die Fläche bewegt. Trifft er exakt auf den Mittelpunkt, ist keine der Flächen vollständig beleuchtet. Die Ausgangsströme aller Fotodioden sind gleich, erreichen jedoch nicht den Maximalwert. Verschiebt sich der Lichtstrahl etwas z. B. in Richtung der ersten Fotodiode, steigt der Strom I_1 , die anderen Ströme sinken. Am geringsten ist dann der Wert I_4 , da dort die beleuchtete Fläche am kleinsten ist. Trifft der Lichtstrahl nur auf die erste Fotodiode, erreicht I_1 den Maximalwert. Die anderen Ströme I_2, I_3 und I_4 liegen bei 0.

Der Lichtstrahl muss nicht scharf gebündelt sein, wie in Bild 5 dargestellt. Er darf mit geringerer Stärke auch noch die anderen Fotodioden treffen. Entscheidend für die Positionsmessung ist das Verhältnis der Ströme der vier Fotodioden. Die Berechnung der X- und Y-Position erfolgt nach diesen beiden Formeln:

$$X = \frac{(I_1 + I_3) - (I_2 + I_4)}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}$$

$$Y = \frac{(I_1 + I_2) - (I_3 + I_4)}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}$$

Dabei entspricht der Mittelpunkt zwischen den vier Fotodioden dem Nullpunkt für X und Y. Aus den Formeln lässt sich leicht erkennen, dass es nur um das Verhältnis zwischen den Teilströmen bei einer Positionsänderung geht. Ein Wert in Millimeter entsteht bei der Division von Strömen nicht. Der Mittelpunkt lässt sich leicht erkennen, da dann $X = 0$ und $Y = 0$ sind.

Mit dem gleichen Verfahren sind Anwendungen zur Gestenerkennung möglich. In einer

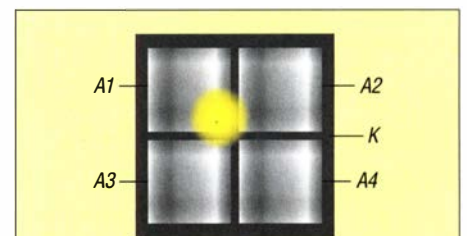


Bild 2: Auf dem Chip handelsüblicher Vierquadranten-Fotodioden sitzen vier Einzelfotodioden in geringem Abstand.

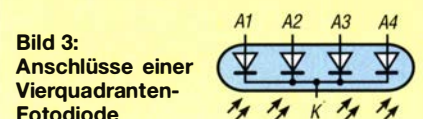


Bild 3: Anschlüsse einer Vierquadranten-Fotodiode

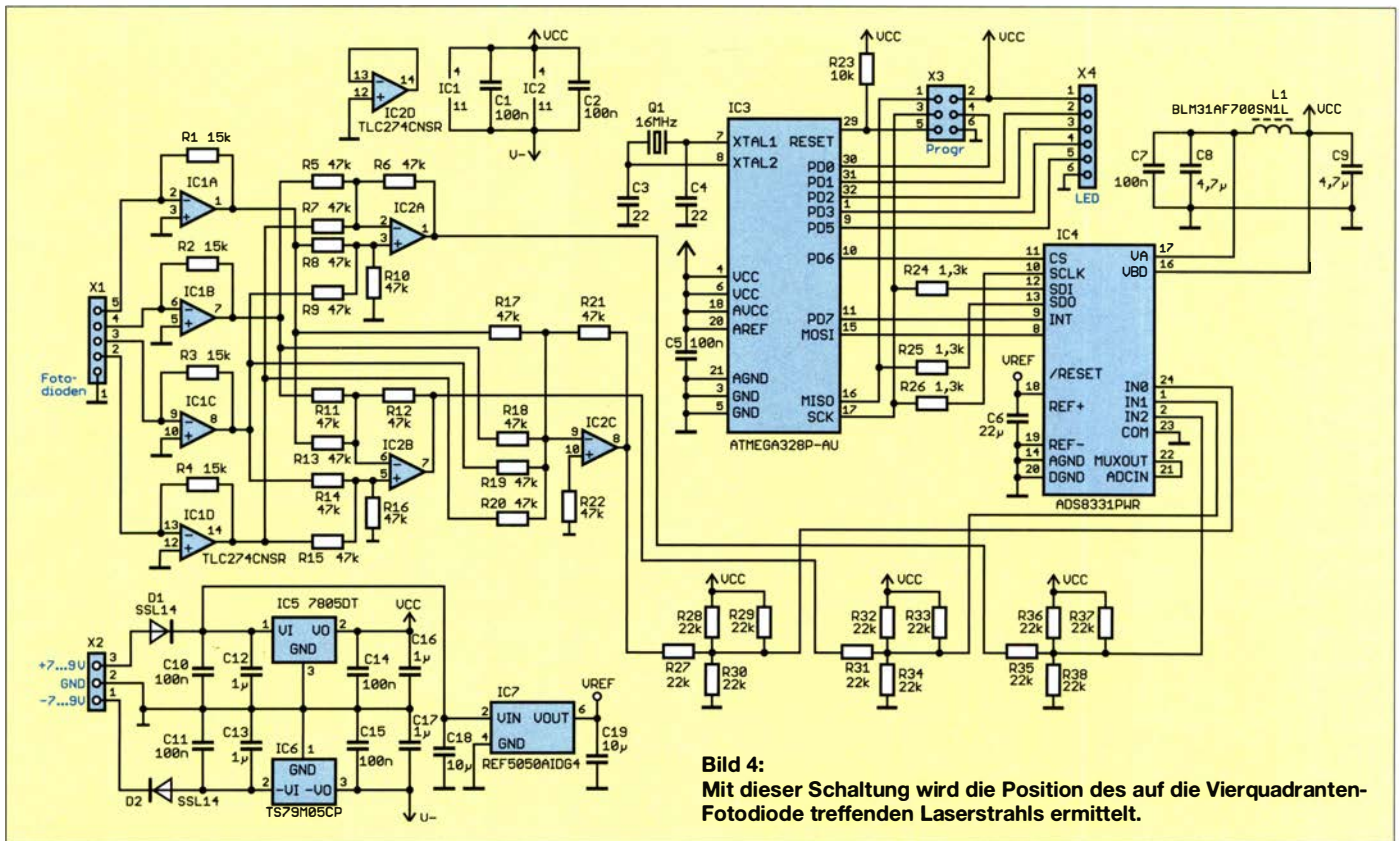


Bild 4: Mit dieser Schaltung wird die Position des auf die Vierquadranten-Fotodiode treffenden Laserstrahls ermittelt.

Ebene mit den vier Fotodioden befindet sich dann eine Lichtquelle. Ist ein Objekt genau in der Mitte vor den Fotodioden vorhanden, trifft sie das vom Objekt reflektierte Licht annähernd gleichmäßig. Bewegt sich nun eine Hand vor der Fläche, wie z. B. im Datenblatt des ADPD2140 [2] als Applikation beschrieben, wird der Richtungswinkel erkannt. Sind größere Entfernungen zwischen Sender und Empfänger vorhanden, wie z. B. bei der optischen Datenübertragung durch die Luft mittels eines Laserstrahls, so ist

dafür keine als fertiges Bauelement verfügbare Vierquadranten-Fotodiode erforderlich. Auf der Empfangsseite befindet sich in der Mitte die für die Datenübertragung genutzte Fotodiode. In einem Abstand von wenigen Zentimetern sind dann um diese herum vier weitere Fotodioden angeordnet, die zur Erkennung der Position des Laserstrahls dienen.

Anhand der gemessenen Fotodiodenströme lässt sich die Richtungsabweichung zum Sender genau berechnen und bei stärkeren Änderungen, z. B. durch eine vom Wind bewegte Empfangsanlage, automatisch korrigieren. Vor den Fotodioden sind wegen des Umgebungslichts entsprechende Filter notwendig. Dieses Verfahren habe ich bereits 1999 als Bestandteil des Entwicklungsauftrags für ein kommerzielles Laser-richtfunksystem entwickelt.

dioden erzeugten Ströme. Die Widerstandswerte sind hier für die direkte Bestrahlung mit einem Laserstrahl ausgelegt. Bei Anwendungen mit geringerer Lichtstärke sind sie entsprechend anzupassen.

Über die Operationsverstärker IC2A und IC2B erfolgt die Addition und Subtraktion der von den Fotodioden über IC1 gelieferten Spannungswerte entsprechend der bereits angegebenen Formeln. Dabei wird über IC2A der Wert in X-Richtung und über IC2B der Wert in Y-Richtung berechnet. IC2C bildet die Summe der Ausgangsspannungen aller vier Fotodioden. Anschließend erfolgt die Division im Mikrocontroller. Mit dieser vorrangig analogen Schaltung ist eine zeitlich genaue Messung gewährleistet. Als Mikrocontroller kommt der ATmega 328P-AU zum Einsatz. Er ist zwar bereits mit einem A/D-Umsetzer ausgestattet, doch dieser besitzt nur 10 Bit Auflösung. Im

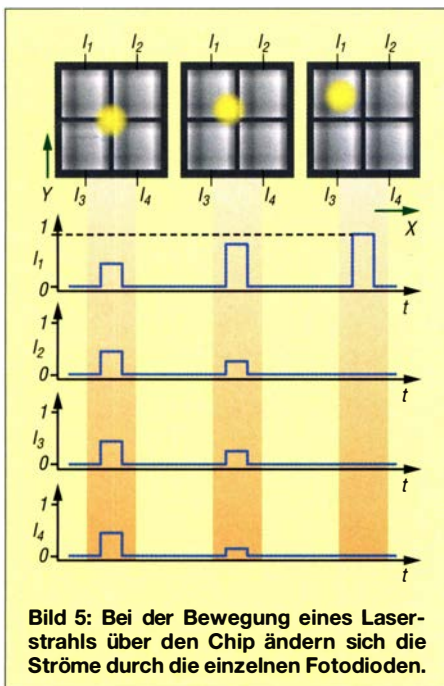


Bild 5: Bei der Bewegung eines Laserstrahls über den Chip ändern sich die Ströme durch die einzelnen Fotodioden.

■ Schaltung

Bei vielen Anwendungen treten physikalische Nebeneffekte auf, sodass später Erweiterungen erforderlich sein können. Dazu gehören z. B. die Auswirkungen von Temperaturänderungen und des Umgebungslichts. Mit der in Bild 4 dargestellten Schaltung lassen sich jedoch gut erste Erfahrungen bei Versuchen gewinnen. Die Vierquadranten-Fotodiode oder die einzelnen Fotodioden sind an X1 anzuschließen. Die genauere Beschreibung folgt im Abschnitt *Nachbau*. Die vier Operationsverstärker IC1A bis IC1D arbeiten als Stromspannungswandler für die von den Foto-

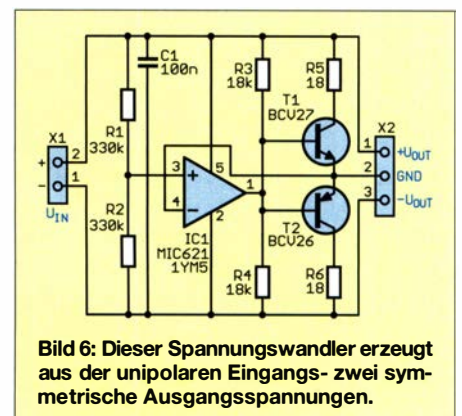


Bild 6: Dieser Spannungswandler erzeugt aus der unipolaren Eingangs- zwei symmetrische Ausgangsspannungen.

Interesse einer höheren Präzision wird daher der A/D-Umsetzer ADS8331PWR verwendet. Dieser hat 16 Bit Auflösung und ist über den SPI-Bus an den Mikrocontroller angeschlossen. Von den verfügbaren acht Kanälen werden nur drei genutzt.

Der A/D-Umsetzer ist nur für unipolare Eingangsspannungen geeignet. Die Operationsverstärker werden hier mit bipolarer Spannung betrieben, sodass entsprechend dem jeweiligen Richtungswert somit auch negative Ausgangsspannungen entstehen können. Um die Spannungswerte von -5 V bis 5 V am Ausgang der Operationsverstärker in den Bereich von 0 V bis 5 V anzuheben, werden für jeden Kanal vier Widerstände eingesetzt, in Bild 4 sind dies R27 bis R38.

Die Ausgangsspannung der Operationsverstärker liegt im Bereich von -5 V bis $+5\text{ V}$. Diesen Wert halbiert z. B. der Spannungssteiler aus R27 und R30. Anschließend addieren an dieser Stelle R28 und R29 eine Spannung, sodass die Ausgangsspannung der Operationsverstärker letztendlich von -5 V bis $+5\text{ V}$ in den für den A/D-Umsetzer erforderlichen Bereich von 0 V bis $+5\text{ V}$ umgesetzt wird.

Über X4 erfolgt die Ausgabe von Signalen zur Steuerung des benutzten mechanischen Systems oder zur Anzeige.

Zur symmetrischen Spannungsversorgung für die Operationsverstärker sind die beiden linearen 5-V-Spannungsregler IC5 und IC6 vorgesehen. Die gesamte Schaltung ist deshalb mit einer positiven und einer negativen Spannung von jeweils 7 V bis 9 V zu versorgen.

Zur Vereinfachung der Spannungsversorgung lässt sich die Zusatzschaltung gemäß Bild 6 nutzen. Diese erzeugt zwei symmetrische Ausgangsspannungen, d. h., die Eingangsspannung wird in eine positive und eine negative Spannung aufgeteilt. Beide Werte sind identisch, nur die Polarität ist unterschiedlich.

Der hier eingesetzte Operationsverstärker MIC6211 ist bis 30 V nutzbar, sodass da-

mit die Schaltung für diese Anwendung mit 14 V bis 18 V versorgt werden kann. Um die Strombelastbarkeit des Moduls zu erhöhen, sind dem Operationsverstärker zwei Transistoren nachgeschaltet, die jeweils 1 A Maximalstrom zulassen.

■ Nachbau

Für das System mit der Vierquadranten-Fotodiode habe ich zwei Platinen entwickelt. Das Modul für die Fotodioden hat die Abmessungen $97\text{ mm} \times 44\text{ mm}$, die Platine zur Erzeugung der symmetrischen Spannung ist nur $28,4\text{ mm} \times 17,2\text{ mm}$ groß. Die Layouts der Ober- und Unterseite beider Platinen stehen im Download-Bereich auf www.funkamateur.de zum Herunterladen bereit. Auf Anfrage sind die Platinen einzeln, als Teil eines Bausatzes oder als fertig bestückte Baugruppe bei [3] verfügbar.

In Bild 8 ist der Bestückungsplan der Platine für die Vierquadranten-Fotodiode dargestellt. Die Bestückung erfolgt mit SMD-Bauelementen und ist mit einem HandlötKolben, dünnem Lötzinndraht und einem zusätzlichen Flussmittelstift problemlos möglich. Zur Vereinfachung sind zuerst die Schaltkreise und danach die passiven Bauelemente zu bestücken. Hinweis: Die ICs reagieren empfindlich auf elektrostatische Entladungen.

Bei der Platine zur Spannungsversorgung lässt sich die Bestückung schneller durchführen, denn die Zahl der Bauelemente ist geringer. Der Bestückungsplan ist in Bild 7 zu sehen.

Für präzise Messungen dürfen die Widerstände beider Baugruppen nur eine geringe Toleranz besitzen. Für einige Anwendungen sind 1% ausreichend, besser sind jedoch nur $0,5\%$ Toleranz.

Zum Schluss sind die Baugruppen zur Stromversorgung mit der Fotodiodenbaugruppe zu verbinden sowie ein Netzteil mit 14 V bis 18 V Gleichspannung und die Vierquadranten-Fotodiode an X1 anzuschließen. Dabei ist die bei [3] verfügbare ADPD2140 einsetzbar. Zusätzlich wird eine Version angeboten, bei der dieser Sensor bereits auf einer $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ großen Adapterplatine bestückt ist. Diese kleine Platine ist gut für den Einbau in Geräten

Zuordnung Fotodiode – LED

X1	Fotodiode	LED	X4
Pin 5	Anode 1	→ LED1	Pin 2
Pin 4	Anode 2	→ LED2	Pin 3
Pin 3	Anode 3	→ LED3	Pin 4
Pin 2	Anode 4	→ LED4	Pin 5
Pin 1	Katode	U_B	Pin 1

nutzbar. Zusätzlich sind Angaben zur X- und Y-Richtung und die Zuordnung der Pins aufgedruckt.

Alternativ zur Vierquadranten-Fotodiode sind auch vier herkömmliche Fotodioden zu experimentellen Zwecken anschließbar. Deren Anordnung muss in einem Quadrat erfolgen. Je größer der Abstand zwischen Laser- und Fotodioden ist, desto größer darf die Kantenlänge des Quadrats sein. Es ist ratsam, den optimalen Abstand experimentell zu ermitteln.

Die Zuordnung Vierquadranten-Fotodiode zu den Pins des Fotodiodenmoduls ist der Tabelle zu entnehmen.

■ Firmware

Das Steuerprogramm ist vom Aufbau des Systems und der jeweiligen Anwendung abhängig. Eine allgemeine Version für alle Anwendungen kann es daher nicht geben. Deshalb habe ich für Versuchszwecke nur eine einfache Firmware mit dem Compiler BASCOM-AVR geschrieben. Der Quelltext für bereits programmierte Mikrocontroller wird bei Bausätzen mitgeliefert.

Mit der Firmware ist ein einfacher Test des Verfahrens möglich. An X4 lassen sich über Vorwiderständen die Katoden von vier LEDs zur Kontrolle der Eingangssignale anschließen. Deren Anoden sind mit dem Pluspol der Versorgungsspannung zu verbinden.

Die Zuordnung der Pins ist aus der Tabelle ersichtlich. Die Firmware steuert die Helligkeit der LEDs nach dem Verfahren der Pulsweitenmodulation entsprechend den Strömen durch die Fotodioden. Bei Bewegung eines Laserstrahls über die vier an X1 angeschlossenen Fotodioden lässt sich somit dessen Position anhand der Helligkeit der LEDs erkennen.

Alternativ können an X4 auch Tiefpassfilter angeschlossen werden, die die PWM-Signale so weit glätten, dass sie sich auf einem Oszilloskop gut anzeigen lassen.

Für alle über den Testaufbau hinausgehenden Anwendungen muss jeder Nutzer selbst eine passende Firmware entwickeln.

k.sander@s-elabor.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Gräber, A.; Seib, R.: Präzisionsschalter mit Vierquadranten-Fotodiode. *Elektronik* 40 (1991) H. 25, S. 92–99
- [2] Analog Devices: Datenblatt ADPD2140. www.analog.com → Search: ADPD2140
- [3] Sander electronic: www.sander-electronic.de

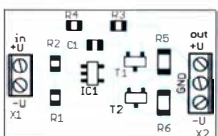


Bild 7: Bestückungsplan des Spannungswandlers; Maße $28,4\text{ mm} \times 17,2\text{ mm}$, M 1:1

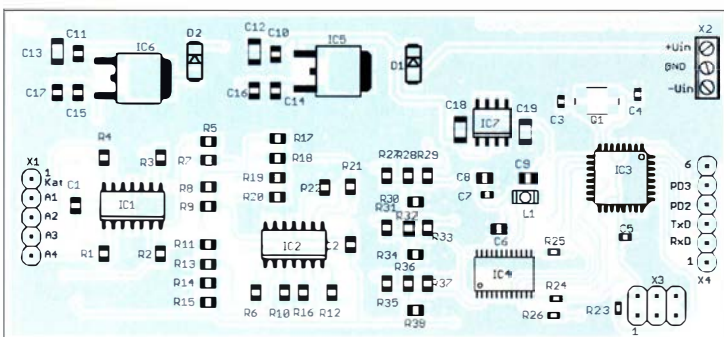


Bild 8: Bestückungsplan der Platine des Fotodiodenmoduls; Abmessungen $97\text{ mm} \times 44\text{ mm}$, M 1:1

N-Kanal-Dualgate-MOSFET

Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Drain-Source-Spannung	U_{DS}		20	V
Drain-Strom	I_D		20	mA
Gate-1-Strom	I_{G1}		±10	mA
Gate-2-Strom	I_{G2}		±10	mA
Gesamtverlustleistung bei $\vartheta_B = 75^\circ\text{C}$	P_{Vges}		225	mW
Sperrschichttemperatur	ϑ_j		150	°C

Kennwerte ($\vartheta_B = 25^\circ\text{C}, f = 1\text{ MHz}$)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Durchbruchspannung					
Gate-1-Source ¹⁾	$U_{G1S\max}$	6		±6	V
Gate-2-Source ²⁾	$U_{G2S\max}$	6		±6	V
Sperrspannung					
Gate-1-Source ³⁾	U_{G1S}			-2,5	V
Gate-2-Source ⁴⁾	U_{G2S}			-2,5	V
Drain-Source-Strom ⁵⁾	I_{DS}	4		25	mA
Sperrstrom					
Gate 1 ⁶⁾ ,	I_{G1}			±50	nA
Gate 2 ⁷⁾	I_{G2}			±50	nA
Steilheit	$ y_{fs} $	10	14		mS
Eingangskapazität					
Gate 1	C_{EG1}		2,1		pF
Gate 2	C_{EG2}		1,0		pF
Ausgangskapazität	C_{AD}		1,1		pF
Rückwärtstransferkapazität	C_R		20		fF
Rauschmaß bei					
$f = 100\text{ MHz}, G_S = 1\text{ mS}^8)$	NF		0,7	1,7	dB
$f = 200\text{ MHz}, G_S = 2\text{ mS}^8)$	NF		1,0	2,0	dB
Übertragungsgewinn bei $G_L = 0,5\text{ mS}^9)$					
$f = 100\text{ MHz}, G_S = 1\text{ mS}^8)$	V		0,7	29	dB
$f = 200\text{ MHz}, G_S = 2\text{ mS}^8)$	V		1,0	26	dB
thermischer Widerstand von					
Sperrschicht zur Umgebung ¹⁰⁾	R_{th}		335		K/W

¹⁾ $U_{DS} = U_{G2S} = 0\text{ V}, I_{G1S} = \pm 10\text{ mA}$

²⁾ $U_{DS} = U_{G1S} = 0\text{ V}, I_{G2S} = \pm 10\text{ mA}$

³⁾ $U_{DS} = 10\text{ V}, U_{G2S} = 4\text{ V}, I_D = 20\text{ }\mu\text{A}$

⁴⁾ $U_{DS} = 10\text{ V}, U_{G1S} = 0\text{ V}, I_D = 20\text{ }\mu\text{A}$

⁵⁾ $U_{DS} = 10\text{ V}, U_{G2S} = 4\text{ V}, U_{G1S} = 0\text{ V}$

⁶⁾ $U_{DS} = 0\text{ V}, U_{G2S} = 0\text{ V}, U_{G1S} = \pm 5\text{ V}$

⁷⁾ $U_{DS} = 0\text{ V}, U_{G1S} = 0\text{ V}, U_{G2S} = \pm 5\text{ V}$

⁸⁾ $G_S = \text{Generatorleitwert}$

⁹⁾ $G_L = \text{Lastleitwert}$

¹⁰⁾ bei Montage auf 1,5 mm dicker Leiterplatte mit 35 μm Kupfereauflage und 35 mm × 40 mm Abmessung

Kurzcharakteristik

- kurzer halbleitender Kanal
- hohes Verhältnis aus Kopplungsleitwert und Eingangskapazität
- Drain-Source-Strom bis 25 mA
- Frequenz bis 200 MHz
- SOT-103-Gehäuse (SMD)

Beschreibung

Der BF981 ist ein Verarmungstyp von Dualgate-MOSFETs auf Siliziumbasis im Miniaturplastikgehäuse SOT-103, bei dem der Source-Anschluss und das Substrat elektrisch verbunden sind. Er ist gegen zu hohe Eingangsspannungen durch integrierte Dioden (Katode-an-Katode) zwischen den beiden Gate-Anschlüssen und dem Source-Anschluss geschützt.

Zwar erfolgt die Lieferung des Bauteils in einer antistatischen Verpackung, trotzdem sind die Gate-Source-Strecken gegen statische Entladungen während des Transports und beim Einbau zu schützen.

Anwendungsbereiche des Transistors sind rauscharme Leistungsverstärker bis zu Frequenzen von 200 MHz mit fester oder variabler Verstärkung.

Bereits 1981 begann die Produktion dieses immer noch erhältlichen und weiterhin besonders bei Hobbyanwendungen eingesetzten Bauelements.

Innenschaltung

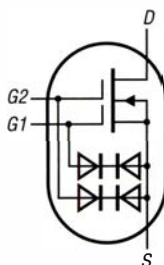


Bild 1: Innenschaltung BF981

Anschlussbelegung

- Pin 1: Source (S)
- Pin 2: Drain (D)
- Pin 3: Gate 2 (G2)
- Pin 4: Gate 1 (G1)

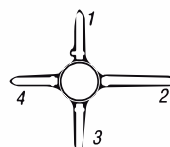


Bild 2: Pinbelegung

Hersteller

NXP Semiconductors, Eindhoven, Niederlande; www.nxp.com

Bezugsquelle

FA-Leserservice BF981 (SOT-103)

Wichtige Diagramme

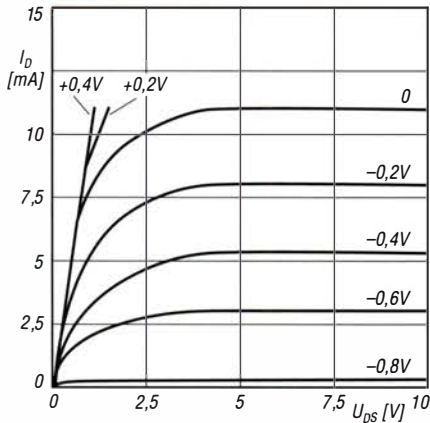


Bild 3: Abhängigkeit des Drain-Stroms I_D von der Drain-Source-Spannung U_{DS} bei unterschiedlichen Gate-1-Source-Spannungen U_{G1S} und $U_{G2S} = 4\text{ V}$

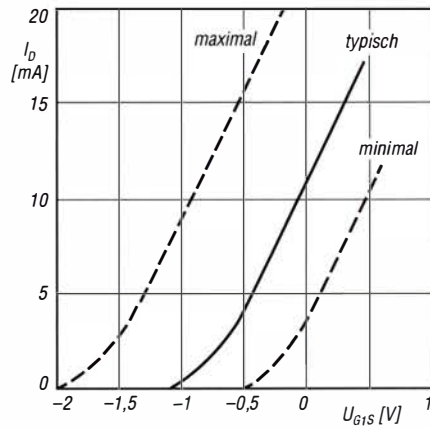


Bild 4: Abhängigkeit des Drain-Stroms I_D von der Gate-1-Source-Spannung U_{G1S} bei $U_{DS} = 10\text{ V}$ und $U_{G2S} = 4\text{ V}$

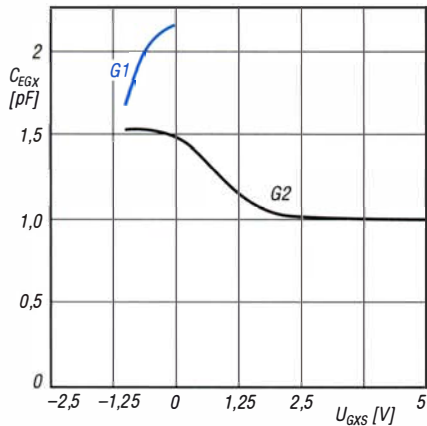


Bild 5: Abhängigkeit der Eingangskapazität C_{EG1} und C_{EG2} an G1 bzw. G2 von der Gate-Source-Spannung U_{GXS} bei $U_{DS} = 10\text{ V}$, $U_{G2S} = 4\text{ V}$ bzw. $U_{G1S} = 0\text{ V}$ und $f = 1\text{ MHz}$

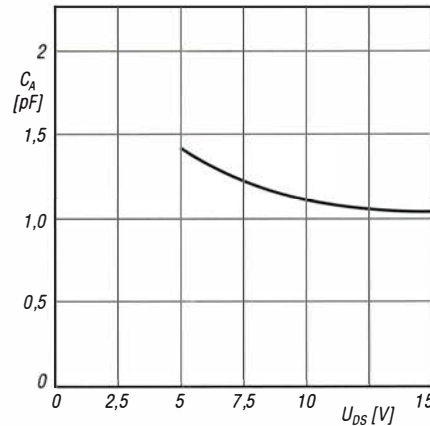


Bild 6: Abhängigkeit der Ausgangskapazität C_A von der Drain-Source-Spannung U_{DS} bei $U_{G2S} = 4\text{ V}$, $I_D = 10\text{ mA}$ und $f = 1\text{ MHz}$

Applikationsschaltung

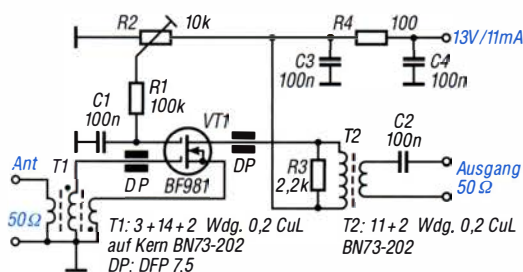


Bild 7: BF981 in einem großsignalfesten Vorverstärker für Lowband-Empfang [1]

Literatur

- [1] Kunze, C., DK6ED: Großsignalfester und breitbandiger Vorverstärker für Lowband-Empfang. FUNKAMATEUR 67 (2018) H. 8, S. 754--756



Sender

Sendeleistung	VHF	UHF
HI	50 W	50 W
MD	25 W	25 W
LO	5 W	5 W
Nebenwellenunterdrückung	≥ 60 dB	≥ 60 dB
Mikrofonimpedanz	2 kΩ	2 kΩ
Impedanz der Data-Buchse	10 kΩ	10 kΩ

Empfänger

	Band A (oben)	Band B (unten)
Prinzip	Doppelsuperhet	Doppelsuperhet
Zwischenfrequenzen		
1. ZF	58,05 MHz	57,15 MHz
2. ZF	450 kHz	450 kHz
NF-Leistung (@ K = 10 %, 8 Ω)	3 W	3 W
FM-Empfindlichkeit (12 dB SINAD) ¹⁾	0,2 μV	0,2 μV
Selektivität (@ NFM/AM, -6/-60 dB)	> 12 kHz/30 kHz	> 12 kHz/30 kHz

¹⁾ innerhalb der Amateurbänder

Besonderheiten

- hochauflösendes TFT-Farbdisplay (2 Zoll) mit einstellbarer Helligkeit
- gleichzeitiger Empfang (V+V/U+U+V)
- AMS-Funktion erkennt die Sendart und wählt diese für den Empfang
- 1104 Speicher
- Bluetooth eingebaut (Zubehör erforderlich)
- GPS-Empfänger eingebaut
- APRS-Funktionen (gesonderte APRS-Bedienungsanleitung erhältlich)
- Bandskop (61 Kanäle)
- Timer (Uhr, Stoppuhr, Countdown)
- Bedienteil abgesetzt montierbar
- Abstimmschrittweiten 5/6,25/8,33/10/12,5/15/20/25/30/50/100 kHz
- dreistufige Wahl der Sendeleistung
- Speicherkanäle benennbar
- CTCSS/DCS-Coder und -Decoder
- DTMF-Mikrofon
- WIRES-X-kompatibel
- Aufzeichnungsfunktion für Empfangs- und Sendesignale
- digitale Gruppenmonitor-Funktion
- diverse Suchauffunktionen
- AX25-Modem für 1k2 und 9k6 bps
- Duplexer eingebaut
- zahlreiche Funktionen vom Mikrofon aus steuerbar
- TOT- und APO-Funktion
- Slot für Micro-SD-Karte
- Data-Buchse zum Anschluss eines PC
- Cloning-Funktion
- optionales Kamera-Lautsprecher-Mikrofon MH-85A11U
- umfangreiches Zubehör lieferbar

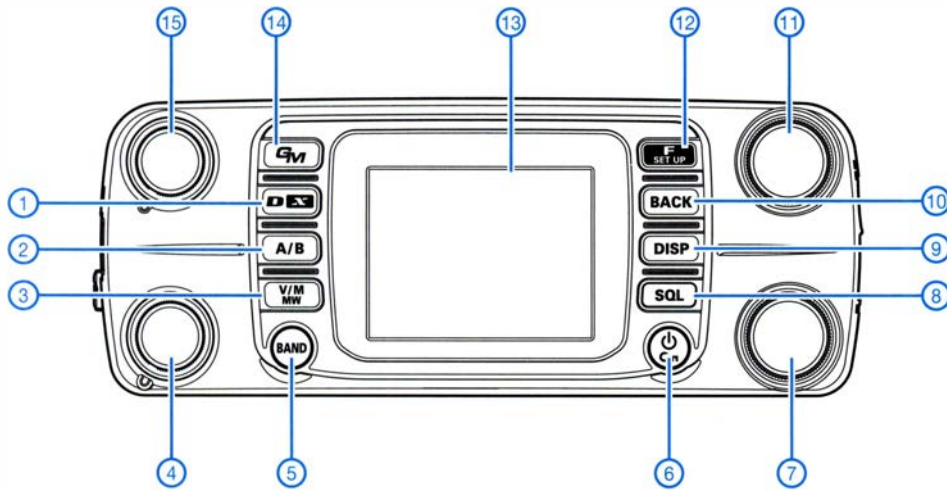
Allgemeines

Dualband-Analog/Digital-Mobiltransceiver für 2 m und 70 cm mit GPS- und AM/FM-Breitbandempfänger	
Hersteller:	Yaesu Musen Co. Ltd., Japan
Markteinführung:	6/2020
Preis:	499 € (Straßenpreis 8/2020)
TX-Bereiche:	144 ... 146 MHz 430 ... 440 MHz
RX-Bereich:	108 ... 1000 MHz
TX-Sendarten:	FM (F1D, F2D, F3E), C4FM (F7W)
RX-Sendarten:	FM (F3E), C4FM (F7W) und AM (nur im Flugfunkband)
Antennenanschluss:	50 Ω (PL-Buchse)
Betriebsspannung:	13,8 V (11,7 ... 15,8 V) Minus an Masse
Stromaufnahme:	
Senden	11 A bei 50 W
Empfang	0,5 A
Temperaturbereich:	-20 °C ... +60 °C
Frequenzstabilität:	±2,5 ppm
Maße (B x H x T):	
Bedienteil:	139 x 53 x 18 mm ³
Transceiver-Einheit:	139 x 42 x 132 mm ³
Gesamtmasse:	1,1 kg

Lieferumfang

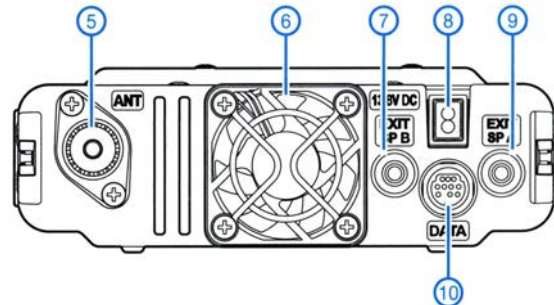
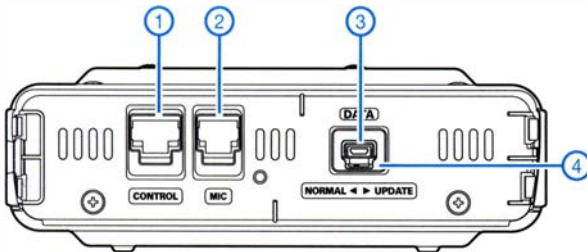
Transceiver-Einheit, Bedienteil, DTMF-Handmikrofon SSM-85D, Stromversorgungskabel mit Sicherungshalter, Ersatzsicherung (15 A), Separationskabel (3 m), Halterungen für Transceiver-Einheit und Bedienteil, USB-Kabel, Anleitung, Garantiekarte

Frontseite des Bedienteils

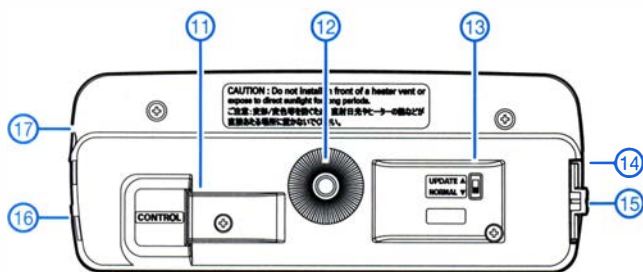


- 1 - Sendeartentaste/Wires-X
- 2 - Taste zur Umschaltung des Betriebsbandes
- 3 - VFO-/Speicherbetrieb/ Speicherschreibtaste
- 4 - Lautstärkesteller für (unteres) Band B
- 5 - Bandwahltaste
- 6 - Ein/Aus-Taste/ Verriegelungstaste
- 7 - Abstimmknopf für (unteres) Band B
- 8 - Squelch-Taste
- 9 - Taste für Scope-Display
- 10 - Taste zur Rückkehr zur vorherigen Anzeige
- 11 - Abstimmknopf für (oberes) Band A
- 12 - Taste für Funktionsmenüs/ Setmenüs
- 13 - Farbdisplay
- 14 - Taste für Group-Monitor-Funktion
- 15 - Lautstärkesteller für (oberes) Band A

Vorder- und Rückseite der Transceiver-Einheit



Rückseite des Bedienteils



- 1 - Buchse für Bedienteil
- 2 - Mikrofonbuchse
- 3 - Data-Buchse für Firmware-Updates
- 4 - Schalter für den Update-Modus
- 5 - Antennenbuchse
- 6 - Lüfter
- 7 - Buchse für externen Lautsprecher des Bandes B
- 8 - Buchse für DC-Kabel
- 9 - Buchse für externen Lautsprecher des Bandes A
- 10 - Data-Buchse für Fernbedienung usw.
- 11 - Buchse zur Verbindung mit der Transceiver-Einheit
- 12 - Befestigung
- 13 - Schalter für den Update-Modus
- 14 - Slot für Micro-SD-Karte (seitlich)
- 15 - Entriegelung (seitlich)
- 16 - Data-Buchse (seitlich)
- 17 - Buchse für externen GPS-Empfänger (seitlich)

Zubehör, optional

MH-85A11U	Kamera-Lautsprecher-Mikrofon
MH-42C6J	Handmikrofon
SSM-BT10	Bluetooth-Headset
MLS-100	externer Lautsprecher
FVS-2	Voice-Guide-Einheit
MMB-98	Saugnapfhalterung für Bedienteil
SCU-41	Ladekabel für Bluetooth-Headset
SCU-23	Mikrofonverlängerungskabel (3 m)
MEK-2	Mikrofonverlängerungssatz (3 m) für SSM-85D und MH-42C6J
SCU-47	Steuerkabel (6 m)
CT-166	Cloning-Kabel
SCU-40	WIRES-X-Verbindungskabelsatz
CT-163	Daten-Kabel (DIN 10-polig auf DIN 6-polig und Sub-D 9-polig)
CT-164	Daten-Kabel (DIN 10-polig auf DIN 6-polig)
CT-165	Daten-Kabel (DIN 10-polig auf Sub-D 9-polig)
CT-167	Daten-Kabel (DIN 10-polig auf 10 Einzeladern)

Handmikrofon SSD-85D



- 1 - TX-LED
- 2 - PTT-Taste
- 3 - DTMF-Tastatur
- 4 - P1/P2/P3/P4-Tasten
- 5 - Stummschalttaste
- 6 - Up/Down-Tasten
- 7 - Mikrofon

Wissenswertes zu Durchkontaktierungen

Dr. GUIDO SCHÖNWÄLDER – DL1DBL

Durchkontaktierungen in Platinen herzustellen, scheint heute keine große Sache mehr zu sein. Doch die Tücke liegt im Detail. Die Methoden reichen von einfachen beidseitig angelöteten kurzen Drähten über Hohlriete bis hin zur chemischen bzw. galvanischen Durchkontaktierung der Bohr-löcher.

Schnell, einfach, günstig und sicher sollte das auch im Hobbybereich eingesetzte Wunschverfahren sein. Welche Methode wann zum Einsatz kommen kann und wann genau welches Verfahren nicht verwendet werden sollte, ist für eine vorausschauende Fertigungsplanung von Selbstbau-projekten immer wieder eine Herausforderung. Einige der gegebenen Hinweise sollten bereits beim Entwurf berücksichtigt werden.

Träger für Bauelemente unterschiedlicher Art ist die Leiterplatte, unbestückt auch Platine genannt. Da fast jedes elektronische Gerät ein oder mehrere Leiterplatten enthält, sind uns diese aus elektrisch isolierendem Material gefertigten und mit Leiterbahnen versehenen Bauteilträger scheinbar vertraut.

tion (PCB, engl. *Printed Circuit Board*) bezeichnete Platine der elektrischer Verbindung. Bei steigender Bauteilanzahl auf einer Platine und komplexeren Schaltungen kommt es unweigerlich vermehrt zu möglichen Kollisionen der Leiterbahnen untereinander. In solchen Fällen kann man sich bei Lochrasterplatinen noch mit Drahtbrücken behelfen. Bei gedruckten Schaltungen wird man versuchen, mithilfe einer Durchkontaktierung zwischen Ober- und Unterseite, die Schaltung so zu entflechten, dass keine Drahtbrücken erforderlich sind, Bild 1.

Im Gleichstrom- und NF-Bereich wird der Einfachheit halber gern ein massiver Draht als Durchkontaktierung verwendet. Im HF-Bereich kommt diese Technik schnell an ihre Grenzen, dazu nachfolgend mehr.

■ Signalleitungen auf Leiterplatten mit kontrollierter Impedanz

Während in der NF-Technik noch Signalsprünge von der Ober- zur Unterseite der Platine geduldet werden, sollte dies in der HF-Technik unterbleiben, da jede Sprungstelle eine Impedanzänderung mit entsprechender Reflexion des Signals darstellt. Signalleitungen in der Hochfrequenztechnik übertragen in der Regel keinen Gleichstrom, sondern nur Wechselstrom. Damit es auf Signalleitungen nicht zu Reflexionen kommt, müssen sie vor allem eine gleichmäßige, d. h. konstante, Impedanz haben. In der Hochfrequenztechnik haben sich Streifenleitungen mit 50 Ω Nennimpedanz durchgesetzt. Beispielsweise bei Verwendung von 1,5 mm dickem RO4003C mit 35 μm Kupferauflage sind Streifenleitungen 3,4 mm breit auszuführen.

Das NF-Rücksignal benutzt den Weg des geringsten ohmschen Widerstands, Bild 2. Im Gegensatz hierzu erfolgt der HF-Rückstromweg auf Platinen meist über eine Massefläche auf der Unterseite, Bild 3.

Das HF-Signal nutzt den Weg der günstigsten Impedanz. Der Einsatz einer Massefläche hat gerade für alle hochfrequenten Signalverbindungen sehr bedeutsame Vorteile, da die Signalarückführung aus physikalischen Gründen praktisch immer leiterbahnparallel, d. h. unter der Hinleitung, verläuft. Somit ist die unerwünschte Schleifenbildung zwischen Hin- und Rückweg des Signals bei flächiger Masse automatisch unterbunden.

Die Frage, ob Durchkontaktierungen die Impedanz einer Leitung stören und deshalb möglichst vermieden werden sollten, ist mit einem „Ja, aber ...“ zu beantworten. Ihre Vermeidung ist bei HF-Anwendungen sinnvoll, da größere Durchkontaktierungen eine erhöhte Kapazität im Vergleich zur ungestörten Signalleitung haben. Der hierdurch bedingte Abfall der Impedanz innerhalb der Durchkontaktierungsstrecke kann zu einer Übertragungsstörung der Hochfrequenz führen.

Dieser Effekt tritt aber nicht zwingend und nicht gleich stark auf. Die Stromstärke des HF-Signals multipliziert mit seiner Periodendauer ergibt die im HF-Signal pro Zeiteinheit enthaltene Ladungsmenge. Diese wird nun teilweise von der Kapazität der Durchkontaktierung absorbiert. Ist die Ladungsmenge im Vergleich zur Aufnahmefähigkeit der Durchkontaktierung groß, so wird das HF-Signal weniger geschwächt, da ihm nur wenig Ladung kapazitiv entzo-

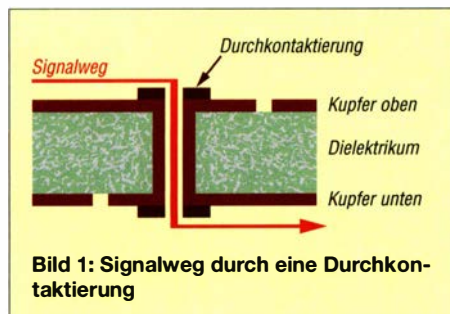


Bild 1: Signalweg durch eine Durchkontaktierung

Für experimentelle Zwecke nutzen Elektroniker und Funkamateure gerne im Raster mit Bohrungen versehene Platinen mit einseitigen oder durchkontaktierten Lötäugen. Vorzugsweise wird hier auf das übliche 2,54-mm-Raster zurückgegriffen. Verbindungen werden bei diesem Platinentyp durch Löten mit Schaltdraht sowie in Fädel- oder in Wickeltechnik hergestellt. Weisen die Platinen ein komplettes Muster aus parallelen Leiterbahnen auf, so spricht man von Lötstreifenplatinen. Das Auftrennen der Kupferstreifen ist dabei nötig, um getrennte Stromkreise zu realisieren. Zudem sind je nach Anwendungsfall kleine Hilfsplatinen bzw. Spezialplatinen, z. B. als Adapterplatine, für gängige SMD-Gehäuseformen verfügbar. Lochrasterplatinen eignen sich nicht mehr für höhere Frequenzbereiche – im Weiteren mehr dazu. Die gängigen Bearbeitungsverfahren für Platinen greifen auf Fräs- oder Ätztechniken zurück.

Neben der mechanischen Befestigung der Bauteile dient die auch als gedruckte Schal-

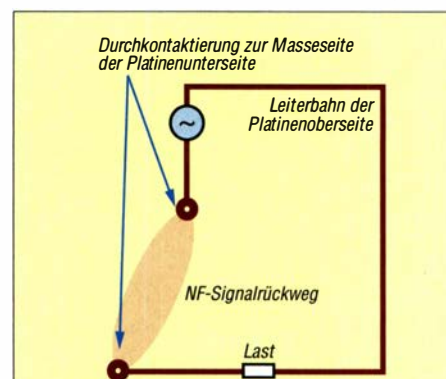


Bild 2: Vereinfachte Darstellung des Signalarückwegs im NF-Bereich

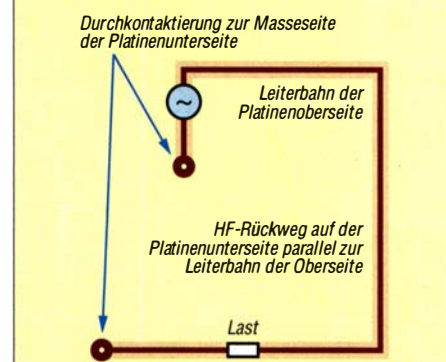


Bild 3: Vereinfachte Darstellung des Signalarückwegs im HF-Bereich

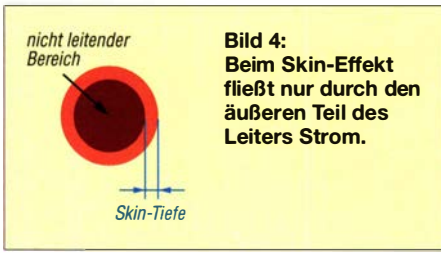


Bild 4: Beim Skin-Effekt fließt nur durch den äußeren Teil des Leiters Strom.

gen wird. Ist hingegen die Kapazität der Durchkontaktierung groß, so wird die Impulsladung kurzzeitig zum elektrischen Auffüllen der Durchkontaktierung (Kondensatorwirkung) verwendet und das HF-Signal somit gestört. Es gibt hier folglich mindestens zwei Komponenten, die das Störpotenzial der Durchkontaktierung bedingen: die Frequenz und die Signalstärke.

Zusammenwirken mehrerer Durchkontaktierungen

Einzelne Durchkontaktierungen sind für Signale mit einer Anstiegszeit größer 1 ns ohne praktische Relevanz – für kürzere Anstiegszeiten jedoch sehr wohl. Für ganze Durchkontaktierungsketten ist der Effekt noch komplexer. Sie haben deutliche Auswirkungen auf die Impedanz der gesamten Leitung.



Bild 5: Schematische Darstellung einer Wärmefalle

Bild 6: Gemischte Bauteilbestückung

Solchen Ketten bestehen aus dichten Folgen von Durchkontaktierungen mit Abständen im Millimeter- bis Zentimeterbereich. Bei ihnen wird das HF-Signal durch alle Durchkontaktierungen gleichzeitig beeinflusst. Dies führt zu einer homogenen Kapazitätserhöhung der Leitung. In diesem Falle hat die Leitung für das HF-Signal insgesamt eine vom Nennwert abweichende Impedanz. Dieser Effekt ist in kritischen Fällen im Design zu berücksichtigen.



Bild 7: Nahaufnahme einer Durchkontaktierung mit massivem, 0,6 mm dicken Draht

Skin-Effekt

Durch das elektromagnetische Feld des Stromes entstehen Wirbelströme im Leiter, die wiederum einen nicht leitenden Bereich in der Leitermitte hervorrufen. Der Leiterquerschnitt wird effektiv verringert und somit der Widerstand erhöht, siehe Bild 4.

Bei guten elektrischen Leitern kann die beim Skin-Effekt auftretende Skin-Tiefe (Leitschichtdicke) in vielen Fällen nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi}{\omega \cdot \mu}} \quad (1)$$

- δ spezifischer Widerstand des Leiters, Maßeinheit: $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$
- ω Kreisfrequenz $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, Einheit: s^{-1}
- μ absoluten Permeabilität des Leiters mit $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$; Maßeinheit: $\text{H} \cdot \text{m}^{-1}$
- μ_0 magnetische Feldkonstante
- μ_r Permeabilitätszahl

Die Skin-Tiefe trifft eine Aussage zur Wandstärke eines fiktiven Rundleiters, der für Gleichstrom den gleichen Widerstand wie ein Massivleiter aufgrund des Skin-Effektes für die betreffende Kreisfrequenz ω besitzt. Wichtig für den HF-Techniker ist, dass die Skin-Tiefe mit steigender Frequenz sinkt. Ein Leiter oder eine Durchkontaktierung sind zudem nicht etwa ideal glatt, sondern beide besitzen eine Oberflächenrauigkeit. Sinkt bei hohen Frequenzen die Skin-Tiefe unter die Oberflächenrauigkeit ab, so muss der HF-Strom einen weiteren Weg zurücklegen.

Falls sich nun der eine oder andere KW-Funkamateurer beruhigt und entspannt zurücklehnt, in der festen Überzeugung, dass alle diese Effekte doch nur den Mikrowellenbereich betreffen, der wird nun jäh seinen Träumen entrissen und zurück in die Realität katapultiert: Durchkontaktierungen stellen eine Impedanzänderung dar und rufen schon bei niedrigen Frequenzen im Megahertzbereich Reflexionen hervor. Wenn möglich sollten sie aus den anfangs bereits genannten Gründen auf dem HF-Signalweg vermieden werden.

Wärmefallen

Wird eine Durchkontaktierung in Form eines massiven Drahtes mit einer großen Leiterfläche verbunden, die den Durchführungsdraht umgibt, fließt die Wärme beim Löten zu schnell in die Umgebung ab. Es können sogenannte kalte Lötstellen entstehen. Um dies zu vermeiden, wird das Lötauge oder -pad über dünne Leitungen (Steg) mit der großen Leiterfläche verbunden, sodass eine Wärme beim Löten nicht unkontrolliert und zu schnell abfließen kann, Bild 5. Doch dieses Designmerkmal

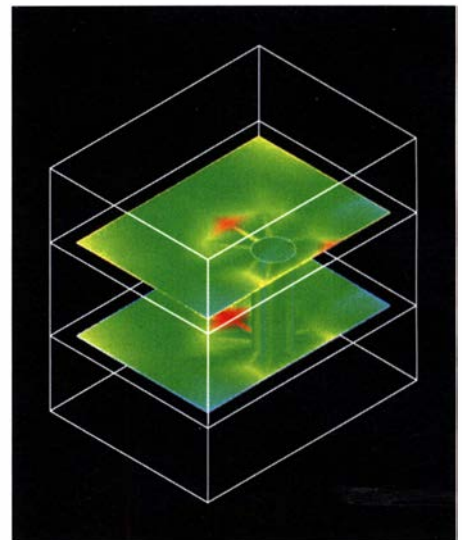


Bild 8: 3-D-Simulation einer Durchkontaktierung mit massivem Draht mit 0,6 mm Durchmesser bei 1 GHz

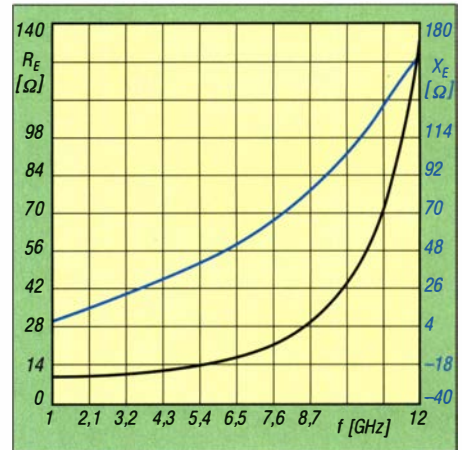


Bild 9: Mittels Genesys errechneter Impedanzverlauf einer Durchkontaktierung mit massivem Draht mit 0,6 mm Durchmesser

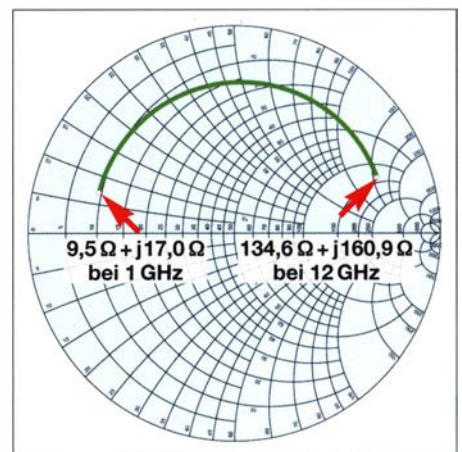


Bild 10: Impedanzverlauf einer Durchkontaktierung mit massivem, 0,6 mm dicken Draht im Smith-Diagramm

führt wiederum zu einem ungünstigen Impedanzsprung. Anwendung finden Wärmefallen oft bei der Bestückung bedrahteter Bauelemente. Durch das Verlöten des Bauteils auf Ober- und Unterseite lassen sich zwei Fliegen

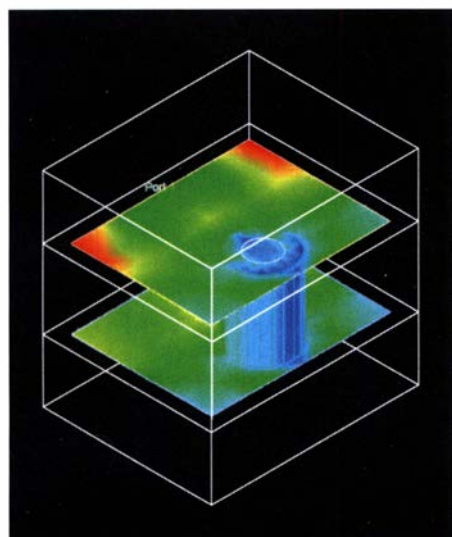


Bild 11: 3-D-Simulation einer Durchkontaktierung mit einem 0,6 mm dicken Hohlkabel bei 1 GHz

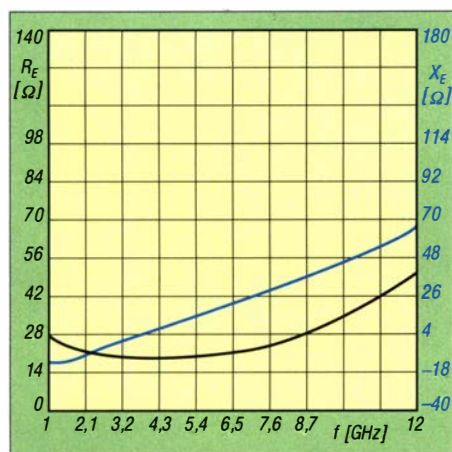


Bild 12: Mittels Genesis errechneter Impedanzverlauf einer Durchkontaktierung mit 0,6-mm-Hohlkabel

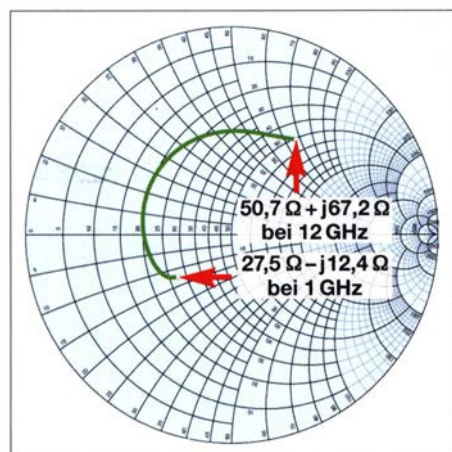


Bild 13: Impedanzverlauf einer Durchkontaktierung mit 0,6-mm-Hohlkabel im Smith-Diagramm

mit einer Klappe schlagen. Der Anschlussdraht stellt sowohl die Signalversorgung des Bauteils selbst, wie auch die Signalführung von der Ober- zur Unterseite der Platine durch das Bohrloch der Bedrahtung hindurch dar. Bild 6 zeigt die Situa-

tion der gemischten Bestückung mit Bauteilen in SMD-Gehäusen und mit Anschlussdrähten.

■ Massiver Draht als Durchkontaktierung

Bild 7 zeigt die Durchkontaktierung mittels eines massiven 0,6-mm-Drahtes. Dieser Drahtdurchmesser wird gern verwendet, da er keine zu großen Bohrlöcher erfordert.

Es ist nicht leicht, der Lötstelle aufgrund der massiven umgebenden Massefläche die benötigte Lötwärme beizubringen. Es reicht schon, wenn der LötKolben zu wenig Leistung bereitstellt, die Lötspitze zu grazil gewählt wurde oder die Temperatur des LötKolbens zu niedrig ist, um eine fehlerträchtige kalte Lötstelle zu erzeugen.

Zudem ist es handwerklich nicht einfach, bei korrekter Vorgehensweise den Draht einzulöten. Soll der vorher auf Länge zugeschnittene Draht eingelötet werden, fällt er oft von selbst aus dem Bohrloch heraus oder wird am flüssigen Lötzinn des LötKolbens hängend herausgezogen. Die oft gewählte Vorgehensweise, einen längeren Draht durch das Bohrloch zu stecken und vor dem Löten durch Umbiegen gegen Herausfallen zu sichern, ist nicht ratsam. Durch das nachträglichen Kürzen des Drahtes kann der optimale Lötverbund beeinträchtigt werden.

Das Ablängen darf nicht zu nah an der Lötstelle geschehen, da sonst der Draht der Durchkontaktierung selbst verformt wird und es hierdurch zu einem teilweisen Abreißen des Lötzinns vom Draht kommen kann. Die Folge wäre eine schleichende Korrosion, die nach längerer Zeit zu unerwünschten elektrischen Effekten führen kann, nach deren Ursache man unter Umständen sehr lange suchen muss.

Für HF-Anwendungen ist ein massiver Draht mit 0,6 mm Durchmesser als Durchkontaktierung (engl. Via) nicht ideal. Bild 8 zeigt das diesbezügliche mit der Software Keysight Genesis [1] errechnete Simulationsmodell bei 1 GHz auf dem Substrat Rogers RO4003C.

Genesis ist ein Simulationswerkzeug für den HF-Bereich, das hilft, technische Vorgänge besser zu verstehen, als dies durch praktische Versuche möglich wäre.

Bild 9 gibt den zugehörigen Realteil (schwarze Kurve) und den Imaginärteil (blaue Kurve) im Bereich von 1 GHz bis 12 GHz wieder. Hier zeigt sich deutlich, dass die Durchkontaktierung mit einem massiven Draht mit einer 50-Ω-Leitung wenig gemein hat – sie stellt durch einen deutlichen Impedanzsprung bedingt, HF-technisch eine Reflexionsstelle dar.

Bild 10 zeigt die gleiche Simulation im Smith-Diagramm. Real-, wie Imaginärteil

ändern sich über den simulierten Frequenzbereich beträchtlich. Der massive Draht ist selbst bei korrekter technischer Verarbeitung weder verfahrens- noch hochfrequenztechnisch eine erstrebenswerte Durchkontaktierungsmethode. Der aus der Platinebene herausstehende „Lötkecks“ verhindert außerdem die Positionierung z. B. unter dem Gehäuse eines Bauteils im SMD-Gehäuse, was mittlerweile aber eine nicht mehr wegzudenkende Designmethode darstellt.

■ Hohlkabel als Durchkontaktierung

Bild 14 zeigt die Durchkontaktierung mittels Hohlkabel. Der Kabeldurchmesser beträgt 0,6 mm, während das Bohrloch mit 0,7 mm zu bemessen ist. Um den Kabel sind konzentrische Ringe zu erkennen, die das Kabelwerkzeug erzeugte. Der Kabel wurde mit einer Kabelpresse [2] eingebracht, die eine definierte Einpresstiefe erzeugt. Versuche, mit anderen Handwerkzeugen zu klemmen, können Risse im Laminat hervorrufen, Bild 15.

Bild 11 zeigt das Simulationsmodell für den Hohlkabel, wieder bei 1 GHz auf dem Substrat Rogers RO4003C.

In Bild 12 sind der zugehörige Realteil (schwarze Kurve) und den Imaginärteil (blaue Kurve) im Bereich von 1 GHz bis 12 GHz dargestellt. Hier zeigt sich deutlich, dass die Durchkontaktierung mit einem Hohlkabel zwar keineswegs eine 50-Ω-

Bild 14: Nahaufnahme eines korrekt gesetzten Durchkontaktierungskabels

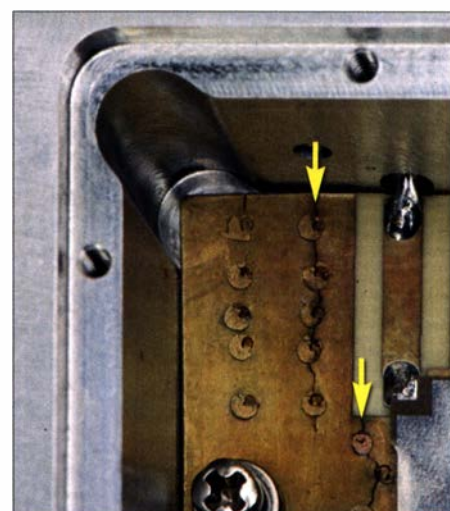


Bild 15: Risse in der Platine und sichtbar in der Kupferfläche entstehen vorwiegend durch Handvernetzung mit ungeeigneten Werkzeugen.

Leitung darstellt, der Impedanzsprung jedoch weit geringer ausfällt, als mit einem massiven Draht. Bild 13 stellt die gleiche Simulation im Smith-Diagramm dar. Es ist augenscheinlich, dass die Kurve viel näher um den 50-Ω-Punkt verläuft.

Der Hohlriet lässt sich für Durchkontaktierungen unter SMD-Gehäusen verwenden. Besonders der Nietdurchmesser 0,4 mm tritt nach korrekter Verarbeitung kaum aus der Platinenoberfläche heraus. Er darf nur genietet, aber keineswegs verlötet werden.

Besonders SMD-Leistungsbauteile haben auf der Gehäuseunterseite ein *Exposed Pad*, das nicht nur die Verbindung zur Masse herstellt, sondern auch unabdingbar für die Wärmeableitung ist. Sein Nichtanschluss kann die Lebensdauer des Bauteils verringern. Löttechnisch sind solche Aufgaben durch Dampfphasenlötungen auch im Hobbybereich leicht und prozesssicher zu beherrschen, wie in [3] beschrieben wurde.

Die Exposed Pads lassen sich z. B. auch über Durchkontaktierungen in Form des Hohlriets mit der zum Wärmetransport genutzten Platinenunterseite verbinden. Die Wärmeleitfähigkeit des oft im Hobbybereich eingesetzten Laminats FR4 ist mit $\lambda = 0,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ für eine effektive Entwärmung von Bauelementen zu gering. Die Aufgabe von thermischen Durchkontaktierungen (engl. *Thermal Via*) besteht daher in einer Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit und zudem häufig der Masseanbindung des Bauteils. Die mit $\lambda = 300 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ gute Wärmeleitfähigkeit der aus Kupfer bestehenden Hohlriete kommt dem Design zugute.

Das Durchkontaktieren mittels Hohlriet ist bei Verwendung geeigneter Werkzeuge effektiv, sowohl im elektrischen als auch im thermalen Sinne. Leider ist das Verfahren arbeitsintensiv. Was liegt also näher, als nach einer Alternative Ausschau zu halten?

■ Chemische bzw. galvanische Durchkontaktierung

Galvanische Durchkontaktierungen scheinen auf den ersten Blick die professionellste Methode bei der Platinenfertigung zu sein. Sie ist eventuell auch für kleinere Ingenieurbüros rentabel. Der Arbeitsprozess kann bei entsprechender Ausstattung weitgehend automatisiert werden und man wird auf Wunsch vom jeweiligen Galvanisierungsgerät Schritt für Schritt durch die Arbeitsabläufe geführt.

Ein wichtiger Unterschied zu anderen Verfahren ist die Reihenfolge der Arbeitsschritte. Während bei der Verwendung von massiven Drähten oder Hohlrieten zuerst die Leiterbahnen erzeugt werden, ist es bei

der chemischen bzw. galvanischen Durchkontaktierung genau umgekehrt. Da hierfür auf Ober- und Unterseite der Platine eine durchgehende leitende Kupferbeschichtung notwendig ist, muss nach dem Bohren der Durchgangslöcher die leitende Auskleidung der Bohrlöcher mittels Galvanik erfolgen. Erst dann kann durch Isolierfräsen oder im Ätzverfahren das Leiterbahnbild erzeugt werden.

Gemäß [4] ist das Ätzen dem Fräsen vorzuziehen, da eine isolationsgefräste Platine bezüglich ihrer elektrischen Eigenschaften und ihrem Hochfrequenzverhalten nicht einer geätzten Platine entspräche. Das galvanische Durchkontaktierungsverfahren trägt methodenbedingt zusätzliches Kupfer auf die späteren Leiterbahnen auf, sodass die Impedanz einer Mikrostreifenleitung bei sonst gleichen Dimensionen sinkt. Dieser Umstand ist in die Designüberlegung mit einzubeziehen. Es ist also genau zu ermitteln, um welchen Betrag die Leiterbahn durch die Galvanisierung aufgedickt wird, um unerwünschte Impedanz-Überraschungen zu vermeiden.

Bedingt durch die von den anderen Durchkontaktierungsverfahren abweichende Arbeitsreihenfolge ist es erforderlich, pass-



Bild 16: Lochauskleidung mit Silberleitlack bei einer im beschriebenen Verfahren erzeugten Durchkontaktierung

genau die Leiterbahnstruktur mit dem Bohrlochmuster in Deckung zu bringen. Bei hoher Bauteildichte und schmalen Leiterbahnen sind die Fehlertoleranzen hierbei sehr gering.

Die im Galvanikprozess verwendeten Chemikalien sind nicht gerade gesundheitsfördernd, zeitlich begrenzt haltbar und teilweise recht investitionsintensiv. Eine Galvanik-Systemeinheit benötigt zudem selbst einiges an Platz und Anschaffungskosten. Hinzu kommen die Investitionen für die Fräs- oder Ätzanlage, welche nach dem Durchkontaktieren die Leiterbahnstruktur erzeugen soll.

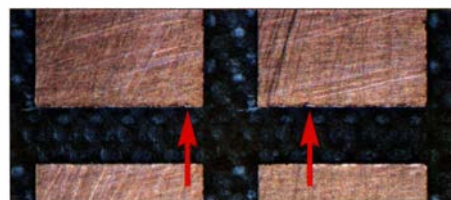


Bild 17: Stark vergrößerte Darstellung der Kanten zweier Löt pads der Platine in Bild 19 mit dem durch Platinenfräsung teilweise aufgebogenen Kupfer
Fotos: DL1DBL

Oftmals ist dies ein Fräspotter mit allen bekannten und z. B. von Bungard in [4] beschriebenen Problemen. Alternativ kann die Ablation (Abtragung) der Kupferschicht auch mit einem passenden, aber hinsichtlich Anschaffung und Unterhalt meist kostenintensiven Laser erfolgen.

■ Durchkontaktierung mittels einfacher Verfahren

Die bisher dargestellten Durchkontaktierungsverfahren sind entweder arbeitsintensiv und HF-technisch geeignet bzw. ungeeignet, mit Risiken durch Chemikalien behaftet, kostenintensiv oder erscheinen in Durchführung bzw. bei Vorüberlegungen recht komplex. Spätestens jetzt kommt der Wunsch nach einem schnellen, kostengünstigen und HF-technisch geeigneten Verfahren auf. Mit etwas Zeit und Mühe findet man schließlich im Internet das chemiefreie Durchkontaktierungsverfahren *LPKF ProConduct* [5]. Es brilliert durch den gewohnten Arbeitsablauf, d. h., erst die Leiterbahnen erzeugen, dann bohren und zum Schluss das Bohrloch leitend auskleiden.

Nach dem Erzeugen der Leiterbahnen werden Platinenober- und -unterseite durch eine Klebefolie abgedeckt, durch die wiederum die Durchgangslöcher gebohrt werden. Über die so vorbereitete Platine wird auf einem sogenannten Vakuumtisch nacheinander von beiden Seiten mit einem Rakel Leitpaste aufgetragen. Der Unterdruck zieht diese durch die Bohrlöcher hindurch und kleidet sie leitend aus. Nach dem Abziehen der Folien ist die Platine für 30 min bei 160 °C im Heißluftofen zu trocknen.

Da kein Original-Kit zur Verfügung stand, musste improvisiert werden – eine passende Vorrichtung war schnell zusammengebaut, Bild 18. Die Grundlage bildete eine durchsichtige Plastikdose mit Deckel. Ein seitlich in die Dose geschnittenes Loch dient zur Aufnahme eines HT-Rohrs mit Muffenansatz. Heißkleber fixiert es und dichtet es ab. Zwei kunststoffbeschichtete Pressspanplatten wurden zugeschnitten und nahezu senkrecht an den Längswänden der Plastikdose mittels Heißkleber befestigt. Hierdurch entsteht ein tragender Absatz zur Aufnahme eines Drahtgitters, das wiederum ein Stück Filtermatte einer Dunstabzugshaube aufnimmt.

Im Ausschnitt des Deckel der Plastikdose ist mit Heißkleber ein weiteres Drahtgitter befestigt, auf das später die Platine gelegt wird. Der Ausschnitt sollte auch größeren Platinen Platz bieten. Er lässt sich mit selbstklebender Bücherfolie als Abdeckung am Rand auf die Abmessungen der jeweiligen Platine verkleinern. Einfacher Malerkrepp dichtet Deckel und Plastikdose ab.

Das obere Drahtgitter fixiert die Platine mithilfe des von einem angeschlossenen Staubsauger erzeugten Unterdrucks recht sicher. Die darunter angeordnete Filtermatte soll überschüssiges Durchkontaktierungsmaterial auffangen, damit es nicht in den Staubsauger gelangt. Zur Aufrechterhaltung des Hausfriedens und zur eigenen Sicherheit ist es nicht ratsam, den im Haushalt ohnehin vorhandenen Staubsauger zu verwenden. Zum einen könnte trotz Filtermatte Leitmaterial mit unabsehbaren Folgen in das Innere des Staubsaugers gelangen. Zum anderen ist das Leitmaterial stark lösemittelhaltig, was bei nicht ausreichend geschützten Staubsaugern im Extremfall zur Explosion führen kann.

Es ist daher überlegenswert, einen Industriestaubsauger zu verwenden, der getrennte Luftwege zum Ansaugen und für die Motorkühlung sowie einen nach außen führbaren Abluftschlauch besitzt. Letzterer verhindert, dass der Arbeitsraum mit dem abgesaugten Lösungsmitteldämpfen geflutet wird.

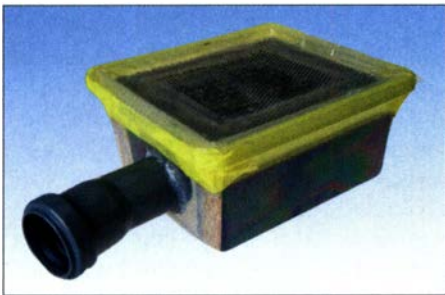


Bild 18: Selbst hergestellte Unterdruckkei- nung zum Herstellen von Durchkontaktierun- gen mittels Leitsilber

Als Leitmaterial wurde Silberleitlackspray [6] verwendet. Die durch den Unterdruck auf dem Gitter gehaltene Platine ist satt in kurzem Abstand einzusprühen, nach kurzer Trockenzeit zu wenden und der Vorgang auf der anderen Platinenseite zu wiederholen. Das aufgetragene Leitsilber trocknet schnell – ein Heißlufttrocknen entfällt.

■ Kritische Lochdurchmesser und geeignete Folie

Bleibt die Frage, wie groß ein Bohrloch sein muss oder wie klein es sein darf, um es mit dem Leitsilber sicher durchkontaktieren zu können. Bild 19 zeigt eine Testplatine. Sie enthält jeweils zwei Lochreihen mit 0,7 mm, 0,9 mm, 1,1 mm und 1,5 mm Durchmesser. Nur für 1,1 mm und 1,5 mm Bohrlochgröße war eine sichere Durchkontaktierung mittels Silberleitlack möglich. In der Nahaufnahme zeigte sich, dass die Innenwandung des Bohrlochs hinreichend beschichtet war, Bild 16. Der Übergang des Bohrlochs zur Platinenoberfläche stellte bezüglich der sicheren leitenden Verbindung eine gewisse Her-

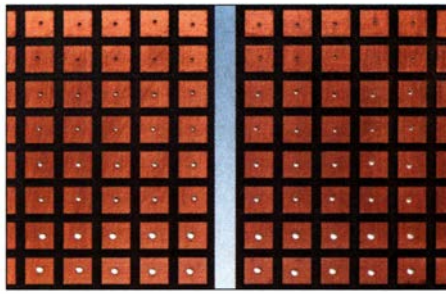


Bild 19: Testplatine für den Versuch der Durchkontaktierung mit Silberleitlack und zwei unterschiedlichen Folien; links Aslan BE2000, rechts Aslan TMO

ausforderung dar. Benetzt man jedoch den Hohlraum des Bohrlochs mittels eines Holzspießes, der mit seiner Spitze kurz zuvor in den Silberleitlack getaucht wurde, so wird zugleich etwas Silberleitlack auf die Platinenoberfläche gebracht. Dieser Vorgang ist für jedes Loch beidseitig auszuführen.

Die Wahl der Klebefolie ist ebenfalls entscheidend. Sie darf sich durch den Bohrvorgang weder von der Platinenoberfläche ablösen, noch durch ihren Kleber den Bohrer verschmutzen. Zum Einsatz kamen die Folien *Aslan BE 2000* und *Aslan TMO* [7]. Beide Produkte erfüllten die gesetzten Anforderungen, wobei die transparente Montagefolie *Aslan TMO* nicht zu lange auf der Platine verbleiben sollte. Mit zunehmender Verweilzeit erhöht sich die Klebekraft der Folie, was das Wiederablösen erschwert.

Eine nähere Betrachtung der einzelnen Felder der Testplatine zeigt Bild 17. Der Fräsvorgang führt teilweise zum Aufbiegen der Kupferbeschichtung am Rand der Testfelder (rote Pfeile). Dies kann Einfluss auf die Leiterbahnimpedanz haben. Beim Ätzen von Platinen treten solche Effekte nicht auf.

■ Zusammenfassung

Jedes Verfahren besitzt Vor- und Nachteile und keines ist in allen Punkten als ideal anzusehen. Es hängt von den Anforderungen und dem Einsatzzweck ab, welches Verfahren zu bevorzugen ist. Für die eigene Herstellung von Platinen sind die thermischen und die HF-Eigenschaften bei entsprechender Sorgfalt in der Ausführung mit Hohlknoten bis in den unteren Mikrowellenbereich nahezu gleichwertig mit industriell hergestellten Durchkontaktierungen. Das Verlöten der Nieten sollte jedoch unterbleiben.

Eine durchgehend hohe und gleichbleibende Fertigungsqualität ist mit einer entsprechenden Hohlknotenpresse erreichbar. Bis etwa 50 Nieten pro Platine artet das Verfahren nicht zur reinen Fleißarbeit aus. Für NF-Anwendungen und bei Ausschluss der Verbauung von speziellen Bauteilen, z. B. sol-

chen mit Exposed Pads auf der Bauteilunterseite, kann ein massiver Draht, mit all seinen Nachteilen, zu brauchbaren Ergebnissen führen. Die mögliche Korrosion beim Ablängen des massiven Drahtes nach dem Lötens sollte immer bedacht werden, besonders wenn nach einiger Zeit Kontaktprobleme zutage treten.

Durchkontaktierungen lassen sich mittels Unterdruck und Silberleitlack auch bei größerer Anzahl rationell ausführen. Doch dieses Verfahren sollte im HF-Bereich mit Vorsicht bedacht und die Dauerhaftigkeit der Durchkontaktierung vorsichtshalber zurückhaltend beurteilt werden. Auch eignet es sich eher für Labormuster in der Testphase.

Aufwendig und zugleich professionell ist das chemische bzw. galvanische Verfahren. Hierbei ist allerdings nicht nur der Aufwand groß, sondern es ist auch die gewohnte Reihenfolge im Arbeitsablauf verändert. Zudem wird während der Durchkontaktierung die Kupferschicht aufgedickt. Dieser Effekt ist für ein impedanzkontrolliertes Design vorab zu berücksichtigen.

■ Fazit

Die vorgestellten Durchkontaktierungsverfahren eignen sich jeweils auf ihre eigene Weise mehr oder weniger. Spezielle Anforderungen für den HF-Bereich sind im Einzelfall abzuwägen. Auch die Einfachheit der Durchführung sowie die Dauerhaftigkeit eines erreichten Ergebnisses spielen bei der Auswahl eines bestimmten Verfahrens eine entscheidende Rolle.

Eine Suche im Internet bringt sogar Hobbylösungen für chemische bzw. galvanische Durchkontaktierungen hervor. Ob einem selbst das Hantieren mit Chemikalien liegt und ob es das immanente Risiko für ein spezielles Ergebnis rechtfertigt, muss jeder selbst entscheiden.

Bei allen Verfahren ist konsequent auf sauberes Arbeiten und überlegtes Vorgehen zu achten. Nur so ist ein fehlerfreies Ergebnis möglich.

post@praxis-schoenwaelder.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Keysight Technologies: Genesys. www.keysight.com → Produkte → Software
- [2] Bungard: Nietpresse Favorit. www.bungard.de/de/produkte/durchkontaktierung/favorit?rCH=2; Bezug: z. B. www.conrad.de, Bestellnr. 547858
- [3] Schönwälder, G.: Moderne Verfahren – Unter Volldampf. CQ DL 88 (2017) H. 10, S. 22–25
- [4] Bungard: Ätzen oder Fräsen? www.bungard.de/iso/seiten/aetzenundfraesen.htm
- [5] LPKF Laser & Electronics AG: LPKF ProConduct. www.lpkf.com → Branchen & Technologien → PCB Prototyping → Verfahren zur Durchkontaktierung
- [6] Tifoo: Silberleitlackspray. www.tifoo.de, Artikelnummer 01-18-00150
- [7] Aslan Selbstklebefolien GmbH: www.aslanfolien.de

Funkbetrieb über QO-100 – Tipps für den Einstieg

REDAKTION FUNKAMATEUR

Seit mehr als einem Jahr ist der satellitengestützte Amateurfunktransponder QO-100 in Betrieb. Da die Hürden für einen erfolgreichen Einstieg niedrig sind, zieht er mehr und mehr Funkamateure, die sich bislang kaum an Satellitenfunk heranwagten, in seinen Bann. Wir geben hier Einsteigern eine Hilfestellung in Form eines Überblicks über bisherige Veröffentlichungen im FA, verweisen aber auch auf kommerzielle Produkte, die auf den Marktseiten der jüngsten FA-Ausgaben zu finden sind.

Im Februar 2019 wurde der Amateurfunktransponder *Qatar-OSCAR-100* für den allgemeinen Betrieb freigegeben. Er ist Teil der Nutzlast des kommerziellen Kommunikationssatelliten Es'hail-2, der sich auf einer geostationären Umlaufbahn in 36 000 km Höhe befindet und vorrangig die TV-Versorgung der Region Nahost und Nordafrika verbessern soll.



Bild 1: Modifizierter handelsüblicher Twin-LNB; einer der beiden Anschlüsse dient nun als Eingang für das GPS-stabilisierte Oszillatorsignal [1].
Foto: DH8AG

QO-100 ermöglicht interkontinentalen Amateurfunkbetrieb innerhalb der Ausleuchtzone des Satelliten (Bild 4).

■ Grundlegendes

Der Amateurfunktransponder empfängt im 13-cm-Band (2400 MHz bis 2409,5 MHz, Uplink, rechtsdrehend zirkularpolarisiert) und sendet die aufgenommenen Signale im 3-cm-Band (10 489,5 MHz bis 10 499 MHz, Downlink, horizontal bzw. vertikal polarisiert) wieder aus (Bilder 2 und 3), arbeitet

also wie eine Relaisfunkstelle mit Lineartransponder, jedoch in äußerst exponierter Lage. Er verfügt über einen Breitband- (engl. *Wide Band*, WB) und einen Schmalbandbereich (engl. *Narrow Band*, NB). Baken an den Enden des NB erleichtern die Orientierung.

Aktuelles und Wissenswertes zu QO-100 findet man auf der Website der AMSAT-Deutschland e. V., www.amsat-dl.org. Wer sich im Forum anmeldet, kann sogar Anfragen stellen und Textbeiträge mitlesen.

Hineinhören ohne eigenen Empfänger

Einsteiger sollten zunächst in den Satellitenfunkbetrieb hineinhören und sich einen ersten Eindruck verschaffen, wie dieser in der Praxis abgewickelt wird. Man braucht dazu nicht einmal einen eigenen Empfänger. Die SDR-Plattformen in Großbritannien, <https://eshail.batc.org.uk/nb>, und auf Sizilien, <http://websdr.is0grb.it:8901>, machen es möglich. Egal mit welchem Betriebssystem – einfach die betreffende Website aufrufen und mit dem Browser auf der Web-SDR-Oberfläche navigieren!

■ Satelliten-Downlink

Die 10,5-GHz-Transpondersignale selbst zu empfangen ist gar nicht so schwierig, wie man zunächst meinen könnte. Sehr erleichtert wird das Ganze durch preiswert verfügbares Zubehör für den Satelliten-Fernsehempfang. Man braucht erst einmal nur einen Offset-Parabolspiegel mit 45 cm bis 60 cm Durchmesser sowie einen handels-

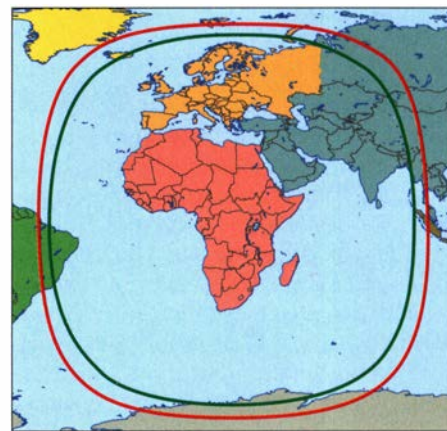


Bild 4: Einzugsbereich (Footprint) von Es'hail-2 bei minimal möglicher Antennenelevation von 5° (rot) bzw. 10° (grün)

üblichen Sat-TV-LNB. Letzterer liefert mit $f_{osz} = 9,75$ GHz ein ZF-Signal bei etwa 740 MHz, das sich z. B. mithilfe eines RTL-SDR-Sticks und entsprechender PC-Software verarbeiten und decodieren lässt.

Die Ausrichtung des Parabolspiegels auf die Satellitenposition 26° Ost kann man übrigens grob vornehmen, wenn man mit einem unmodifizierten LNB von ASTRA aus ostwärts den TV-Satelliten BADR-6 mit einem Sat-Finder sucht. Wer bereits über einen modifizierten LNB verfügt, suche die beiden Baken an den Enden des Schmalbandbereichs (Bild 3).

Zum Betrieb des LNB ist eine Betriebsspannung erforderlich, deren Höhe auch gleichzeitig die Polarisation bestimmt, zumeist sind dies 14 V (vertikal) bzw. 18 V (horizontal). Diese wird über eine Fernspeiseweiche bereitgestellt, die man selbst herstellen kann [1] oder beim Fachhändler kauft. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die zum verwendeten Kabel passenden Stecker und Buchsen zum Einsatz kommen.

Rolf Niefind, DK2ZF, und Holger Eckardt, DF2FQ, schildern in [2] ihre ersten Erfahrungen beim QO-100-Empfang und geben weitere Tipps.

LNB und Empfangskonverter

Existiert bereits eine TV-Satellitenantenne, reicht schon ein Dual-Feed-Halter, um den LNB für QO-100 zu fixieren, wie DF2FQ in seinem zweiteiligen Beitrag [3] vorschlägt. Dort geht er ausführlich auf Möglichkeiten des QO-100-Empfangs ein und präsentiert sowohl einfache, als auch an-

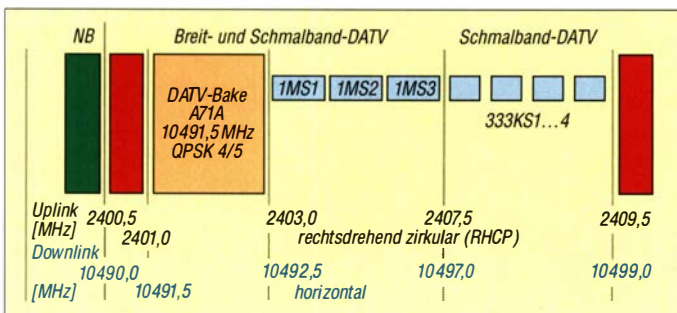


Bild 2: Frequenzbereiche des P4-A für Uplink und Downlink (Stand: März 2020); grün Schmalbandbereich, s. Bild 3

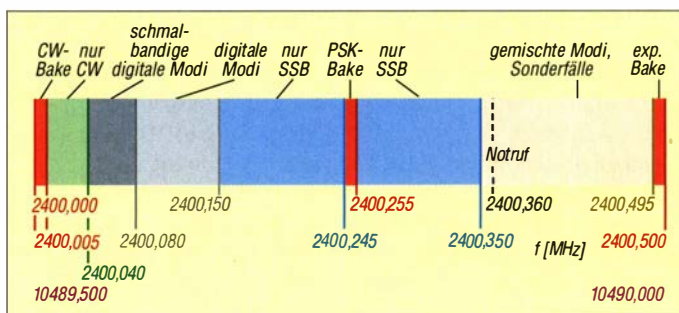


Bild 3: Bandplan des Schmalbandbereichs (Stand: März 2020), mehrfarbig Uplink, violett Downlink

spruchsvolle technische Lösungen, wie z. B. einen Eigenbau-Empfangskonverter. Gerfried Palme, DH8AG, zeigt in [1], wie man die oft unzureichende Frequenzstabilität eines handelsüblichen Twin-LNB verbessern kann, um ihn für QO-100 fit zu machen (Bild 1). Als Oszillator nutzt DH8AG eine GPS-stabilisierte Ausführung und als Nachsetzer einen Amateurfunktransceiver für das 70-cm-Band.

Reinhardt Weber, DC5ZM, beschreibt in [4] eine interessante Lösung für die Kombination aus LNB-Versorgung und HF-Signalübertragung.

Für den Selbstbau eines hochwertigen Downlink-Konverters hat AMSAT-DL auf <https://shop.amsat-dl.org> zwei Bausätze im Lieferprogramm. Sie enthalten je eine vorbestückte Leiterplatte sowie passende Antennenbuchsen und unterscheiden sich bezüglich der Art der Stabilisierung des Oszillatorsignals. Im gleichen Online-Shop sind auch modifizierte LNBs für den QO-100-Empfang erhältlich.

Eine anspruchsvolle kommerzielle Lösung für einen Downlink-Konverter bietet *Kuhne electronic* mit dem *MKU LNC 10 QO-100* [5]. Dieser setzt das von der Antenne kommende Eingangssignal in das 70-cm- oder das 23-cm-Band um und erlaubt somit die Nutzung eines UHF-Transceivers zum Empfang.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch der portugiesische Hersteller *Gadgetpriority-Electronics Lda*, der auf www.dxpatrol.pt seinen QO-100-Down-Konverter anbietet. Dieser setzt das Empfangssignal wahlweise in das 10-m-, 2-m-, 70-cm- oder 23-cm-Band um.

■ Satelliten-Uplink

Da das Ziel aber letztlich sicher nicht nur im Mithören besteht, sollte man bereits von Anfang an strategisch denken. Dies bedeutet, die Technik möglichst auf Duplexbetrieb auszurichten, um später gleichzeitig hören und senden zu können.

Sendefähige Satellitenantenne

Es hat sich gezeigt, dass separate Yagi- oder Wendelantennen zum Senden wie auch zum Empfang nur selten anzutreffen sind, weil sich diese Konstellation offenbar nicht bewährt hat. Zweckmäßig ist hingegen eine möglichst große Offset-Parabolantenne mit 40 cm bis 90 cm Durchmesser. Möchte man neben dem NB-Transponder auch einmal DATV-Betrieb machen, kommt man nicht um einen größeren Spiegel herum, denn je größer die Antenne, desto geringer ist die erforderliche Sendeleistung.

Auch der Erreger bedarf einer grundsätzlichen Entscheidung. Zweckmäßig ist ein Duobandstrahler, der auch Sendebetrieb abdeckt. Eine solide Lösung bietet *BaMa-Tech* in Form eines Duoband-Feeds, kom-



Bild 5: Das Dualband-Feed 2,4/10 GHz von BaMaTech ist hier in der Variante mit angeflanschem LNB zu sehen [6].

Werkfoto



Bild 6: Sende-Empfangs-Antenne mit selbst gebautem Duoband-Erreger als Kombination aus Helix-Antenne und modifiziertem LNB [7]

Foto: DM2CMB, DH1ND

biniert mit einem LNB an [6]. Der Strahler wurde gemeinsam mit Peter-Jürgen Gödecke, DJ7GP, entwickelt (Bild 5). Seine jüngste Kreation zeigen wir auf S. 728!

Eine separate Uplink-Antenne ist indes ebenso praktikabel. *Anjo-Antennen* hat mit der HELI2400 [8] eine zirkular polarisierte Antenne mit 22 dBic im Sortiment, die nur wenige Watt Sendeleistung erfordert, um den Satelliten sicher zu erreichen.

Selbstbauer unter den Funkamateuren sollten sich die Lösung von Rainer Müller, DM2CMB, und Bernd Hannemann, DH1ND, in [7] näher ansehen. Sie kombinieren eine 13-cm-Helixantenne mit einem LNB (Bild 6).

Eine weitere interessante Selbstbauantenne basiert auf dem als *POTY* (Patch Of The Year) bezeichneten Duoband-Feed. Die Bauanleitung ist auf www.hybridpretender.nl/poty.html zu finden. Hier handelt es sich um eine zirkulare Patch-Antenne 2400 MHz/10 500 MHz mit einem linearen Hornstrahler und einer sog. dielektrischen Linse. Der Erreger besteht somit aus der Sendeanenne und dem angeflanschten LNB.

Uplink-Signalerzeugung

Das 2,4-GHz-Sendesignal wird entweder direkt oder mithilfe eines Konverters erzeugt. Holger Eckardt, DF2FQ, beschreibt in [9] einen selbst entwickelten Konverter, der das Sendesignal eines 10-m- oder 2-m-Transceivers ins 13-cm-Band umsetzt und 50 mW Ausgangsleistung liefert (Bild 7). Hier ist also noch ein Verstärker notwendig, der den Sendepegel auf etwa 5 W an-

hebt, um einen stabilen Funkbetrieb zu gewährleisten. Naheliegender wäre der Einsatz von preisgünstigen WLAN-Verstärkermusername, da diese ebenfalls im 2,4-GHz-Band arbeiten. Dass dies nicht uneingeschränkt zu empfehlen ist und was man dabei beachten sollte, zeigt Harald Arnold, DL2EWN, in [10]. Dort stellt er auch das Projekt eines Eigenbau-Treiberverstärkers für eine 20-W-Endstufe vor.

AMSAT-DL hat auf <https://shop.amsat-dl.org> mit dem *UpCon6W* einen S-Band-Sendemischer im Sortiment, der ein 70-cm- oder 23-cm-Sendesignal in das 13-cm-Band umsetzt und zusätzlich mit einer 6-W-Endstufe ausgestattet ist.

Ebenfalls gut für den QO-100-Uplink geeignet ist der 13-cm-Lineartransverter des bulgarischen Herstellers *SG Laboratory Ltd.*, den DL2EWN in [11] vorstellt. Dieser Transverter hat eine maximale Sendeleistung von 2,5 W und benötigt ein Eingangssignal im 70-cm-Band.

Bei *Kuhne electronic* gibt es den *MKU UP 2424 B*, der ein 2-m- oder 70-cm-Sendesignal auf 2,4 GHz umsetzt und 20 W HF-Leistung liefern kann.

Auch der bereits erwähnte Hersteller *Gadgetpriority-Electronics Lda* hat auf seiner Website www.dxpatrol.pt mit dem *Uplink Converter MK3* und der 12-W-Endstufe für 2,4 GHz geeignete Baugruppen für den Sendebetrieb im Sortiment.

Dass die Sende- und Empfangstechnik nicht nur aus herkömmlichem Transceiver und Konverter bestehen muss, beweist Michael Recknagel, DG0OPK, mit seinem Projekt eines SDR-basierten QO-100-Transceivers in [12]. Dort nutzt er das

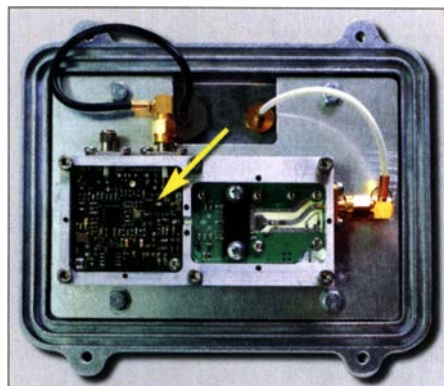


Bild 7: Sendekonverter nach DF2FQ mit nachgeschalteter 20-W-Endstufe im Aluminium-Druckgussgehäuse [9]

Foto: DF2FQ

vom Hersteller *Analog Devices* eigentlich zu Lernzwecken konzipierte SDR-Modul *Adalm Pluto* als Hardware zur Verarbeitung des vom LNB kommenden Empfangssignals. Darüber hinaus dient es auch zur Aufbereitung des Sendesignals in der 2,4-GHz-Lage (Bild 8).

Da der *Adalm Pluto* jedoch von Haus aus nicht ausreichend frequenzstabil ist, erweist

sich eine geringfügige Modifikation als unumgänglich, auf die auch Reinhardt Weber, DC5ZM, in [13] eingeht.

■ Sende-Empfangs-Betrieb

Auf jeden Fall empfehlenswert ist ein Transceiver mit Satelliten-Track-Funktion zur Unterstützung des Duplexbetriebs, damit man während des Sendens sein eigenes Signal mithören kann.

Eine interessante Softwarelösung für die Synchronisation von QO-100-Sender und -Empfänger beschreibt Jens Rosebrock, DG7BBP, in [14]. Er realisiert diese mithilfe eines Linux-Programms, das einen SDR-Empfänger und einen Transceiver über dessen CAT-Schnittstelle steuert. Wer sich für DATV-Betrieb über QO-100 interessiert, findet dazu Tipps von Falko Troll, DG2TF, in [15]. Abschließend ein Dankeschön an Uwe Wensauer, DK1KQ, für die Mitwirkung an diesem Beitrag.

Literatur

[1] Palme, G., DH8AG: Modifikation eines Twin-LNB für den QO-100-Empfang. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 7, S. 642–643
 [2] Niefind, R., DK2ZF; Holger Eckardt, DF2FQ: QO-100: erste Erfahrungen. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 4, S. 392

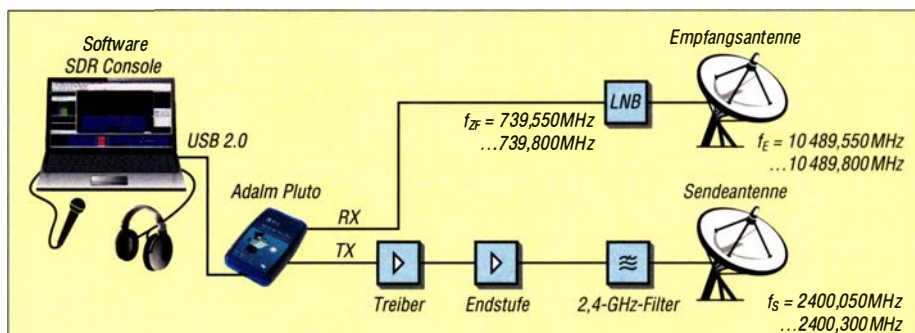
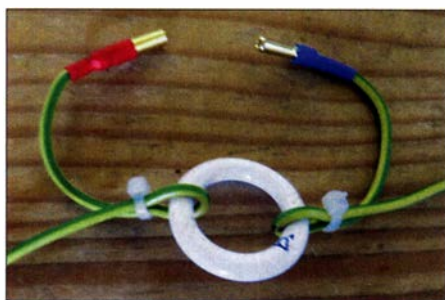


Bild 8: Blockschaubild eines SDR-basierten QO-100-Transceivers mit Adalm Pluto [12]

[3] Eckardt, H., DF2FQ: Empfang der Signale des QO-100 – von einfach bis komfortabel. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 5, S. 454 ff.; H. 6, S. 538 ff.
 [4] Weber, R., DC5ZM: LNB-Frequenzspeiseweiche für LO-Referenz- und ZF-Signal. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 10, S. 938–939
 [5] N.N.: Konverter für QO-100. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 4, S. 310
 [6] N.N.: Duoband-Feed für QO-100. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 8, S. 709
 [7] Müller, R., DM2CMB; Hannemann, B., DH1ND: Duoband-Erreger mit 13-cm-Helix-Sendeantenne für QO-100-Betrieb. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 1, S. 60–63
 [8] N.N.: Uplink-Antenne für QO-100. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 4, S. 309
 [9] Eckardt, H., DF2FQ: 13-cm-Sendekonverter für den Funkbetrieb über QO-100. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 9, S. 844–847
 [10] Arnold, H., DL2EWN: Test von Verstärkermodule für den QO-100-Uplink. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 3, S. 258 ff.; H. 4, S. 338 ff.
 [11] Arnold, H., DL2EWN: 13-cm-Lineartransverter aus Bulgarien – auch für QO-100-Uplink. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 5, S. 424–427
 [12] Recknagel, M., DG0OPK: Funkbetrieb über QO-100 mit dem Adalm Pluto als SDR-Transceiver. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 10, S. 956–959
 [13] Weber, R., DC5ZM: Tipps zur Modifikation des Adalm Pluto. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 2, S. 140–141
 [14] Rosebrock, J., DG7BBP: Sende-Empfangs-Synchronisierung per Software beim QO-100-Betrieb. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 12, S. 1142–1144
 [15] Troll, F., DG2TF: ATV mit QO-100. FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 5, S. 492

Modifizierte Inverted-T-Antenne

Beim Lesen des Beitrags von Michael Rauhut, DF2OF, über seine selbst gebaute Inverted-T-Antenne für 20 m und 30 m [1] stellte ich fest, dass wir beide die gleichen Erfahrungen bezüglich der Ausbreitungsbedingungen auf den beiden Bändern ge-



Der jeweilige Steckverbinder der Radialverlängerung wird mithilfe eines Kunststoffrings mechanisch stabilisiert. Foto: DF3OL

macht haben. Wenn es auf 20 m nicht so gut geht, dann ist 30 m oft eine brauchbare Alternative.

An der beschriebenen Antenne stört mich, dass man zum Bandwechsel den GFK-Mast umlegen muss. Ich suchte daher nach einer Alternative, um dies zu umgehen und fand sie auch.

Den Strahler der Antenne veränderte ich dahingehend, dass ich einen 14-MHz-Sperrkreis zwischen der Spitze des 20-m-

Abschnitts und der Verlängerung für das 30-m-Band einfügte. Beim 20-m-Betrieb wirkt nun der Sperrkreis als hoher Widerstand und es strahlt daher nur das 20-m-Teil. Beim 30-m-Betrieb fungiert die eingefügte Spule des Sperrkreises als Verlängerung. Zusammen mit dem sich anschließenden Teilstrahler von 1,57 m Länge (Tabelle 1) ist die Antenne auf 30 m in Resonanz – und dies ohne Umschalter.

In Tabelle 2 sind die Messergebnisse zusammengefasst und die beiden Frequenzbereiche ersichtlich, innerhalb derer das SWV kleiner oder gleich $s = 2$ bleibt.

Leider hat meine Idee einen Haken: Ich fand keine Möglichkeit, die es erlaubte, mit einer einzigen Radiallänge für beide Bänder zu arbeiten. Also musste ich diese variabel gestalten, indem ich die nacheinander angeordneten Teilstücke mit Steckverbindern versah. Auf 20 m arbeitet nun das kurze Radial mit einer Länge von 3,48 m.

Aufbau des 14-MHz-Sperrkreises

- 11 Windungen RG188 auf Wickelkörper mit $d = 20$ mm,
- Kabellänge einschließlich Zuschlag $l_k = 800$ mm + 2×25 mm
- Spulenlänge $l_s = 28$ mm
- Messwerte: $L = 1,6$ μ H; $C = 80,8$ pF; $f_R = 14,4$ MHz

Tabelle 1: Drahtlängen der Elemente

Band	Strahler [m]	Radials [m]
20 m	5,87	3,48
30 m	5,87 + 1,57	3,48 + 1,78

Tabelle 2: SWV-Messergebnisse

f [MHz]	s	f [MHz]	s
13,98	2,0	9,91	2,0
14,23*	1,4	10,14*	1,5
14,50	2,0	10,31	2,0

* Resonanzfrequenz

Die Verlängerung für das 30-m-Band ist steckbar (Tabelle 1).

An dieser Stelle fügte ich einen Kunststoffring ein, um die Steckverbindung mechanisch zu stabilisieren (siehe Bild). Beim 20-m-Betrieb ist diese Verbindung offen, beim 30-m-Betrieb geschlossen. Sie befindet sich in etwa 1,8 m Höhe und ist daher noch bequem erreichbar. Man kann sie nun, ohne den GFK-Mast umlegen zu müssen, mit wenigen Handgriffen öffnen oder schließen.

Mit dem Ziel, auch diese Handgriffe beim Bandwechsel noch einzusparen, werde ich demnächst versuchen, auch die Radials mit Sperrkreisen zu versehen.

Jürgen Carow, DF3OL

Literatur

[1] Rauhut, M., DF2OF: Inverted-T-Antenne für 20 m und 30 m. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 4, S. 336–337



Grasnick, A.:
Grundlagen der virtuellen Realität

3-D-bildgebende Verfahren sind heute wohl jedermann irgendwie vertraut, man denke an Hologramme, die Medizintechnik oder die Unterhaltungsbranche mit 3-D-Kinos und Computerspielen. Die Sehnsucht nach wirklichkeitsgetreuer Abbildung der Realität in drei Dimensionen geht aber bis zur Antike zurück. Als ein Beispiel führt der Autor die *Camera obscura* an, deren technische Grundprinzipien bereits in der Antike bekannt waren. In diesem Lehrbuch werden aktuelle Konzepte, Systeme und Technologien zur Erzeugung der virtuellen Realität beschrieben, wobei dies immer wieder unter Bezugnahme auf die antiken Anfänge über das Mittelalter bis in die Gegenwart erfolgt.

Grasnick, gelernter Feinoptiker und promovierter Optik-Ingenieur, begann in den 1990er-Jahren mit der Entwicklung von Verfahren zur 3-D-Darstellung, bei denen keine 3-D-Brille benötigt wird. Sein phänomenales Faktenwissen macht das Buch zu einem Kompendium der räumlichen Wiedergabe von realen Szenen über die Jahrhunderte hinweg. Gleichzeitig erleichtert es aber nicht gerade die Lesbarkeit, da allein schon das Vorwort mit 20 Fußnoten und zwölf eigenen Literaturstellen daherkommt.

-rd

Springer Vieweg
Berlin Heidelberg 2020
454 Seiten, 49,99 €
ISBN 978-3-662-60784-8



Cina, M.:
Das 1-Wire-Praxisbuch

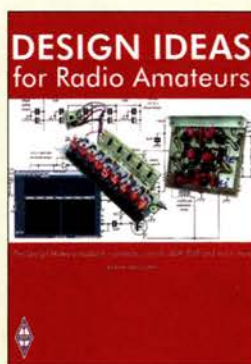
1-Wire- oder Eindrahtbus ist die Bezeichnung für eine serielle Schnittstelle, die zwar nur eine Datenleitung besitzt, jedoch am Ende immer drei Drähte erfordert. Mittlerweile sind viele Schaltkreise verfügbar, die sich nur über diese Minimalform eines Bussystem ansprechen lassen.

Der Autor erläutert die prinzipielle Form des dabei zur Anwendung kommenden Protokolls, bevor er sich ICs mit 1-Wire-Bus widmet. Doch da nicht jedes Master-Slave-System dieses Bussystem unterstützt, werden zusätzlich mehrere Lösungen in Form von sogenannten Brücken oder Dolmetschern gezeigt, die zum Beispiel die Signale und das Protokoll eines I²C-Busses an den Eindrahtbus anpassen und umkehrt.

Einen großen Teil des Buches nehmen Beispiele ein, die vorführen, wie sich spezielle Schaltkreise mit 1-Wire-Bus steuern lassen. Außerdem werden sogenannte Sketches für Arduino-Boards und Assembler-Programme dargestellt, die sich für eigene Anwendungen relativ schnell abwandeln lassen. Alle im Buch aufgeführten Beispielprogramme sind als Quelltexte auf der Verlags-Website verfügbar. Nachdem Durcharbeiten des Buchs sollten im Hinblick auf den Eindrahtbus keine Fragen mehr offen sein.

-rd

Elektor Verlag
Aachen 2020
304 Seiten, 34,80 €
ISBN 978-3-89576-350-2



Talbot, A., G4JNT:
Design Ideas for Radio Amateurs

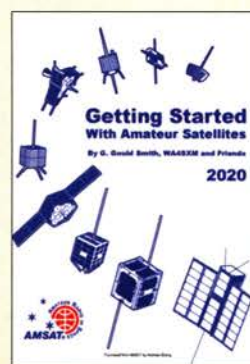
Funkamateure, für die der Selbstbau einen festen Platz im Hobby einnimmt, sind an Anregungen für neue Projekte oder Tipps für schaltungstechnische Lösungen stets interessiert. Aus diesem Grund enthält z. B. die Verbandszeitschrift *RadCom* des RSGB schon seit längerer Zeit die Rubrik *Design Notes*, in der sich der renommierte Autor Andy Talbot, G4JNT, mit den unterschiedlichsten Bastelthemen und zu Aspekten der Schaltungsentwicklung monatlich zu Wort meldet.

Die Anzahl dieser Beiträge ist inzwischen so weit angewachsen, dass es dem Verlag zweckmäßig erschien, die Veröffentlichungen der vergangenen zehn Jahre in einem Buch zusammenzufassen. Bei den zumeist jeweils zwei bis drei Seiten umfassenden, weit über einhundert Bastelideen und Praxistipps geht es um Signalgeneratoren, Konverter, Verstärker aller Art, Mikrocontrolleranwendungen, Filter, Mess- und Löttechnik und vieles mehr. Oft handelt es sich um allgemeingültige, relativ zeitlose Themen. Das breite inhaltliche Spektrum spricht Funkamateure und Hobbyelektroniker gleichermaßen an und dürfte für so ziemlich jeden von ihnen etwas Interessantes bereithalten.

Dies macht das Buch zu einer wertvollen Ergänzung der Hobbybibliothek.

-jps

RSGB
Bedford 2020
264 Seiten, engl., 21,59 €
FA-Leserservice R-3860



Smith, G. G., WA4SXM:
Getting Started With Amateur Satellites 2020

Gould Smith, WA4SXM, ist in der AMSAT kein Unbekannter. Seit 30 Jahren veröffentlicht er zum Amateurfunkdienst über Satelliten. Sein „Analog Satellites Operating Guide“ wurde bereits 2003 zum Einstiegsbuch „Getting Started With Amateur Satellites“ erweitert und mehrmals aktualisiert.

Seit 2013 übernahmen acht weitere Autoren die Verantwortung für die Aktualisierung und Erweiterung des Inhalts. Damit wurde eine neue Qualität dieses Werkes erzielt: Es deckt sowohl analog (FM/SSB/CW) als auch digital arbeitende Satelliten ab. Ausgehend von der Frage, wie man die Satelliten findet (Tracking), über die Antennen bis zu den Transceivern werden alle Fragen abgehandelt. Wie stellt man eine Satellitenstation zusammen und betreibt sie? Welche Geräte sind geeignet? Angenehm, dass nur Satelliten beschrieben werden, die auch zum Erscheinungstermin der Ausgabe aktiv waren, von AO-7 bis zu den chinesischen XW-Sats.

Unter den insgesamt 25 vorgestellten Satelliten ist sogar der kürzlich in Betrieb genommene RS-44. Unseren geosynchronen „Star“ QO-100 sucht man jedoch vergeblich, da er in den USA nicht zu arbeiten ist. Dafür gibt es einen Ausblick auf das kommende GOLF-Projekt der AMSAT-NA.

-lux

AMSAT
Kensington 2020
194 Seiten, engl., 15 US-\$
PDF-Datei
Bezug: www.amsat.org



Rippel, J., DJ4WD:
101 Dinge, die man über E-Autos wissen muss

E-Autos sind im Kommen, aber es ranken sich sehr viele Fragen wie auch Mythen um sie. Rippel, selbst jahrelanger begeisterter Nutzer eines solchen Pkws, geht hier auf eine Vielzahl von Aspekten ein, die für potenzielle Nutzer von Interesse sein dürften.

So erfährt der Leser auf kurzweilige Art in 101 unabhängig voneinander lesbaren Kapiteln etwa, dass es E-Autos schon seit 1880 gibt, warum auch ein E-Pkw noch eine 12-V-Batterie benötigt und wie man sich im Fall einer zugeworfenen Ladesäule verhält, wobei E-Mobilisten ohnehin spezielle Anstandsregeln beachten sollten.

Freilich klärt uns DJ4WD ebenso auf, wie lange bestimmte Pkws für 100 km Fahrt zu laden sind und wie groß die Alltagsreichweite ist, sowie, dass man zum Laden daheim schon besser eine Dreiphasen-Steckdose haben sollte. Auch Wasserstoffautos, die ja genauso elektrisch angetrieben werden, kommen zur Sprache und schneiden dabei schlechter ab als vermutet.

Zwar sind die zahlreichen Kapitel(chen) schnell ausgelesen und dies oftmals genau dann, wenn es richtig interessant wird, doch das gut verständliche und zudem ansprechend bebilderte Taschenbuch gibt allemal einen breiten Überblick über das zurzeit viel diskutierte Thema.

-rd

Geramond Verlag
München 2020
192 Seiten, 15,99 €
ISBN 978-3-956-13070-0

Fachhändler

Deutschland

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

70701
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-Servicewerkstatt
Tel.: 03 41-4252 038 • Fax: 03 41-42 49 203 • info@mwf-service.com

Funktechnik Frank Dathe
Handel und Service - vormals 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/DL0KCT • Heilandsberg 4 • 06667 Uichteritz
Telefon (0 34 43) 30 29 95 • Firma-KCT@t-online.de • www.firma-KCT.de

ED Urlaubsantennen - Netzteile - Mikrofone - Headsets
Lautsprecher - Kopfhörer - SWR-Meter - RogerPiep
PTT-Sequencer - 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
QRPPROJECT (Inh. Hildegard Zenker)
Molchstraße 15
D-12524 Berlin
Telefon: (0 30) 85 96 13 23
Email: Info@QRPPROJECT.de

RETCV 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.andyquarz.de
Paschenburgstr. 22 • 28211 Bremen • Tel. (0421) 353060 • Fax 372714

OPPERMANN Elektronische Bauelemente
Postfach 1144 • 31593 Steyerberg • Telefon (05764) 2149 • Fax 1707
Inhaber Siegfried Laatsch • www.oppermann-electronic.de

Funken im Weserbergland bei DM9EE
Tagsüber viele Ausflugsmöglichkeiten für die Familie und abends als „Big Gun“ DXent!
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

SARIKAYA
Funkgeräte • Zubehör • Service
Sarikaya Funktechnik • Hattinger Straße 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

ANiO ANTENNEN PRÄZISION AUS DEUTSCHLAND info@joachims-gmbh.de
Standard und Sonderfertigungen für: Amateurfunk • BOS • EMV-Messungen • Fernwirken • Forschung • Maritime • Meteorologie • Satelliten • Sicherheit • Telemetriedatenübertragung • Wissenschaft

52525 HEINSBERG • Fon 02452-156779 • Fax 02452-157433

DIFONA COMMUNICATION
IHR FUNK-KOMPETENZ-CENTER IM HERZEN DEUTSCHLANDS
Spredlinger 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!

W foldingantennas.com
ultra portable & lightweight antennas
Der schnelle Portabel-Falt-Beam
20-17-15-12-10-(6)m in 10 Min. QRV

HD-ELEKTRONIK • 62 Jahre im Dienst des Amateurfunks
Amateurfunkzentrum Hohenlohe-Franken
Geißgräben 2 • 74594 Kreßberg 3 (Marktlustenau)
Tel. (079 57) 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 Alinco, Icom, Kenwood, Yaesu u. v. a.

www.hummelmasten.de
Aluminium-Gittermasten
Hummelmasten
Industriestraße 14/1
75417 Mühlacker
Tel. (07041) 45 244 • Fax 864308

www.WELLENJAGD.de Empfänger Antennen Elektronik Zubehör Literatur
Wellenjagd • Inhaber Daniel Labatut
Balzenbergstraße 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 ...
• werkstattgeprüft • mit Gewährleistung
• ständig wechselndes Angebot • Inzahlungnahme
• Ankauf zu fairen Konditionen • Stationsauflösungen

Peter-Henlein-Str. 5 • 89331 Burgau • Telefon 0 82 22/410 05-0 • Fax -56
Internet www.haro-electronic.de • E-Mail info@haro-electronic.de

Ihre Anzeige fehlt?
Rufen Sie uns bitte unter (030) 44669460 an.

KLEIN ANZEIGEN VERKAUF

Funk & Amateurfunk

kn-electronic.de Bausätze und Bauteile für Funkamateure

Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0

Yaesu FT-818ND, inklusive Windcamp Bracket Stand Halterungsständer, Bedienungsanleitung Deutsch, USB-62 USB-Cat Interfacekabel (Programmierkabel), so gut wie neu (gekauft 18. 6. 2020), 688,80 FP zuzüglich DHL-Versand. DJ5ST@web.de

Röhren-Kurzwellenendstufe Dentron GLA-1000, Preis VHS. schmidt-rahe@gmx.de, Tel. (04941) 5807

KW-Transceiver FT-107M, 200,-; Antennentuner MFJ-974B, 120,-; Bazooka für 40 m, 40,-; Kent-Keyer mit ETM-5C-Elektronik, 50,-. Tel. (07431) 58889, Steier-Albstadt@t-online.de

Kenwood TS-120S mit MC-50, PS-30 und AT-120, 1 Satz Remoterig RRC-1258MKlls, Kenwood TS-480SAT. Telefon (04643) 2835, dk2oy@gmx.de

Collins KWM2A, PM2 Power Supply, Junker-Knietaste neuwertig, Drake MN 2700. Tel. (0561) 8075414 (AB)

Yaesu FT-1000MP-Feld, 100 W, KW, AT, Filter, eingeb. NT, VB; Einbualtsprecher f. IC-756. Tel. (0151) 27147677

TRX Icom IC-7600, KW/50 MHz, 100 W, 2 x RX, 3 Roofing-Filter, AT, einwandfreie Funktion, mit Mikrofon in Orig.-Verp., Bestzustand, letzte Firmware und Update mit Wasserfallanz. Tel. (0151) 27147677

Icom IC-781, KW, 150 W, AT, Griffe und Bildröhre utf. Tel. (0151) 27147677

Handfunkgerät Yaesu VX-8, Tribander, 6 m, 2 m, 70 cm, 5 W, Breitband-RX mit UKW-Stereoaudio + GPS + APRS möglich, bis 999 MHz, Zubehör. Tel. (0151) 56381640

Abkürzungen in Kleinanzeigen:
FP = Festpreis
NN = Nachnahme
NP = Neupreis
NR = Nichtraucher
VB/VHB = Verhandlungsbasis
VHS = Verhandlungssache
SAH = Selbstabhöler

www.grahn-spezialantennen.de
Aktive magnetische Empfangsantennen von Längst- bis Kurzwelle

GRAHN-Spezialantennen
Stuttgarter Str. 215 • 73230 Kirchheim/Teck
Telefon (0 70 21) 97 98 50

SWLs aufgepasst! **Die Alternative***

*) Eine echte Alternative, wenn Sie auf eine Außenantenne verzichten müssen

Funk & Amateurfunk

Yaesu FT-221R, 2-m-Transceiver, Preis VHS, Tel. (04941) 5807, schmidt-rahe@gmx.de

Verkaufe aus gesundheitlichen Gründen komplette UKW- und KW-Station inklusive Hummel-Tower mit viel Zubehör an Selbstabholer. Preis VHB. Bei Interesse gerne Geräteliste über E-Mail: docerbt@t-online.de

Yaesu FT-8800E, VHF/UHF, 50/35 W, dazu Gerätehalter mit Lüfter Yaesu SMB-201, DTMF-Mikrofon MH-48, USB-Programmier-Kabel CT-29B und deutsche Bedienungsanleitung. Das Gerät befindet sich in einem einwandfreien Zustand, wurde wenig gebraucht und hat kaum Gebrauchsspuren. 260,- € zuzüglich DHL-Versand. DJ5ST@web.de

Grundig YachtBoy 400, mit SSB, 50,- €; Sony ICF2001D mit Flugfunkband, NT, 160,- €; Sangean-ATS 818 ACS mit Kassettenteil und NT, 95,- €; Sony SW1 (Elkos neu) im Koffer, 120,- €; Sony SW55 (Elkos neu) im Koffer, 190,- €; Sony ICF-7600 mit SSB, 65,- €. Alle Empfänger optisch und technisch in gutem Zustand. Preise VHS. Weitere Geräte auf Anfrage, auch Reparaturen möglich. Tel. (030) 712 2418

Welt-RX, Siemens RK770 mit Kassettenteil, KW/UKW, 100 kHz bis 30 MHz mit SSB-BFO. Tel. (0151) 27147677

ZX6-2 Monoband-Yagi für 6 m, 2 Elemente, komplett mit allen Schrauben, Muttern, Scheiben, Federringen und Aufbauanleitung, zusätzlich Mantelwellensperre, ohne Versankosten 50,- €. hans-dieter@dk8pb.de

12 m schottischer Teleskop- und Kippmast (siehe Tennamast.com) mit Rotorkäfig und Yaesu Rotor G450. Transportlänge/Gewicht 6 m/150 kg, für VHB 600,- € an Selbstabholer 40 km entfernt von Pilsen A6/E50. E-Mail: ivaknn@gmail.com

Freistehender Gittermast aus feuerverzinktem Stahl, mit Schlittenanlage, Höhe bis 17 m möglich, Segmente 1,55 m lang, mit Leiterspinnen, 3 x 60 m Koaxialkabel und diverses Zubehör, Standort nahe Potsdam, Preis für Selbstabholer und Abholer 1000,- €. Bilder auf Ebay-Kleinanzeigen „Amateurfunk.Gittermast“. Telefon (03329) 611755

Hilberling T9 Tischmikrofon in schwarz, neu und unbenutzt. Preis VHB DG2NFM@gmx.de

Historisches US-Dummyload DA-189GRC, 600-1800 MHz, mit Wattmeter, VHF/SHF-Bereich, guter Zustand. Tel. (0151) 27147677

Fachhändler

Deutschland

SCHÜLEIN ELECTRONIC Tel. (0911) 36 80 999
Haeberleinstraße 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 I Z6.
We also speak English. International orders welcome.

Weißblechgehäuse **OTTO SCHUBERT GmbH**
Mastgehäuse für außen Gewerbestraße 8
Gerätegehäuse 90574 ROSSTAL
Drehkos (KW-UKW-Loop) Tel. (09127) 1686
Magnetloops Fax 6923
Sonderanfertigungen www.schubert-gehaeuse.de

www.DX-WIRE.de
Antennendrähte und -litzen, Isolatoren, Abspannmateriale, GFK-Masten, Mantelwellensperren, Entstörmateriale und Ferrite, Teflon®-Kabel und -Litzen
Fa. Peter Bogner Antennentechnik (DK1RP), 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

Pactor Controller SCS PTC-II, optisch und elektrisch i. O., installierte Baugruppen: Packet-Modem 1200/2400, Packet-Modem 9k6, 512 kB SRAM, mit Anschlusskabel (außer Stromversorgung), komplett 180,- € inkl. Paketversand. DK3DUA@dk3dua.de

Vibroplex Handtaste Deluxe, Chrom, Knopf rot, 100,- €; Bensch Handtaste RJ-2 Chrom, 100,- €; Stampf Handtaste STM-11 rot, 100,- €, alle Tasten neu und ungebraucht aus Sammlung. Tel. (02151) 481957, hoelters-karl@t-online.de

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

Oszillografenröhre B13 S5 gegen Gebot. (Preis nach Angebot). honoenig@freenet.de

Testbericht gesucht? www.fu-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

Verkaufe R&S Messplatz SMDA komplett mit Leistungsmesser, Messsender, Hubmesser, ausführliche Dokumentation. Das Gerät wurde vor Außerbetriebsetzung in einer Fachwerkstatt überprüft, nur an Selbstabholer, Preis: 220,- €. wh.bonn@gmail.com

Modernes RFT-Netzgerät SV-18 aus dem Jahr 1989 vom Messgerätewerk Zwönitz; Konvolut Sennheiser Mikroport Rx + Tx, Funkmikro, Ladegerät + Zubehör; Philips Röhren-Mischverstärker EL-6400 aus 1954/55; Dynscan 467 Bildröhrenmess- und Regeneriergerät mit 3 Instrumenten + 13 Fassungs-Adaptoren; Wisi WA-23A TV + RF-Pegelmessempfänger; Telefon: (0228) 96637000

Schweiz

Lutz-Electronics Die Nummer 1 für Amateurfunk in der Schweiz
Erstschlüsselstrasse 246 - CH-4247 Grindel
+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. +41-44-8 26 16-28 Fax -29
www.gianora-hsu.com
... der Beste für Amateurfunk in der Schweiz !!!

Tschechien

GESEURO
• attractive prices
• quick EU delivery
• Create, Heal, Hy-Gain, Inrad, MFJ Enterprises
geseuro.com/radio

Netzwerkanalysator HP3577A, 5 Hz – 200 MHz + S-Parameter Testset 35677A; Vektorsignalgenerator HP8782B, 1 – 250 MHz; Spektrumanalysator HP8569B, 0,01 – 22 GHz; LCZ Meter HP4276A. Preise VHB. Tel. (08092) 84084

Amateurfunktagung München 2020: Tagungsbände bestellen auf www.amateurfunktagung.de

KLEIN ANZEIGEN ANKAUF

Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0

Tischmikrofon Icom SM-6 gesucht. Tel. (02339) 910 445

Schaltung aus dem Hobbyheft „Wissen Technik“ für den Röhren-KW-Empfänger 40 m oder 80 m gesucht. Tel. (02066) 7492

WIMO KABELKONFIGURATOR



Professionelle Kabel – schnell – einfach zu konfigurieren – preiswert

1 Anschluss 1 wählen

2 Kabellänge eingeben

3 Anschluss 2 wählen

4 Kabel in Warenkorb

www.wimo.com/de/kabelkonfigurator



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-HB 80m - 6m 600w
404-UL 40m-10m 200w

Multi-Band mit 15m!
ideal für Field Days
+ Portable Einsatz

Weitere Infos im Onlineshop
oder bei www.aerial-51.com

Euer Spezialist für leichte Stationen mit starkem Signal!
online bestellen unter www.spiderbeam.com täglicher Versand weltweit

Für mehr Freude am Hobby



Tecsun S-8800e

Der S-8800e ist der neueste DSP-Weltempfänger aus dem Hause TECSUN. Mit einem Frequenzbereich von VLF (ab 20kHz), LW, MW, KW & UKW in der „Sonderedition“ mit erweitertem Empfangsbereich, deutschem Handbuch und Vollmetallknöpfen in Gun-Metal sowie einer Fernbedienung. 20kHz - 30MHz und 74 - 108 MHz.

ab 339,-€

End Fed Multiband Antenne Bausatz

Diese kompletten Bausätze sind wahlweise für 100,300 und 450 Watt ausgelegt und in diesen Ausführungen erhältlich:

- 10-15-20-40-80 Meter, bei 21 Metern Länge
- 10-20-40 Meter, bei 12 Metern Länge.
- 10-12-15-17-20-30-40-80-160 Meter, bei 46 Metern



ab 40,-€

Mantelwellensperre CCMC50

Mit der CCMC50 Mantelwellensperre ist jetzt eine kostengünstigere Variante mit geringfügigen Einschränkungen gegenüber der CCMC30 verfügbar. Die Werte sind dennoch beeindruckend:

- Frequenzbereich optimal: typ. 500kHz - 50MHz
- Störunterdrückung Mantelwellen: >30dB: 500kHz - 50MHz (>20dB: 100kHz - 70MHz)



75,-€

TRX Tiefpassfilter 0-74MHz bis 100W

JG-LPF74 Tiefpassfilter. Für Tranceiver mit bis zu 100 Watt Sendeleistung. Verhindert Störprodukte und Intermodulationstörungen, die von starken UKW-Sendern und anderen Störquellen ab 75MHz aufwärts verursacht werden. Ideal für IC-7300 z.B..



Jetzt gratis Katalog anfordern!



www.hamradioshop.net
Bonito - Dennis Walter - Tel: 05052 6052

Funkmodule Xbee XB24API001 29,55 XB24AUI001 32,15 XB24AWI001 29,00 XB24ZWI004 29,55 XBP24API001 48,65 XBP24AUI001 49,90 XBee3 XBee3PCB-Ant 29,60 XBee3 UFL-Ant. 29,60 XBee Explorer mit USB 29,90 PHPoC Blue EZP4S342/SET 7,00 Board inkl. WiFi-Adapter 62,00 EZPES2002 Prototyping Board, Zubehör 26,00 WiFi-Modul /WLAN 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 Wägesensoren TAL220 10kg 8,60 TAS506-200 200kg 70,00 TAS606-50 50 kg 70,00 TAS501-200 200kg 65,50 Körperschallwandler kleine Bauform 2W GD-002 14,15 große Bauform 6 W GD-003 24,65 3D-Magnetometer mit MLX90393 16,50	BASCOM Compiler BASCOM-AVR 105,00 BASCOM-8051 94,00 Arduino und AVR ARDUINO/UNO 23,80 ARDUINO/2 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/U2S 13,00 ARDUINO/USB 18,40 ARDUINO YUN mit Linux-Komm- prozessor 70,00 ARDUINO-LCD 24,40 Raspberry Pi RASPBerryPI-B3+ 39,50 RASPBerryPI-B3 39,50 RASPBerryPI-B+ 33,00 RASPBerryPI-B2 33,50 RASPBerryPI-A 28,00 Zubehör USD-NOOB 16GB 18,00 USD-NOOB 32GB 32,60 Netzteil, USB 2,5A 14,00 Gehäuse, sw/klar 9,40 Kameras RPI-NOIR 28,75 RPI-CAM5MP 28,75 Kamera-Gehäuse 15,60 Gewitterblitzsensor AS3935-BQFCT 13,45 Ta7642 1,80 Antenne: MA5532-AEB 2,85	Impuls-Laserdioden NIR-Bereich 905 nm SPL P190 25 W 21,50 SPL PL90-3 75W 29,90 Avalanche Photodioden EOPAD-800-1-07 27,50 UV-LED SMD Abstrahlwinkel 130°, 1000 mW UVV5339 395nm 8,00 UVV5338 358nm 9,65 Spezial-ICs ADP1512ARMZ-R7 2,50 AD8302ARUZ 28,40 NvSRAM ANV32AA1WDK66T 7,50 ATmega328PB-AN 1,85 TPA0211DGNR 2,75 MSGEQ7 5,80 TLC59208FIPWR 2,25 TS3011ILT 3,55 USB-Module USB-Ersatz für RS232 DB9-USB-F 24,95 Wärmebildsensoren MLX90621ESF- BAA-000-SP 49,40 MLX90621ESF- BAB-000-TU 47,10 MLX90621ESF- BAD-000-SP 47,10 Evaluation-Board EV990621 228,85 CO2-Sensor CDM7160 64,00 Bausatz CO2- Messgerät Mit CDM7160 und Display 105,00	Entlötlkit Kit zum Entlöten von SMD-Bauelementen, mit vielen Anschlüssen, durch Temperatursenkung SMD INL 23,80 Restposten 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 MC3356P 3,05 MC3356P 6,30 MC3361B 1,90 MC3361B (DIP) 1,90 MC3362P 3,05 NE614AN 1,55 SA605N 11,05 SO42P 2,65 TDA1572 6,30 TDA6130 20,55 TOM3232 2,05 MC145106P 4,75 MT8888CE 9,50 MSM6322 5,00 RSC164 6,00 SA33049AP 4,60 TOM3232 1,55 FX118P 12,65 PCD4440Z 7,90
--	--	---	--

Zahlung: Vorkasse / Rechnung / Bankenzug / VISA / Mastercard
Versandkosten (nach Gewicht, Größe und Warenwert):
Inland: Kleinsendg. 3,35 € / Einschreib. 4,50 € / Paket 5,50 €
EU: 9,00 € (Einschreib. < 100 €), 12,00 € (< 1 kg / Warenw. < 500 €), größerer Paket anfragen
Ausland: bitte anfragen, abhängig vom jeweiligen Land
Mehr / Online-Bestellung: www.sander-electronic.de
Mehr Informationen: www.s-elabor.de

Dr.-Ing. Klaus Sander
PF 35 584
10214 Berlin
Tel: 030-29491794
Fax: 030-29491795
Mail: info@sander-electronic.de
SANDER ELECTRONIC

Ihre privaten Kleinanzeigen veröffentlichen wir
im FUNKAMATEUR zum Pauschalpreis:
Bis zu einer Länge von 10 Zeilen kostet jede Anzeige ganze 5 €
und wird dafür 40000-fach gedruckt!
Anzeigenschluss für den FA 10/20 ist am
Freitag, dem 11. September 2020

Gerne beraten wir Sie:

Tel: 069 – 84 65 84
 Email: difona@difona.de



www.difona.de

Wenn Funk verbindet

HEX-BEAM SP7IDX TECHNOLOGY

Neu!



649 €

Große Wirkung bei geringem Platzbedarf!
 HEXBEAM Mark IV HD - by SP7IDX
 Eine professionell entwickelte, hochbelastbare, kompakte und leichte Breitband-Drahtantenne (2-Element Richtantenne)

Bänder: 20, 17, 15, 12, 10 und 6m
 Drehradius: 3,26 m
 Nennleistung: 1.500 Watt PEP
 Gewinn: max. 5-6 dBi (freistehend)
 Gewicht: ca. 9,8 kg
Hochwertige Materialien:
 Edelstahl-Schrauben, stabile Fiberglas-Verteiler (2,4mm Wandstärke), Kevlar-Seile (3mm), Edelstahl-Elemente, Aluminium-Mittelement

ICOM

IC-705 Allmode Portabel QRP-Transceiver
 Konzipiert für den Außeneinsatz – Modernste Technik für unterwegs mit Funktion und Performance einer Basisstation

Auslieferung ab Ende KW 36!

Bestellen Sie vor und seien Sie bei den Ersten!

1.435 €

- 0,5-5W mit BP-307 Li-Ion Akku
- 5-10W mit externen 13,8 V
- HF: 50 MHz, 144 MHz, 432 MHz
- SSB, AM, FM, CW, D-Star DV
- RX: 30 kHz - 146 MHz + 430-440 MHz
- Touchscreen Farb-Display 4,3" Diagonale
- Bluetooth und GPS eingebaut, Wegstrecken-Logger, D-Star Funktionen

NEU

mAT-Tuner jetzt bei uns erhältlich!

Ob wetterfest für den Outdoor-Betrieb, ob Automatik- oder Portabel-Tuner mit integrierten Li-Ion-Akkus.

Die qualitativ hochwertigen, vielseitigen und robusten Tuner von mAT werden auch Sie überzeugen – nicht nur wegen der günstigen Preise!

Infos unter: difona.de/amateurfunk/antennenzubehoer/antennentuner/

YAESU
 The radio

FTM-300DE
 Der neue VHF/UHF Mobil-Transceiver mit integrierter Bluetooth-Einheit!

Ab Lager lieferbar!

439 €



Sichere Stromversorgung im Shack mit PowerPole-Verbindungen!

Nissei Schaltnetzteil
 30 A Spitze, 28 A Dauer; von 9 - 15V regelbar.
 Powerpole Anschlüsse vorne, Büschelstecker-Anschlüsse auf der Rückseite

95 €



DC Switching Power Supply
 NS-2230D
 (B 165 x H 80 x T 200 mm - 1,54kg)

AP15
 Crimp-Zange für 15,30 und 45 A Power Pole Kontakte

45 €

PPC30
 10 Sätze Powerpole Kontakte 30 A closed, rot & schwarz mit Kontaktfedern

12,50 €

PPO45
 10 Sätze Powerpole Kontakte 45 A open, rot & schwarz mit Kontaktfedern

16,50 €




Sprendlinger Landstr. 76 | 63069 Offenbach | Tel: 069 – 84 65 84 | Fax: 069 – 84 64 02 | E-Mail: difona@difona.de
 Öffnungszeiten: Mo, Di, Do, Fr: 09.30 – 13.00h & 14.30 – 17.00h | Mittwoch & Samstag: geschlossen

ANTENNEN-ROTOREN

mit Schneckengetriebe
 - solide
 - leistungsstark
 - bewährt

CREATE

RC 5-1 Rotor mit var. Geschwindigkeit, ohne Preset € 633,61
 RC 5-3P wie RC 5-3, mit Interface-Buchse € 794,45
 RC 5A-3P Leistungsrotor + Interface-Buchse € 1217,51
 RC 5B-3P Hochleistungsrotor + Interface-Buchse € 1678,59
 RC 5B-4P langsamer Hochleistungsrotor + Interface-Bu. € 1751,70
 ERC 51 Elevationsrotor € 918,25
 ERC 5A-P Hochleistungselevationsrotor € 1749,75
 AER-5 SAT-Rotor-Kombination € 1817,98
 CK-46 Drehlager bis D=63 mm, mit Kunststoffrollen € 77,50

Überspannungsableiter für Antennenleitung

Versionen in N-Norm:

LPN N-Stecker / N-Buchse je € 72,-
 LPN-2B N-Buchse / N-Buchse je € 72,-
 LPN-BL N-Bu-/Bu lang, 1 Chassis je € 75,-

Version in PL- (UHF / ISO 239):

LPU PL-Stecker/PL-Buchse je € 63,36
 LPU-2B PL-Buchse/PL-Buchse je € 63,36
 LPU-BL PL-Buchse und lange PL-Buchse für Chassismontage je € 70,18

MwSt-Senkung

Wir geben die MwSt-Senkung vollumfänglich an Sie weiter (Juli bis Dez. 2020):

www.shop.ukwberichte.de

Stecker-montage?

Wir liefern konfektionierte Kabel nach Ihren Wünschen!



Welches Kabel, welche Stecker? Fragen Sie an!



Mechanische Lösungen ... für den Antennenbau

rostfreie Kreuzklemmen
 z.B. CP 6/65-V2 beidseitig Ø 35-63 mm, Edelstahl!

je € 48,54

Parallelklemmen
 in großer Auswahl, verzinkt oder in Edelstahl rostfrei

Einsetzbar z.B. zur Befestigung v. Antennenrohren an den Streben eines Geländers.

PMK 65-V2 30 - 60 mm; alles Edelstahl. € 44,64
 PMK 75-V2 30 - 75 mm; alles Edelstahl. € 58,00
 PMK 60-B 30 - 62 mm; verzinkt, 2er-Set € 18,47
 ... und viele weitere!

Mastgehäuse in 3 Größen:



jeweils Wetterschutz-Haube, Bodenswinkel und Mastklemme

MGK #10719 € 19,11
 MGS #10716 € 21,44
 MGB #10718 € 34,22

Wand-Abstandshalter
 Flachstahl, verzinkt
 WH 120 12 cm Set € 27,78
 WH 250 25 cm Set € 31,19
 WH 450 45 cm Set € 38,W

KABEL + STECKER

ECOFLX

Bestellen Sie online unter: www.shop.ukwberichte.de

Kabeltyp:	je m	50 m	100 m	N- St.	N- Bu.	BNC- St.	UHF- St.
ECOFLX 10	€ 3,36	3,20	3,13	5,95	5,95	6,09	4,50
ECOFLX 10+	€ 3,66	3,56	3,49	5,95	5,95	6,09	4,50
ECOFLX 15	€ 7,60	7,22	7,07	10,24	9,04	-	8,29
ECOFLX 15+	€ 7,99	7,59	7,44	10,24	9,04	-	8,29
AIRCELL 5	€ 1,56	1,48	1,45	4,30	3,95	2,42	2,31
AIRCELL 7	€ 2,14	2,03	2,00	4,68	4,80	5,15	2,94
H2000 FLEX	€ 2,85	2,78	2,73	6,10	5,10	6,60	4,40
H2007	€ 2,05	1,95	1,90	4,80	4,80	5,51	3,00
H 155	€ 1,36	1,27	1,22	4,68	4,90	3,22	3,80
RG 213/U	€ 2,34	2,22	2,14	6,10	6,10	6,60	4,40
RG 58/U	€ 0,83	0,82	0,79	4,41	4,00	2,42	2,31

UKW-Berichte
 Tel: 09191 9795410 • Fax 09191 97954133
 Email: info@ukwberichte.com
 www.stecker-shop.net

ASM-MASTEN

Leichte Aluminium-Schiebemasten, dünnwandig, 2 mm

Jetzt mit komfortablen Knebelgriffen für bessere Klemmung!

ASM 50 5 m € 92,61
 ASM 60 6 m € 109,18
 ASM 70 7 m € 122,82
 ASM 65 6,5 m € 110,15
 ASM 78 7,8 m € 132,57
 ASM 90 9 m € 167,66
 ASM 85 8,5 m € 147,19
 ASM 105 10,5 m € 157,92
 ASM 125 12 m € 198,86

ASM Comf70 € 147,19
 ASM Comf90 € 185,21
 ASM Comf125 € 232,97

MMF KFZ-Fuss € 92,80



Glasfaserrohre

Wir liefern GFK-Rundrohre bis 6 m:

D 20 / 3 mm je m € 10,97
 30 / 3 mm je m € 16,77
 40 / 4 mm je m € 18,76
 50 / 4,5 mm je m € 27,88

Passende Halbschalensätze 1 mm:
 HS 4K für 40 mm je € 8,58
 HS 4L für 40 mm je € 10,33
 HS 5K für 50 mm je € 9,55
 HS 5L für 50 mm je € 11,21

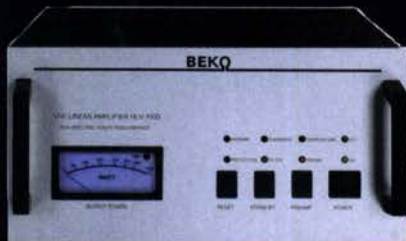
Winkel-Wandhalter
 aus Alu (WWA...) oder Stahl (WWS...)

WWA 20 20 cm € 14,82
 WWA 50HD 50 cm € 45,52
 WWA 70HD 70 cm € 49,42
 WWS 50 50 cm € 38,02

MOSFET-ENDSTUFEN DER EXTRAKLASSE: FÜR EME, CONTEST, AIRCRAFT SCATTER, DX ...



**ROBUST
ZUVERLÄSSIG
LANGLEBIG**



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_{OUT} 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 beurteilt K1RO die HLV-1100 in der QST 1/2015:

Overall, this amplifier is an excellent addition to any serious 432 MHz station whether for general, contest, EME or digital operating. It has a serious price tag, but all indications are that you will get what you paid for!

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

+ SAMS – Swiss Antenna Matching System

Die ferngesteuerten Antennen-Anpasssysteme **SAMS** eignen sich zur Anpassung nahezu aller Antennenformen. Ob symmetrisch oder unsymmetrisch. **SAMS** bedient bis zu 4 Antennen und kommuniziert mit bis zu 2 Transceivern. Ein weiter Anpassbereich und bis zu vier weitere zuschaltbare Funktionen ermöglichen eine Flexibilität, die ihresgleichen sucht.



SAMS MN

SAMS – Schweizer Präzision für Antennenanpassung im Sende- und Empfangsbetrieb

HEINZ BOLLI AG Heinz Bolli, HB9KOF

Elektronik | Automation | Nachrichtentechnik
Rüthofstrasse 1 · CH-9052 Niederteufen / SCHWEIZ
Tel. +41 71 335 0720 · E-Mail: heinz.bolli@hbag.ch



SAMS plus

Ausführliche Informationen unter: <https://hbag.ch>

Keine Kompromisse!

PROCOM Stationsantennen

- für den kommerziellen Einsatz
- für Relais-Funkstellen und für ...
- den anspruchsvollen Funkamateurl

Monoband-Rundstrahl-Antennen: (Auswahl)

CXL 3-1 LW	Flugfunk 118 - 137 MHz	€ 198,50
CXL 3-2C	Flugfunk 110 - 140 MHz	€ 374,17
CXL 2-1/s-N	2-m-Band 138 - 156 MHz	€ 110,52
CXL 2-1LW/s	2-m-Band 138 - 156 MHz	€ 198,50
CXL 2-1LW/I	2-m-Band 146 - 165 MHz	€ 164,67
CXL 2-3LW/s	2-m-Band 139 - 147 MHz	€ 362,87
CXL 2-3C/I	2-m-Band 144 - 157 MHz	€ 536,48
CXL 70-1LW/h	70 cm, 420 - 470 MHz	€ 130,43
CXL 70-3LW/I	70 cm, 420 - 450 MHz	€ 282,30
CXL 70-5C/I	70 cm, 420 - 450 MHz	€ 350,92

Plattformen für ein Drehsystem:

PLS 50	für 48 - 55er Rohr	je € 58,-
PLS 60	für 58 - 65er Rohr	je € 58,-

Oberlager:

GS 065	je € 73,50
--------	------------

Bestellen Sie online unter:
www.shop.ukwberichte.de



Versionen in N-Norm:

LPN	N-Stecker / N-Buchse	je € 73,50
LPN-2B	N-Buchse / N-Buchse	je € 73,50
LPN-BL	N-Buchse und lange N-Buchse für Chassismont.	je € 75,50

- unterschiedliche Ansprechspannungen für verschiedene Sendeleistungen

Versionen in PL- (UHF / SO 239...):

LPU	PL-Stecker/PL-Buchse	je € 65,-
LPU-2B	PL-Buchse/Buchse	je € 65,-
LPU-BL	PL-Buchse und lange PL-Buchse für Chassismont.	je € 72,-

UKWberichte

Archiv-CD 4 Jahrgänge / 1 CD € 12,-
Die Jahrgänge 2013 - 2016 als PDF
Abo 2020 „4 Printausgaben“ € 31,60 ... seit 1961!

Steckermontage?

Wir liefern konfektionierte Kabel nach Ihren Wünschen! Welches Kabel, welche Stecker?



info@ukwberichte.com
UKWBerichte
Telecommunications

Unser Anzeigenschluss für Ihre privaten Kleinanzeigen im FA 10/20 ist Freitag, der 11. September 2020

FRIEDRICH KUSCH DORTMUND

Koaxkabel · Batterien · HF-Verbindler

Dorfstr. 63-65 · 44143 Dortmund Wambel

Postfach 12 03 39 · 44293 Dortmund

Tel. (02 31) 25 72 41 · Fax (02 31) 25 23 99

E-Mail: Kusch@Kabel-Kusch.de

Internet: WWW.KABEL-KUSCH.de



WIR BERATEN SIE GERNE.

Kennen Sie schon das **HyperFlex 10?**
Oder haben Sie schon vom **ExtraFlexBury** gehört?

Mehr Informationen unter:

www.kabel-kusch.de/info/2020-09.htm

... oder fragen Sie uns im freundlichen QSO über 600 Ohm.

Öffnungszeiten: Mo.-Fr. 9 - 16 Uhr; Selbstabholer bitte telef. Voranmeldung
Keine Verpackungskosten, keine Mindestmengenzuschläge!
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.

QSL collection 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

GEFANGEN IM ÖDEN JOB?



... auf der Suche nach einer neuen Herausforderung, aber das Richtige war noch nicht dabei ... keine Zeit für das geliebte Hobby, dabei aber richtig gut ... dann haben wir etwas für Sie.

Verbinden Sie das Hobby mit dem Beruf! Verbringen Sie den ganzen Tag im Funker-Himmel beim Marktführer WiMo zwischen all den Geräten, die das Herz eines wahren Ham höherschlagen lassen.

Wenn Sie jetzt auch noch Spaß daran haben, gewissenhaft und selbstständig zu tüfteln, dann müssen wir reden, denn wir suchen für unser Service Center zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen

SERVICETECHNIKER FUNKTECHNIK (M/W/X)

Unser Angebot

- Arbeiten Sie für den europäischen Marktführer in einem dynamischen und familiären Umfeld.
- In Europa führen wir in unserem Markt das umfangreichste Produktsortiment aus Handelsware und der eigenen Produktion.
- Wir wachsen stark und haben unsere Produktions- und Lagerflächen gerade erst verdoppelt.
- Kundenzufriedenheit geht bei Mitarbeiterzufriedenheit los. Wir bieten ein angenehmes Arbeitsumfeld und nette Kollegen.
- Keine Reisetätigkeit.

Ihre Aufgaben

Sie prüfen und reparieren Funkgeräte inklusive Zubehör, Antennenanpassgeräte, Netzgeräte und Leistungsverstärker. Ihre Reparaturarbeiten umfassen:

- Fehleranalyse anhand der Fehlerbeschreibung der Kunden, Fehlersuche im Gerät auf Bauteileebene, Schaltpläne baugruppenübergreifend lesen, Schaltungsblöcke erkennen.
- Deutung & Analyse der Zusammenwirkungen mit externen Geräten für die Fehleranalyse unter Berücksichtigung der Fehlerbeschreibungen der Kunden sowie deren Gerätesetups.
- Prüfung der Geräte nach Herstellerspezifikation für Abschluss der Reparaturen.
- Dokumentation der Arbeiten in der Service-Datenbank als Vorbereitung für Rechnungsstellung - auch mehrsprachig.

Zusätzlich unterstützen Sie unsere Kunden via Telefon und Mail bei technischen Fragen - gerne auch mehrsprachig.

Ihr Profil

- Idealerweise besitzen Sie einen Studienabschluss oder gerne auch einen Abschluss zum staatlich geprüften Techniker in Elektrotechnik, Nachrichtentechnik o.ä.
- Sie haben eventuell bereits erste einschlägige Berufserfahrungen im Umgang mit Kommunikationselektronik und Amateur-, Marine- oder Betriebsfunk. Idealerweise haben Sie eine Lizenz als Funkamateureur.
- Sie haben Übung im Umgang mit SMD- und THT Bauteilen
- Wir wachsen international. Zumindest bringen Sie grundlegende Englischkenntnisse mit.
- Sie haben Spaß am Basteln, Eigeninitiative und eine selbstständige Arbeitsweise

Interesse? Melden Sie sich bei uns unter bewerbung@wimo.com

WiMo Antennen und Elektronik GmbH

Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim | Telefon 07276-96680 | www.wimo.com | info@wimo.com

ANJO ANTENNEN

PRÄZISION AUS DEUTSCHLAND

23 cm Super-Yagi



YA130069
5,93 m lang,
23 dBf

Stabiler doppelter Unterzug,
(kein Überspannseil!)
Mastschellen aus V2A
... ab Lager lieferbar!

Preis inklusive Mehrwertsteuer zuzüglich Versandkosten

JOACHIMS HF & EDV-Beratungs GmbH
Lindenstr. 192 • 52525 Heinsberg • Tel. 02452-156 779
anjo@joachims-gmbh.de • www.anjo-antennen.de



QRProject Hildegard Zenker
Einzige Elecraft Vertretung in DL

Molchstr. 15 12524 Berlin
Tel. 030 85961323

Email: Verk@qrproject.de

www.qrp-shop.de

Bausätze für den Amateurfunk
Transceiver, Zubehör, Bauteile
Ich berate und helfe gerne
Nik, DL7NIK

QSL SHOP

1000 QSL-Karten
4/4-farbig und
UV-Lack vorn
ab 89,-

DL3KWS
DL3KWS
DL3KWS
DL3KWS
DL3KWS

Tel.: 030-44 66 94 73
Fax: 030-44 66 94 69
order@qslshop.com
www.qsl-shop.com

DIETER KNAUER
FUNKELEKTRONIK

Birkbach, Waldblick 28
96158 Fronsdorf, OT Birkbach
Tel. 0 95 02 / 212
Di-Fr 9-12 / 15-18 Uhr
So nach Vereinbarung

Auswahl • Service • Beratung • Seit 1983

KENWOOD TH-D74E • Dualbander mit D-STAR® und APRS®
High-End-Dualbander für APRS® und D-STAR® auf 144 und 430 MHz!
• APRS-Kommunikation für den Austausch von GPS-Positionsdaten und Nachrichten in Echtzeit.
• D-STAR zum Senden von Sprache und Daten über digitale Amateurfunknetzwerke.
Und noch vieles mehr!

Wir machen Urlaube!
Vom 07.09.2020 bis einschließlich 30.09.2020
bleibt unser Geschäft geschlossen.

www.knauer-funk.de • info@knauer-funk.de

Michael Berg liefert auch weiterhin bewährte Qualität aus Iserlohn.

HFC
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
Web: www.hf-berg.de / info@hf-berg.de
Telefon: (02372) 75 980

HFC-Nachrichtentechnik Michael Berg
Schleddenhofer Weg 33 • 58636 Iserlohn

Wir bieten eine große Auswahl an HF-Steckverbindern in den Normen UHF, N, BNC, SMA, TNC und 7/16
Besuchen Sie unsere Website:
www.hf-berg.de
Mit einem „Klick“ werden Sie dort mit unserem **EBAY-Shop: hf-mountain-components** verbunden.
Dort finden Sie auch hochwertige Koaxialkabel.

HFC
www.hf-berg.de
Nachrichtentechnik

Headset ED 6c

Ein unverzichtbares
Zubehör!

- integrierter Vorverstärker (über Poti einstellbar)
- verbesserter Tragekomfort durch weiche Ohrpolster
- flexibler Transceiver Anschluss (kann getauscht werden)
- robusteres Anschlusskabel
- Kopfhöreranschluss verlängerbar
- PTT-Eingang immer vorhanden (3,5 mm Klinkenbuchse)
- Volumenregler direkt am Kopfhörer

Anschlussfertig für
ICOM
Kenwood
YAESU



www.eurofrequency.de
Tel. 037754 304 73 - info@eurofrequency.de

Kennen Sie den schon?

Fordern Sie unseren neuen, kostenlosen QSL-Katalog mit Preisliste, Bestellformular und Muster-QSL-Karten an.

Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38
13156 Berlin

Tel.: 030-44669473
E-Mail: order@qslshop.com
Internet: www.qsl-shop.com



Neu! 2-Port VNWA 3SE Automatischer Vektor-Netzwerk Analysator



Eine Premiere in dieser VNA Preis- und Leistungsklasse
SMA & N Versionen & Nachrüstung für VNWA 3E & VNWA 3
VNWA 3SE SMA & 3st. Calibrier Kit & USB Kabel ab € 679,-
VNWA 3E nun ab € 515,- VNWA3 ab € 459,- (inkl. MwSt) + Versand)

Magi-Cal® Automatischer SMA Kalibrator für VNWA

- 1-Port- und vollständige 2-Port SOLT Kalibrierungen
- Frequenz DC - 1 GHz, mit verringerter Genauigkeit bis 1,3 GHz
- Unterstützt VNWA3E, VNWA3SE, VNWA3 und VNWA2
- Effektiv - Spart Zeit und Verschleiß der Kalibrierelemente
- Lieferumfang - Magi-Cal, 2 st. SMA Kabel 16cm, USB Kabel

Preis € 141,50 (inkl. MwSt) + Versand



Internet Webshop - Wir akzeptieren Paypal
fragen Sie nach einer Proforma-Rechnung
für Zahlung in Euros per Banküberweisung.
www.SDR-Kits.net

SDR-Kits, Office 11, Hampton Park West,
Melksham, Wilts SN12 6LH England

VNWA - VNWA Zubehör - SDRPlay RSP - GPSDO 1-ppb - L-Band Antenna - HupRF PCB

Mini GPSDO 1ppb 400 Hz - 810 MHz € 116
2 Port GPSDO 1ppb 400 Hz - 810 MHz € 143
SDRPlay RSP1A 2000 MHz SDR-RX € 104,50
SDRPlay RSPdx SDR RX 3 antenna € 213
Active Antenna 1540 MHz MagMount 5m € 14,75
HupRF Panoramic Adapters PCBs € 16,50

KOAXKABEL VON MESSI & PAOLONI



AUSGEZEICHNETE QUALITÄT - RIESEN-AUSWAHL - GUTER PREIS

Messi & Paoloni (Ancona, Italien) fertigt seit über 70 Jahren hochwertige Koaxial-Kabel für die Industrie und den Amateurfunk. Niedriges Gewicht, exzellentes Schirmmaß und geringe Dämpfung sind nur drei der herausragenden Merkmale der Messi & Paoloni Kabel.

ULTRAFLEX10

- 10.3mm AD | 4.8dB/100m @144MHz | Litze 7x1mm
 - Gut für UKW bis 70cm, hohe Leistungen auf KW, flexibel
- Preis pro Meter 2,90 €
25m-Ring 71,25 €
50m-Ring 140,00 €
100m-Ring 270,00 €

HYPERFLEX 5

- 5.4mm AD | 9.7dB/100m @144MHz | Litze 19x0.29mm
 - Hochflexibles Kabel für kurze Strecken, moderate Leistungen
- Preis pro Meter 1,55 €
25m-Ring 38,75 €
50m-Ring 75,00 €
100m-Ring 145,00 €

AIRBORNE 5

- 5mm AD | 11dB/100m @144MHz | Volldraht

- Sehr leichtes Kabel, gut für Fluggepäck, KW + UKW
- Preis pro Meter 1,30 €
25m-Ring 32,50 €
50m-Ring 65,00 €
100m-Ring 130,00 €

AIRBORNE 10

- 10.3mm AD | 4.2 dB/100m @144MHz | Volldraht
 - Niedrige Dämpfung, super für UHF/SHF, geringes Gewicht
- Preis pro Meter 2,85 €
25m-Ring 71,25 €
50m-Ring 140,00 €
100m-Ring 275,00 €

ULTRAFLEX 7

- 7.3mm AD | 6.9dB/100m @144 MHz | Litze
 - Super für KW und UKW, verhältnismässig dünn und leicht
- Preis pro Meter 2,00 €

- 25m-Ring 48,75 €
- 50m-Ring 97,50 €
- 100m-Ring 190,00 €

HYPERFLEX 10

- 10.3mm AD | 4.8dB/100m @144MHz | Litze 19x0.59mm
 - Ausgezeichnetes Kabel für VHF/UHF/SHF, sehr flexibel (Rotor)
- Preis pro Meter 3,10 €
25m-Ring 75,00 €
50m-Ring 150,00 €
100m-Ring 290,00 €

HYPERFLEX 13

- 12.7mm AD | 3.6dB/100m @144MHz | Litze 37x0.56mm
 - 1/2" Kabel für höchste Ansprüche auf VHF/UHF/SHF, sehr flexibel
- 50m-Ring 280,00 €
100m-Ring 550,00 €
300m-Ring 1590,00 €

Andere Längen auf Anfrage. Professionelle Kabelkonfektionierung mit Steckern auf Anfrage, siehe WiMo Kabelkonfigurator

WiMo Antennen und Elektronik GmbH Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim | Telefon 07276-96680 | www.wimo.com | info@wimo.com

Irrtümer und Änderungen vorbehalten. Barpreise inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. Versand

Der VHF/UHF-SDR-Transceiver IC-9700

Allmode inkl. D-STAR,
2 m, 70 cm und 23 cm,
LAN-Buchse, Touch-
Display, Spektrumkop,
Wasserfallanzeige usw.



**Falls Sie Ihren neuen Transceiver
oder Empfänger nicht bezahlen
möchten, haben wir eine gute
Idee:**

oder der neue FTdx101D von Yaesu ?



KW, 6 m und 4 m,
Spitzen-SDR, Farb-
display mit Touch-
Funktion, Tuner
und vieles mehr

**Bieten Sie uns doch ganz einfach
Ihre gebrauchten Geräte zur
Inzahlungnahme an.**



**Selbstverständlich kaufen wir Ihre Geräte auch dann an, wenn Sie kein
neues Funkgerät bei uns erwerben. Bitte rufen Sie uns an.
Auf Wunsch lösen wir auch ganze Stationen schnell und fair vor Ort auf.**

Als Vertragshändler führen wir auch Neugeräte von Icom, Kenwood, Yaesu ... Peter-Henlein-Str. 5, 89331 Burgau Internet: www.haro-electronic.de
Telefon 0 82 22 / 4 10 05-0 · Fax -56 e-mail: info@haro-electronic.de

ANJO ANTENNEN
PRÄZISION AUS DEUTSCHLAND

Problemlöser gesucht? Dann UNIMH.xx

€62,-
bis €94,-

**Schwerer
Edelstahl-Universal-
Masthalter**

- für Quadrat- oder Rundboom ■ Standrohr
- Ø 50 bis 100 mm ■ als Kreuz- oder Parallelklemme

Preise inklusive Mehrwertsteuer zuzüglich Versandkosten
JOACHIMS HF & EDV-Beratungs GmbH
Lindenstr. 192 • 52525 Heinsberg • Tel. 02452-156 779
anjo@joachims-gmbh.de • www.anjo-antennen.de

Amateurfunkgeräte Reparaturen
herstellerunabhängig*preiswert*schnell
auch alte Geräte und Abgleicharbeiten
→ Auftragsarbeiten (SMD-Löten) ←
www.electronicrepair.de
Tel. 04277/9640127
Inh. Andreas Richter DF8OE

ICOM-Vertragspartner
Funktechnik Seipelt
... die Werkstatt!

Verkauf von Neugeräten:
ICOM ● KENWOOD ● YAesu etc.
Telefon: 0 33 42 / 30 49 59
www.funktechnik-seipelt.de

**Unser Anzeigenschluss für Ihre
privaten Kleinanzeigen im FA 10/20
ist Freitag, der 11. September 2020**

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 mail@dm9ee.de www.dm9ee.de/hotel.html

**Fernlehrgang
Amateurfunk-Zeugnis**



Ausbildung für alle Klassen durch staatlich
geprüften, seit 45 Jahren bewährten, Fern-
lehrgang. 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

Reuter Digital Receiver



RDR55-Pocket-sPocket
Direkt Digitalisierende RX / TRX bis
156 MHz, stand-alone ohne PC.
52,6 MHz Spektrumbreite. Bis zu 4
16 Bit ADC: Hohe Aussteuerbarkeit
auch bei voller Empfindlichkeit!



RLA4 Cross-Loop Antenna
Neu!-Vollgeschirmte Version für
Außenmontage! Koaxialer Aufbau
mit IP65. Beste Empfangsleistung
mit maximaler Störunterdrückung.
Drehung fernsteuerbar, auch per
WLAN über Internet. **RLA4G**

Burkhard Reuter Konstruktion & Musterbau
Ziegelstraße 54 06862 Dessau-Roßlau
Tel. 034901/67275 Fax 034901/67276
www.Reuter-Elektronik.de



Linearverstärker **HPA-8000B 1kW**

- Eingangsleistung 0,1 / 3 / 30W
- 1,8 - 70 MHz
- IM₃ / 750 W -40 dB



www.hilberling.de

... die PA für alle Transceiver ...

2 x TRX - IN • 4 x ANT • CAT Interface • -60 dB ATT (Predistortion)

5.980,-€
inkl. MwSt. + Versand



1 kW LINEAR VERSTÄRKER 1,8 - 70 MHz

MADE IN GERMANY

ALUMASTE



Vielseitige Aluminium-Maste für portable Anwendungen. Leicht aufzubauen, viele Varianten (Höhe, Transportlänge, Durchmesser) verfügbar. Reichhaltiges Zubehör wie Dreibeine, Abspannungen, Seile, Bodenanker, Kneblspanner uvm. verfügbar.

Modell	Länge Transport [m]	Länge [m]	Gewicht [kg]	Preis
PM 4/1,5	1,50	4,0	2,2	60,70 €
PMXL 5/1,25	1,25	5,0	5,0	80,00 €
PM 6/1,5	1,50	6,0	4,0	89,30 €
PMXL 6/1,3	1,30	6,0	6,0	101,60 €
PM 8/1,5	1,50	8,0	6,5	108,80 €
PMXL 9/1,5	1,50	9,2	9,5	178,50 €
PM 10/1,5	1,50	10,0	8,5	145,20 €
PMXL 10/1,5	1,50	10,0	11,5	195,00 €
PM 11/1,5	1,50	11,0	10,0	173,80 €
PM 12/1,5	1,50	11,8	11,2	203,00 €
PM 5,0/1,9	1,90	5,0	4,0	66,20 €
PM 6,5/1,9	1,90	6,5	6,0	101,60 €
PM 8,0/1,9	1,90	8,0	8,0	139,50 €
PM 9,5/1,9	1,90	9,5	10,0	178,30 €
PM 11,4/1,9	1,95	11,4	11,2	213,00 €
PM 12,8/1,9	1,95	12,8	13,0	242,60 €
PM 16,8/1,9	2,0	16,0	15,6	349,00 €
PM 16/2,7	2,70	16,0	15,0	349,90 €

MASTWERKS



Geniales Mastsystem für sehr schnellen Aufbau mit nur einer Person. Drei Höhen verfügbar: 4m, 7m, 10m. Der Mast ist im Dreibein drehbar gelagert, damit sind Richtantennen, Kameras oder Leuchten leicht auszurichten.

Die festen Arretierungen erlauben ein Feststellen in beliebiger Höhe. Die gleichen Arretierungen werden auch am Dreibein verwendet, das damit auch auf unebenem Untergrund gut aufzustellen ist.

Inkl. Mast, Dreibein, 2 Ebenen Abspann-Seile, Hänge. Optionale Transporttasche. Transportlänge 160cm, Gewicht 3.7 (4m) bis 6.2kg (10m Mast und Dreibein).



MASTWERKS 4m MAST
inkl. Dreibein, Zubehör

739 €

MASTWERKS 7m MAST
inkl. Dreibein, Zubehör

885 €

MASTWERKS 10m MAST
inkl. Dreibein, Transporttasche, Zubehör

1075 €

NEU!

WiMo Antennen und Elektronik GmbH Am Gäxwald 14 | 76863 Herxheim | Telefon 07276-96680 | www.wimo.com | info@wimo.com

Irrtümer und Änderungen vorbehalten. Barpreise inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. Versand

Das ARRL-Handbuch 2020



Jetzt günstiger!

The ARRL Handbook 2020 for Radio Communications*
6 Softcover-Einzelbände
A-1137 ~~69,-~~ **59,-**

The ARRL Handbook 2020 for Radio Communications*
Traditionelle "dicke" Softcover-Version
A-1076 ~~57,-~~ **49,-**

* Beide Versionen inklusive Download-Key für die elektronische Version und das ergänzende Material.

Die Abbildung zeigt die Version "6 Softcover-Einzelbände"
Bestell-Nr. A-1137

Wie kann man bestellen?

Senden Sie einen Bestellschein oder eine formlose Bestellung per Post an:
FUNKAMATEUR-Leserservice
Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskirring 38, 13156 Berlin
Internet www.funkamateure.de > Online-Shop
Versandpauschalen:
Inland 4,90 Ausland 6,90 + 5,00 Zuschlag

FUNK AMATEUR POWERED BY **HAM SPIRIT**

KLEIN ANZEIGEN

ANKAUF

KLEIN ANZEIGEN

VERSCHIEDENES

Suche symmetrischen Antennenkoppler BX-1200 nach DL1SNG, als Bausatz oder schon zusammengebaut (funktionierend). Preis VHS. Mein QTH ist Zürich. HB9AWJ@kurzwellenstation.ch

Zetagi BV-135 gesucht. rsteinweger@gmx.de

Telefunken Spez 445 Empfänger: Ausschlaggerät und/oder Teile gesucht (Steckspule und Gehäuse). Kauf oder Tausch sind möglich. E-Mail: gunter.h@aon.at

Suche Tonna 4-Element-2m-Vormast-Yagi. DK5TX@darc.de

Elecraft KX2. h-dl1bv@t-online.de

Gebrauchte ausgemusterte Antennenrotore der Marke HyGain CDE, AR 30/40, CD 44 /45, HAM 4, T2X, gerne auch Steuerteile dazu, damit ich den Teilen ein zweites Amateurfunkleben einhauchen kann. Angebote möglichst mit Foto(s) an DL3BAQ@darc.de

KW-Transceiver SG-2020 von SGC gesucht, ggf. auch defekt als Ersatzteilsender. Telefon (04941) 5807, spinnenretter@online.de

HEATHKIT Bidirectional RF Wattmeter Model IM-4190 gesucht, ggf. auch defekt bzw. unvollständiges Gerät als Ersatzteilsender sowie Unterlagen dafür und Gehäuseschrauben mit US-Gewinde für Heathkit-Geräte, Tel. (04941) 5807, schmidt-rahe@gmx.de

Radiokassettenrekorder Sony CFS-201L o. Ä. in gutem Zustand, zur Ersatzteilerzeugung, gut funktionierende Audio-Radio-Kassetten. Telefon: (0151) 27147677

Yaesu-Quarzfrequenz TCXO-4 oder TCXO-6. Tel. (0151) 56381640

Antennenanpassgerät mit Kreuzzeigerinstr., 2 m/70 cm, wie Daiwa CNW-727, Comet CAT-283 o. ä. (MFJ). Tel. (0151) 27147677

Gebrauchtgeräte: Fairer Ankauf, Verkauf mit Übergangsgarantie durch Haro-electronic, Telefon (08222) 41005-0

Die ehemalige Troposphärenfunkstation 301 ist zu besichtigen. Standort von DMOBARS, Interessant nicht nur für Funkamateure. Mehr Informationen unter www.bunker-wollenberg.eu

Die Runden: Waterkant (DL0HEW), Old Timer (DL0OTR), EVU (DL0EVU), Plattditsch (DL0PWR) geben viele neue Diplome und Trophys heraus. Infos über Runden und Treffen in DL siehe www.waterkante.de, DK4HP, Telefon: (040) 6429195

Funk- und Rundfunk-Nostalgie, Multimedia-DVD-ROM, neue Version 1.8.9: Eine Zeitreise in die faszinierende Welt der Funk- und Rundfunkgeschichte. 195 Themen, 1500 Fotos und Abbildungen, 145 Tondokumente und Musik der 20er- bis 50er-Jahre sowie 59 Kurzvideos und 72 Gerätebeschreibungen. Preis: 19 € + 2 € Versand. Info unter: www.rundfunk-nostalgie.de, G. Krause, Wagnerstr. 8, 26802 Moormerland, Tel. (0178) 9742601

6. Tettauer Funkbörse verschoben auf 24. Oktober 2020 in 96355 Tettau. Infos auf www.funkflohmarkt-tettau.de oder über Manfred Sufka, DL9NDK, Telefon: (09269) 9560, DL9NDK@t-online.de

29. Radio- und Funktechnikbörse Bad Dürkheim! Neuer Termin: Sonntag, 27. September 2020, 9 – 13 Uhr, 67098 Bad Dürkheim-Ungstein, Weinstr. 82, Restaurant „Honigsäckel“. Tischgebühr 15,-/Tisch. Keine gewerblichen Aussteller. Infos und Anmeldung bis 23. 9. 2020 unter DF71Q@darc.de oder Telefon: (06392) 8159202

Über 1000 Anzeigen finden Sie auf www.fa-kleinanzeigen.de

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

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

KW-Radio für „Radio DARC“



Bausatz für einen 49-m-AM-Superhet auf TCA440-Basis. Leicht aufzubauen, da nur bedrahtete Bauelemente eingesetzt werden und lediglich 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

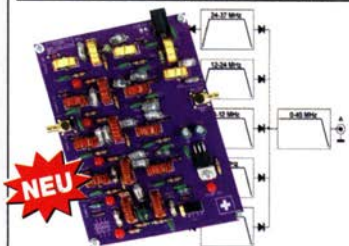
Beitrag von SM5ZBS im FA 12/2011.



Ein SO42P und ein 10-MHz-Quarz setzen den LW-Bereich von 10 bis 500 kHz auf 10,01 bis 10,5 MHz um. Durchgangsverstärkung 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-züger 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 BX-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-Potenzio meter, 100-kHz-Eichpunktgeber 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 „RF-Shark“ von HB9KOC



Doppelsuperhet für den Bereich von 40 kHz bis 30 MHz, demoduliert AM, SSB und CW, ZF-Bandbreite 6,3 bzw. 0,75 kHz, digitale Abstimmung und Frequenzanzeige, manueller Preselektor. Der Bau- und Testbericht dazu wurde im FA 11/2019 veröffentlicht. Bauanleitung als PDF auf www.box73.de

RF-Shark BZ-024 465,-

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

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 unabgestimmte 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>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: <1 µA

DRF1268T 9,50

VHF bzw. UHF-TRX-Module

Universelle TX/RX-Module.
Im Amateurfunk zur Realisierung von FM-Minitransceivern, APRSS-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
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 5 V DC (80 mA)

BC-015 21,-

Weitere HF-Module (Mischer, Baluns, Splitter usw.) finden Sie auf 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,-

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 < 1,2 dB
1 ... 50 V DC / < 0,5 A

HFM-Bias 4,50

Breitbandverstärker-Module



50 Ω, 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-4G (0,5...4000 MHz)
18 dB @900 MHz 9,50
HFM-6G (5...6000 MHz)
Verstärkung 20 dB 11,10

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, Mikrofon und digitaler Frequenzanzeige

87...108 MHz, Abstimmung und Lautstärke-einstellung über Up-/Down-Tasten, 49 x 27 mm, 3...5 V/35 mA DC.

Die gesetzlichen Bestimmungen sind zu beachten. Es darf weder eine Antenne noch ein Sendeverstärker angeschlossen werden!

FMTX-D 14,-

FM-Tuner-Modul mit TEA5767



Kompletter FM-Tuner mit Stereodekoder
Stereo-Ausgänge, PLL I²C-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 -30 ... +10 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

Automatischer Antennenumschalter »FA-AS«



Der „Automatic Antenna Selector“ ermöglicht es, vier verschiedene Antennen anzuschließen und je nach Betriebsfrequenz über die analoge Bandschaltung oder CI-V automatisch zu wählen. Er eignet sich außer für den IC-7300 auch für alle modernen Icom-Transceiver.

Komplettbausatz nach DL7JSP aus FA 12/2016 mit bearbeitetem und bedrucktem Gehäuse sowie einer ausführlichen 20-seitigen Bauanleitung im DIN A4-Format.

BX-7300

129,-

Lasermodule, rot, 5 mW

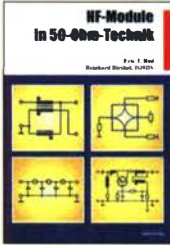


Punkt-, Linien- und Kreuzlaser für Eigenbauprojekte, 5 mW (Klasse 3R), fokussierbar, Versorgung 3...5 V DC, Länge 40 mm, ø 14 mm

Punkt laser LM-ROT-P-5 3,90
Linien laser LM-ROT-L-5 3,90
Kreuz laser LM-ROT-K-5 3,90

Weitere interessante Module finden Sie auf www.box73.de

Schaltungstechnik



HF-Module in 50-Ohm-Technik
Eric T. Red u. R. Birchel, DJ9DV, 132 S. 2003
B-0422 18,90



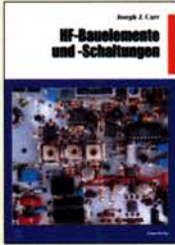
Das große Schaltungsbuch des Funkamateurs
Sichla, Beam-Verlag 2013, 300 S., 21x28 cm
B-1637 32,-



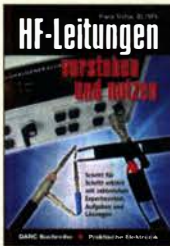
Die 123 wichtigsten Tabellen und Diagramme für den Funkamateuer
S. Sichla, 2014, 122 S.
B-1651 18,90



Hochfrequenz-Transistorpraxis
F. Sichla, 2008, 278 S., 309 Abb., 17,5 x 25,5 cm
B-1538 24,-



HF-Bauelemente und -Schaltungen
Carr, 264 S., dt. Ausg. von RF Components & Circuits
B-0481 29,50



HF-Leitungen verstehen und nutzen
F. Sichla, DARC-Verlag, 2012, 168 Seiten
D-0617 16,80



Die wichtigsten Bauelemente für den Funkamateuer
F. Sichla, 2011, 124 Seiten
B-1583 15,80



HF-Technik mit dem NE/SA 602/612
F. Sichla, 142 S., 198 Abb., 21 x 28 cm
B-0546 19,80



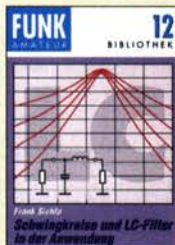
Die 100 wichtigsten Formeln für den Funkamateuer
F. Sichla, 2011, 134 S.
B-1576 16,80



Zusatzgeräte fürs Shack - selbst gebaut
Perner, 320 S., 2007, mit CD (Layouts u. Software)
D-0518 19,90



Einfache IC-Empfängerschaltungen
F. Sichla, DL7VFS, 3. erw. Aufl., 104 Seiten
X-9028 nur 2,-



Schwingkreise und LC-Filter in der Anwendung
F. Sichla, DL7VFS, 96 Seiten, 12,0 x 17,5 cm
X-9117 nur 2,-



Aktive Mischer in der Amateurfunkpraxis
Frank Sichla, DL7VFS, 96 Seiten, 12,0 x 17,5 cm
X-915X nur 2,-



Audioverstärker-ICs von 100 mW bis 100 W
F. Sichla, DL7VFS, 1999, 96 Seiten, 12 x 17,5 cm
X-9125 nur 1,-



Das SDR-Praxisbuch
B. Kainka, DK7JD, Elektor-Verlag 2019, 136 S., 17 x 23,5 cm
E-3380 29,80

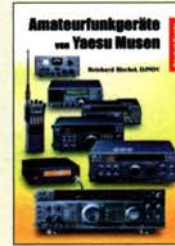
Funkgeräte & Empfänger



KW-Amateurfunkgeräte aus 50 Jahren
R. Birchel, DJ9DV, 2010, 270 S., 21 x 28 cm
B-1569 29,50



KW-Amateurfunkgeräte in Röhrentechnik
R. Birchel, DJ9DV, 2003, 374 Seiten
B-0414 36,-



Amateurfunkgeräte von Yaesu Musen
R. Birchel, 220 Seiten, 2. Auflage 2011
B-0449 11,80



Amateurfunkgeräte von Icom
R. Birchel, 2. Aufl. 2008, 288 S., Taschenbuch
B-0503 13,80



Moderne Amateurfunk-Geräte ABC der Features & Funktionen
F. Sichla, 192 Seiten, Beam-Verlag 2018
B-1705 13,80

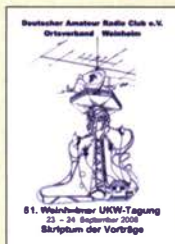


Amateurfunkgeräte von Kenwood
R. Birchel, 192 Seiten, 2. Auflage, 2016
B-052X 10,80

Skripte der UKW-Tagungen



Skriptum der 47. UKW-Tagung 2002
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2002 6,-



Skriptum der 51. UKW-Tagung 2006
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2006 4,-



Skriptum der 54. UKW-Tagung 2009
Sammelband der Vorträge, DIN A4, 180 S.
U-2009 4,-



Skriptum der 55. UKW-Tagung 2010
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2010 6,-



Skriptum der 56. UKW-Tagung 2011
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2011 6,-



Skriptum der 57. UKW-Tagung 2012
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2012 14,-



Skriptum der 61. UKW-Tagung 2016
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2016 15,-



Skriptum der 62. UKW-Tagung 2017
Sammelband der Vorträge, 236 S., DIN A4
U-2017 14,-



Skriptum der 63. UKW-Tagung 2018
Sammelband der Vorträge, 248 S., DIN A4
U-2018 14,-



Skriptum der 64. UKW-Tagung 2019
Sammelband der Vorträge, DIN A4
U-2019 14,-

Reprints



Kurzwellempfänger
Lechner, Finck, Militärverlag, 1979, Reprint 400 S., Festeinband
X-9372 28,-



Kurzwellempfänger
D. Lechner, Y21D, 432 S., Reprint-Ausgabe, Festeinband
X-9365 29,50

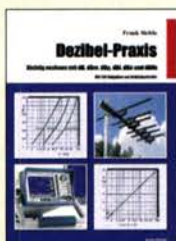


Einseitenbandtechnik
H. Brauer, Militärverlag, der DDR 1984, Reprint 288 Seiten, Festeinband
X-9389 22,-



Kurzwellen-Amateurfunktechnik
H.-J. Pietsch., Franzis-Verlag, Reprint, 436 S.
X-9396 29,50

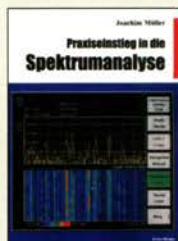
Messtechnik und Grundwissen



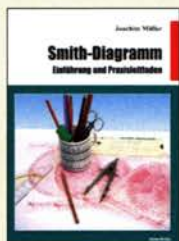
Dezibel-Praxis
Richtig rechnen mit dB, dBm, dBi, dBc und dBHz
F. Sichla, 2. erweiterte Auflage 2018, 116 Seiten
B-0562 15,80



Rauschen in Elektronik und Funkpraxis
F. Sichla, DL7VFS, Beam-Verlag 2015, 124 Seiten, 21 x 28 cm
B-1668 18,90



Praxiseinstieg in die Spektralanalyse
J. Müller, Beam-Verlag 2014, 198 S., 21 x 28 cm, viele farbige Abb.
B-1644 38,-



Smith-Diagramm
Einführung und Praxisleitfaden
J. Müller, Beam-Verlag 2009
B-1552 29,80



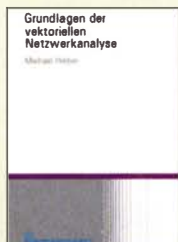
Praxiseinstieg in die Vektorielle Netzwerkanalyse
J. Müller, 2011, 142 S., Format 21 x 28 cm,
B-1590 32,-



Digitale Oszilloskope
J. Müller, Beam-Verlag 2017, 388 S., 21 x 28 cm
B-1682 47,90



Messpraxis für Empfänger, Sender und Antennen
F. Sichla, 2008, 102 S., 90 Abb., 17,5 x 25,5 cm
B-1514 14,90



Grundlagen der vektoriiellen Netzwerkanalyse
M. Hiebel, 3. Auflage, 420 Seiten, Festeinband
Z-7053 68,-



Messen mit dem Vektor-Netzwerkanalysator VNWA2/VNWA3
G. Palme, 2014, 166 S.
Z-0036 29,50



Messen mit dem Vektor-Netzwerkanalysator VNWA2/VNWA3 - Band 2
G. Palme, 2017, 191 S.
Z-0037 31,50



Geheimnisse der Elektronik erklärt
R. Lacoste, Elektor-Verlag, 2019, 256 Seiten
E-3465 34,80



CQDL-Spezial Messen und Entstören
CQDL-Sonderheft, 2005, 104 Seiten, DIN A4
D-9908 7,50



CQDL-Spezial Messen u. Entstören II
CQDL-Sonderheft, 2007, 116 Seiten, DIN A4
D-9912 7,50



Messtechnik für Niederfrequenzverstärker
G. Hass, Elektor-Verlag 2019, 104 Seiten
E-3342 24,90



Oszilloskope und Analysatoren
H. Bernstein, Elektor-Verlag, 385 Seiten
F-2871 42,-

CQ DL-Spezial



CQ DL Spezial: SDR & D-STAR
Artikelsammlung, 2008, 96 Seiten, DIN A4
D-9914 7,50



CQDL-Spezial QRO - Leistung im oberen Bereich
2013, 96 Seiten, DIN A4
D-9919 7,50



CQ DL-Spezial UKW-Antennen
DARC-Verlag, 2006, 98 Seiten
D-9910 7,50



CQ DL-Spezial Antennen International
DARC-Verlag, 2004, 116 S.
D-9901 7,50



CQ DL Spezial: Mikrocontroller
Artikelsammlung, 2011, 112 S., mit CD
D-9916 10,-



CQ DL Spezial: Bastelspaß
37 Bausätze werden vorgestellt, 2007, 112 S.
D-9913 7,50

Ausbildung und Afu-Grundwissen



Afu-Lehrgang für Klasse A - Technik
Moltrecht, DJ4UF, 7. Auflage, 2017, 304 S.
V-3892 22,80



Afu-Lehrgang Betriebstechnik und Vorschriften
E. K. W. Moltrecht, DJ4UF, 160 S.
V-8033 22,90



Afu-Lehrgang Klasse E
Technik für die Novice Licence, Moltrecht, DJ4UF, 2016, 10. Auflage, 240 S.
V-3645 22,90



Leitfaden zur Amateurfunkgesetzgebung
Chr. Hildebrandt, DJ1JUR u.a., 215 S., 2008,
D-0549 5,-



HF-Leitungen verstehen und nutzen
F. Sichla, DARC-Verlag, 2012, 168 Seiten
D-0617 16,80



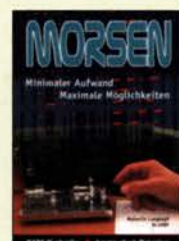
Fragenkatalog Kl. A + E
Betriebliche Kenntnisse u. Kenntnisse der Vorschriften, 92 S., 2006
Z-0022 7,-



Fragenkatalog Klasse E
Technische Kenntnisse, 50 Seiten, BNetzA, 2006
Z-0023 6,-



Fragenkatalog Klasse A
Technische Kenntnisse, 138 Seiten, BNetzA, 2007
Z-0024 7,-



Morsen... Min. Aufwand - Max. Möglichkeiten
H. Langkopf, DL20BF, 256 S., 2006
D-0461 9,80



Jahrbuch für den Funkamateure
2020
H. Schwarz, DK5JI, DARC-Verlag, 836 Seiten
D-JB20 17,90

Reprint-Ausgabe

FUNKAMATEUR DIGEST 1980-1992

Amateurfunktechnik und Antennen
Reprint ausgewählter Beiträge

Knut Theurich
DGOZB (Hrsg.)

FUNKAMATEUR DIGEST 1980-1992

Die interessantesten technischen Beiträge aus 13 Jahrgängen des FUNKAMATEUR zu den Themen Amateurfunktechnik und Antennen
K. Theurich, DGOZB, (Hrsg.), 3. Auflage, 2018, 416 Seiten, Festeinband, 16,5 x 23,5 cm
X-9402 29,50

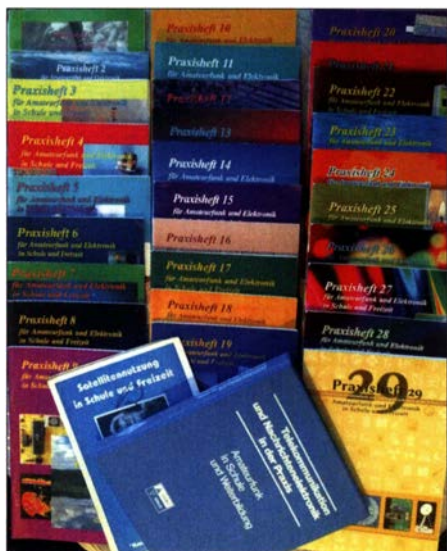
Arbeitskreis Amateurfunk & Telekommunikation in der Schule e.V.

Bearbeiter:
Peter Eichler, DJ2AX
Birkenweg 13, 07639 Tautenhain
E-Mail: dj2ax@aatis.de

Autoren dringend gesucht

Viele Veranstaltungen mit AATiS-Präsenz finden dieses Jahr nicht statt. Daher vermissen wir unmittelbare Kontakte und Gespräche mit unserer Leserschaft und den Autoren und die daraus entstehenden Rückkopplungen und Anregungen. Die AATiS-Praxishefte können nur die Themen enthalten, die uns von Autoren gesandt wurden. Wir sind sicher, dass es noch viel Potenzial gibt, es muss nur erschlossen werden. Wir bitten um Wünsche, Vorschläge und Hinweise zum nächsten Praxisheft PH31. Was oder worüber möchtet Ihr gern im Praxisheft etwas lesen? Wer hat etwas gebastelt, programmiert oder eine andere Idee, die ins Praxisheft passen könnte? Wer aus seiner Bastelidee einen Bausatz machen möchte, wir helfen gern dabei. Die Projekte sollten Bezug zum Amateurfunk haben und für den Nachbau in Seminaren und Arbeitsgemeinschaften geeignet sein. Bitte habt keine Scheu, die Redaktion freut sich auch über noch so kleine Hinweise, bietet Hilfe und Unterstützung an und ist unter praxisheft@aatis.de zu erreichen.

Tnx Info DL5CN



Die fast komplette Kollektion unserer Praxishefte
Foto: DG6OU

AATiS gewinnt Förderung

Mit dem Wettbewerb „Unser Verein macht schlau“ hat der Verein zur Entwicklung der Erzgebirgsregion Flöha- und Zschopautal e.V. in diesem Jahr eingetragene Vereine der Region unterstützt, die mit ihrem Projekt aktiv zur Bildung und Wissensvermittlung im ländlichen Raum beitragen. Die Fördermittel dazu fließen aus dem LEADER-Budget der Region, finanziert von der Europäischen Union und dem Freistaat Sachsen.



Die Wettbewerbsausschreibung entsprach inhaltlich genau den Zielen unseres Vereins, nämlich der Weitergabe von Wissen, der Vermittlung von neuesten Erkenntnissen aus Wissenschaft und Technik und vor allem der Arbeit mit Jugendlichen auf dem Gebiet der MINT-Fächer.

Das alles bewog mich, einen entsprechenden Projektantrag zu stellen. Da gefordert war, ein ganz konkretes Projekt vor Ort im Fördergebiet mit zeitlichem und finanziellem Rahmen zu benennen, kam nur *das Treffen Amateurfunk Erz-*



Preisträgerrunde

Foto: DL2HSC

gebirge 2020 in Betracht. Ein öffentliches Vortragsprogramm mit renommierten Wissenschaftlern und Ingenieuren als Referenten, eine Exkursion zu einem Traditionsbetrieb vor Ort und die Möglichkeit zu einem Besuch im Nachbarland Tschechien sind im TAE 2020 vorgesehen. Weiterhin soll es Informationen darüber geben, wie mit den von AMSAT-DL und DARC e.V. in Zusammenarbeit mit dem AATiS bereitgestellten QO-100 Bodenstationen Schulkontakte z. B. mit der Antarktis ermöglicht werden können.

Die Bekanntgabe der Wettbewerbsgewinner fand am 13.7. statt. 38 Vereine der Region hatten Anträge eingereicht. Da alle Vorschläge laut Veranstalter besonders zur Wissensvermittlung sowohl bei Vereinsmitgliedern als auch bei Einwohnern beitragen, hat sich der ausschreibende Verein (s.o.) entschlossen, statt der ausgelobten 14000 € ein Preisgeld von 20000 € zur Verfügung zu stellen und jedem der teilnehmenden Vereine einen Sockelbetrag von mindestens 400 € auszureichen. Vergeben wurden Prämien zwischen diesen 400 € und 800 €. Zehn Vereine wurden mit 400 €, 14 Vereine mit 500 € und zehn Vereine mit 600 € prämiert.

Wir konnten uns immerhin über eine Prämie von 400 € freuen, die zur Organisation des TAE verwendet werden wird. **Tnx Info DL2HSC**

Jugendfreizeit trotz Corona und Regen

Wegen Corona stand der diesjährige Ausflug der Jugendgruppe des Ortsverbandes Fürstfeldbruck C28 auf der Kippe. Aber nach einigen Änderungen gegenüber den Vorjahren und der Wiederöffnung der Jugendherbergen starteten wir am Freitag, dem 10.7. Zur Minimierung des Ansteckungsrisikos verzichteten wir auf eine Anreise per Bahn und nutzten stattdessen unsere PKWs. Daher mussten wir auch die Teilnehmerzahl auf zehn – im Vorjahr waren es 16 – begrenzen.

Unter Leitung von Wolfgang, DK4MZ, und Helmut, DL2MAJ, bauten die Jugendlichen 2-m/70-cm-Yagi-Antennen nach DK7ZB auf und erprobten sie am neuen Funkkoffer von C28. Die traditionelle Stadtralley durch Füssen wurde durch Theresa, DC1TH, per Funk koordiniert. Beim Geocaching mit Sebastian, DF5SK, führte er uns auf eine Anhöhe zu einem Baum, in dessen Wurzelbereich sich der Schatz versteckte.

Nach der Rückkehr in die Jugendherberge wurde das AATiS-Spiel AS420 mit den sechs neuen Modulen erprobt. Diese werden zusammen mit einem XL-Koffer im Praxisheft 31 (erscheint im März 2021) beschrieben. Unsere Jugendlichen freuten sich über das Ausprobieren dieser neuen Module und spielten begeistert mehrere Runden.

Am Abschlusstag stand eine Fahrt nach Pfronten zur Breitenbergbahn auf dem Plan. Rund um eine Bank am Grat des Berges schlugen wir unser Lager auf. Mit den selbstgebaute Yagi-Antennen, FT-290, einer 20-W-PA sowie einem FT-818 starteten wir den Funkverkehr. Als Stromversorgung diente das Entwicklungsmuster AS931, das einen handelsüblichen Werkzeuggeräteakkumulator (18V) mit nachfolgendem Spannungsregler auf 13,8 V verwendet. Eine Beschreibung erfolgt im Praxisheft 31.

Die weiteste Verbindung (241 km) gelang auf 2 m mit DL5IAU in JN49RO in SSB. Valentin, DO1VS, mit 13 Jahren der jüngste lizenzierte OM in unserem OV, konnte uns „dahoam“ in Fürstfeldbruck in FM nur schwer aufnehmen, wir hingegen hörten ihn gut. Die grandiose Aussicht vom Breitenberg auf Füssen, den Forgen- und Hopfensee und das imposante Gebirgsmassiv vom Aggenstein bis Säuling, beeindruckte uns alle.

Tnx Info DK4MZ, DL2MAJ



Füssen im Regen

Foto: DL2MAJ

BC-DX- Informationen

■ LRA36 Base Esperanza

Zu den für BC-DXer derzeit exotischsten Hörzielen auf Kurzwelle zählt *Radio Nacional Arcángel San Gabriel*, Rufzeichen LRA36. Nachdem AFAN McMurdo bereits in den späten 1980er-Jahren den Sender der US-Forschungsstation McMurdo auf 6012 kHz im 49-m-Band abgeschaltet hatte, ist LRA36 die einzige Kurzwellen-Hörfunkstation in der Antarktis. Deren Sendeanlagen, ein 1-kW-Collins-Sender vom Typ HF-80 und eine Rhombus-Antenne, gehören zur argentinischen *Base Esperanza*. Diese liegt an der Nordspitze der Antarktischen Halbinsel auf der Position 63° 24' Süd, 56° 59' Ost. Die Region gehört zu einem Teil des Südkontinents, den Argentinien als eigenes Staatsgebiet betrachtet. Seit Inkrafttreten des Antarktis-Vertrags im Jahr 1961 ruhen jedoch solche Gebietsansprüche und die in der Antarktis mit Forschungsprojekten aktiven Nationen haben sich auf eine internationale Kooperation geeinigt. Nachdem LRA36 in den vergangenen Jahren eher selten auf seiner Kurzwelle 15 476 kHz im 19-m-Band aktiv war, ist man zu regelmäßigen Sendungen zurückgekehrt. Dies allerdings in einem deutlich reduzierten Umfang: Strahlte man früher ein Programm in spanischer Sprache täglich oder zumindest von montags bis



QSL-Karte von EWTN Radio; die Station sendet abends auf 15 610 kHz für Afrika. QSL: Lindner

richt für Wellenjäger. Die Übertragungen sollten zunächst an Samstagmorgens stattfinden, doch wurde die Sendezeit auf Nachfrage für Hörer in Europa zunächst bis in den Abend verlängert. In den zurückliegenden Wochen sendete die Station an einigen Wochenenden sogar rund um die Uhr: von Samstag um 1700 UTC bis Sonntag um 1700 UTC auf 15 476 kHz USB; oft begann der Sendebetrieb bereits eine halbe Stunde zuvor. Der Empfang des schwachen Signals gelang am ehesten im Zeitfenster zwischen 1830 UTC und 2000 UTC, entsprechend der Dämmerungsphase im Gebiet der *Base Esperanza*. Die Nutzung der *Grayline*-Ausbreitung, während der schwache Signale oft stärker aus dem Rauschen hervortreten, hilft also, LRA36 berichtsreif zu empfangen. Empfangsberichte in englischer oder spanischer Sprache an tranalra36@radionacional.gov werden per elektronischer QSL-Karte (siehe Abbildung) bestätigt. Wichtig sind eindeutige Programmdetails oder ein kurzer Mitschnitt im MP3-Format als Anhang. Mit weiteren samstäglichen Testsendungen auf 15 476 kHz USB ist zu rechnen.

■ Stimmen aus dem (Süd-)Sudan

Die innenpolitische Situation im Sudan sowie im benachbarten Südsudan ist weiterhin angespannt, wozu auch die Corona-Pandemie beiträgt. Mehrere Programme, die Hörfunkstationen für die Region ausstrahlen, können Wellenjäger täglich auf Kurzwelle verfolgen. Aus dem Sudan sendet die *Sudan Radio & TV Corporation* (SRTC) den Auslandsdienst *Voice of Africa* auf 9505 kHz im 31-m-Band. Von 1630 UTC bis 1900 UTC kommen unregelmäßig Programme auf Französisch, Englisch und Swahili. Häufiger in Mitteleuropa aufzunehmen ist eine Übertragung des Inlandsdienstes auf Arabisch auf 7205 kHz im 41-m-Band bis zum Sendeschluss gegen 2100 UTC. Für beide Programme steht nur ein 100-kW-Sender zu Verfügung, der häufig allein auf 7205 kHz eingesetzt wird. Im Südsudan senden diverse Hörfunkstationen mit geringer Leistung und entsprechend begrenzter Reichweite auf UKW, während im Land derzeit keine Sender auf Mittel- oder Kurzwelle aktiv sind. Mit *Eye Radio* ist dennoch ein südsudanesischer Radiosender hierzulande aufzunehmen: Die Station produziert ihre Programme in der Hauptstadt Juba und strahlt zweimal täglich ein Nachrichtenprogramm in mehreren Landessprachen, darunter Englisch, über im Ausland angemietete Kurzwellensender aus. Die Sendungen kommen morgens von 0400 UTC bis 0500 UTC auf 7340 kHz sowie spätmorgens von 1600 UTC bis 1700 UTC auf

15 410 kHz. Eine weitere Station mit Programmen für Hörer im Südsudan und Sudan ist *Radio Tamazuj*. Nachrichtenprogramme in Arabisch und mehreren lokalen Sprachen kommen täglich von 0330 UTC bis 0430 UTC auf 7315 kHz und 11 650 kHz sowie von 1500 UTC bis 1600 UTC auf 15150 kHz und 15 400 kHz. Der Empfang auf 15 150 kHz im 19-m-Band gelingt in Mitteleuropa regelmäßig in guter Qualität. Dienstags und freitags sind ab etwa 1540 UTC Kurznachrichten in englischer Sprache zu hören.

Der Auslandsdienst der USA, *Voice of America* (VOA), wendet sich mit dem Programm „South Sudan in Focus“ ebenfalls an Hörer im Südsudan. Die Sendung in englischer Sprache bringt Nachrichten und aktuelle Beiträge über die Situation im Land. Ausgestrahlt werden diese montags bis freitags von 1630 UTC bis 1700 UTC auf den Kurzwellen 11 910 kHz, 13 750 kHz sowie 15 180 kHz; guten Empfang in Mitteleuropa bietet 13750 kHz im 22-m-Band. Eine weitere Ausstrahlung läuft montags bis freitags von 2030 UTC bis 2100 UTC auf der Mittelwelle 1431 kHz über einen 600-kW-Sender der VOA in Djibouti.

Die Stationen arbeiten mit lokalen Journalisten zusammen und können daher tagesaktuell berichten. Als Kurzwellenhörer hat man so die Gelegenheit, sich direkt über diese Region zu informieren.

Die Informationen hat Harald Kuhl zusammengestellt.



Elektronische Sonder-QSL-Karte von LRA36 aus der Antarktis für eine Sondersendung im Juli. QSL: hku

freitags aus, beschränkt sich die Sendeaktivität derzeit auf eine zweistündige Ausstrahlung mit dem Titel „Corazón Antártico“ am Mittwochmittag von etwa 1200 UTC bis 1400 UTC. Dieses Programm bringt Studiogespräche über das Leben in der Antarktis, argentinische Musik sowie Telefoninterviews mit Gesprächspartnern in Argentinien. Das Studioteam von LRA36 besteht aus drei Ansagerinnen, die sich der Programmproduktion in ihrer Freizeit widmen. Dies dürfte den reduzierten Sendeumfang erklären. Zudem liegt die Mittwochsendung von *Radio Nacional Arcángel San Gabriel* für einen Direktempfang in Mitteleuropa zu früh. Wer diese Ausstrahlung von LRA36 auf Kurzwelle verfolgen wollte, musste dafür per Internet einen Web-SDR-Empfänger in Südamerika nutzen. Dafür bieten sich Kiwi-SDR-Empfänger in Brasilien, Argentinien und Uruguay an, wobei diese nicht immer erreichbar bzw. oft alle virtuellen „Hörplätze“ belegt sind. Die Aufnahme zusätzlicher SSB-Testsendungen durch LRA36 war daher eine gute Nach-

CB- und Jedermannfunk

Bearbeiter:

Harald Kuhl, DL1AX
Postfach 25 43, 37015 Göttingen
E-Mail: cbjf@funkamateurl.de

CB-Kalender

täglich	Nordbayern-Runde 20 Uhr auf Kanal 17 USB (27,165 MHz)
freitags	SSB-Runde Sachsen 20 Uhr auf Kanal 2 USB (26,975 MHz)
samstags	NRW-Runde 22 Uhr auf Kanal 15 USB (27,135 MHz)
sonntags	CB-Bayerrunde 10 Uhr auf Kanal 4 (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.eu
22./23. 8.	SSB Contest; www.hndx.de
12. 9.	10. CB-Herbst-Contest www.hb9id.ch
7./8. 11.	18. deutschlandweite Funkstaffel; www.funkstaffel.de

ADDX

Ihr Partner für weltweiten Rundfunkempfang

In diesem Monat: => Reprint auf DVD:
Alle Ausgaben von „weltweit hören“ (79 Euro)
Infos unter: www.addx-verlag.de

Englisch für Europa

Liste analoger englischsprachiger Sendungen auf Kurzwelle

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0000-0200	BBC London – 5945 (-0100), 5970
0000-0200	The Mighty KBC – 9925 (So; D) – ab 6.9.: 5960
0000-0200	WHRI – 5920 (So, Mo -0100)
0000-0500	Radio Habana Cuba – 6000, 6145
0000-0900	WEWN – 9385
0000-1200	WWCR – 4840
0030-0100	Radio Slovakia International – 5850, 7780 (via Okeechobee, USA)
0100-0130	RAE Buenos Aires – 9395 (Mo-Fr; via Okeechobee)
0100-0200	China Radio International – 9470, 9675
0100-0800	WLC Radio – 9330 (via WBCQ)
0100-1100	WWCR – 3215
0100-1300	WRNO – 7505 (E + Chinesisch)
0100-1700	WTWW – 5830
0130-0200	Thazin Radio (MYA) – 6030
0200-0300	WHRI – 5920
0230-0300	Radio Ukraine International – 7780 (Di-Sa; Okeechobee, USA)
0230-0330	Myanma Radio – 9730
0300-0400	BBC London – 9440, 12095
0300-0355	Voice of Turkey – 6165, 7275
0300-0400	Madagascar World Voice – 13 760
0300-0400	Radio Oman – 15 355
0300-0400	Radio Taiwan Internat. – 15 320
0300-0400	Voice of America – 4930, 5925, 6080
0300-1500	Brother Stair – 7780 (USA)
0330-0400	Radio Slovakia International – 9395 (via Okeechobee, USA)
0400-0500	BBC London – 9915, 12 095, 13 580
0400-0500	Voice of America – 4930, 4960, 5925, 6080, 7375
0400-0500	Madagascar World Voice – 11 825
0430-0500	Radio Japan – 5975 (AUT), 7245 (ITA), 11 970 (FRA) – Mo-Fr
0430-0600	WHRI – 9825
0459-0558	Radio New Zealand Internat. – 9700
0500-0600	BBC London – 6005, 7345, 9410, 13 580
0500-0530	Radio Japan – 5975 (AUT), 7245 (ITA), 11 970 (FRA) – Sa, So
0500-0600	Radio Habana Cuba – 5040, 6000, 6060, 6100, 6145
0500-0600	Crusader Radio – 9670 (Sa; via Channel 292)
0500-0700	Voice of America – 4930 (-0600), 6080, 15 580
0500-0800	Radio Kuwait – 15 530
0530-0600	Radio Romania International – 6015
0530-0600	Radio Thailand – 17 640
0530-1000	ELWA Radio – 6050
0559-0958	Radio New Zealand Internat. – 5945 (Mo-Fr -1258)
0600-0700	BBC London – 6005, 7345, 9915, 12 015, 13 580, 13 660
0600-0700	Radio France Internationale – 11 830 (ab 27.9.)
0600-0700	Radio Habana Cuba – 6100, 6145
0700-0800	BBC London – 7345, 9410, 9915, 13 580, 15 490, 15 620
0700-0730	Myanma Radio – 9730
0700-0800	Xizang PBS ("Holy Tibet") – 4905, 4920, 6025, 6110, 6130, 6200, 9490, 9580
0700-0900	China Radio International – 13 710 (ALB), 17 490
0700-2300	shortwaveradio – 3975 (Mo-Fr 1500/1600-)
0700-1700	Radio Mi Amigo – 6085 (E + D + Holl.; via Kall)
0800-0830	Shortwave Radiogram – 5850, 7730 (via Okeechobee – So)
0800-0900	IRRS Milano – 9510 (Sa; via ROU)
0800-0900	KNLS Anchor Point – 9695
0800-1000	Voice of Nigeria – 7255
0800-1030	KBS World Radio – 9770
0800-1200	BBS Thimphu – 6035
0800-1900	shortwaveradio – 6160 (Mo-Fr 1100-)
0900-0930	Voice of Mongolia – 12 085
0900-1100	China Radio International – 17 490; -1000: 17 570, 17 650
0900-1300	WEWN – 9470
0930-1200	IRRS Milano – 9510 (So; via ROU)
1000-1100	AIR Delhi – 7270, 13 645, 13 695, 15 770, 17 510
1000-1100	KNLS Anchor Point – 9580
1000-2200	University Network – 11 775
1100-1127	Radio Slovakia International – 6005 (via Kall)
1100-1130	Radio Japan – 11 695 (SNG)
1100-1157	Radio Romania International – 13 750, 15 130, 15 320, 17 670
1100-1300	China Radio International – 13 665 (ALB), 17 490
1100-1400	Supreme Master TV – 7570 (Okeechobee)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1100-1400	WRMI – 9955 (So 1000-1500; Okeechobee)
1100-1900	WINB – 9265 (Sa, So)
1100-2200	WWCR – 15 825
1130-1200	Radio Vatican – 15 595, 17 590 (Fr)
1200-1230	Voice of Mongolia – 6005 (via Kall)
1200-1300	KNLS Anchor Point – 7355, 9795
1200-1300	From The Isle of Music – 6070 (Sa; via Channel 292)
1200-1500	China Radio International – 15 590
1200-2000	WHRI – 9840
1200-2400	WWCR – 13 845
1230-1300	Bangladesh Betar – 4750
1230-1300	Radio Tirana – 6005 (Mo-Sa; via Kall)
1230-1325	Voice of Turkey – 15 450
1245-1300	Reach Beyond – 11 750 (Mo Mi Fr; AUS)
1259-1650	Radio New Zealand Internat. – 6170 (Sa -1958)
1300-1330	Shortwave Radiogram – 15 770 (via Okeechobee - Fr)
1300-1355	Voice of Korea – 13 760, 15 245
1300-1400	China Radio International – 13 670
1300-1400	Voice of Indonesia – 3325
1300-1400	Radio Dushanbe – 7245
1300-1400	Vo Report of the Week – 15770 (Do; via Okeechobee/USA)
1330-1500	AIR Delhi – 9690
1400-1430	Radio Japan – 9450 (UZB), 11 830 (UAE)
1400-1500	China Radio International – 13 710
1400-1500	KNLS Anchor Point – 9580
1400-1500	Radio Oman – 15 140
1400-1600	Voice of America – 4930, 5930, 15580; 17 530 (1500-)
1400-1600	Voice of Hope Africa – 6065, 9680
1400-1900	WLC Radio – 9330 (via WBCQ)
1400-2000	Supreme Master TV – 15 770 (Okeechobee)
1400-2100	Radio Africa – 21 525 (Okeechobee/USA)
1430-1457	Radio Slovakia International – 6005 (via Kall)
1430-1500	Reach Beyond – 11 825 (AUS)
1430-1500	Bible Voice BC – 15 265 (Sa; 1. Sa 1400-; Nauen)
1430-1500	Lao National Radio – 6130
1430-1500	Thazin Radio (MYA) – 6165
1500-1600	BBC London – 9410
1500-1555	Voice of Korea – 13 760, 15 245
1500-1600	China Radio International – 13 640, 15 245
1500-1600	From The Isle of Music – 9400 (So; BUL)
1500-1700	KBS World Radio – 9515; ab 1400: 9785, ab 1600: 9640
1500-1700	Brother Stair – 7780 (BUL)
1523-1620	IRIB Tehran – 6100
1530-1557	Radio Slovakia International – 6005 (via Kall)
1530-1630	Myanma Radio – 5985
1530-1600	Radio Afghanistan – 6100
1530-1600	Voice of Mongolia – 12 015
1600-1700	BBC London – 7445, 12 095, 13 660
1600-1630	Voice of Vietnam – 7280, 9730
1600-1700	China Radio International – 11 940, 11 965, 13 760
1600-1700	Radio Taiwan Internat. – 9405
1600-1700	Xizang PBS ("Holy Tibet") – 4905, 4920, 6110, 6130, 6200, 7385
1600-2130	Voice of Hope Africa – 4965, 6065
1615-1630	Radio Vatican – 11 950
1630-1700	Radio Vatican – 7360 (MDG), 15 565
1630-1700	Voice of America – 11 910, 13 590, 15 660 (Mo-Fr - Südsudan)
1630-1725	Voice of Turkey – 15 520
1630-1900	Voice of Nigeria – 11 770
1700-1800	BBC London – 6195, 7265, 15 400, 17 780, 17 830
1700-1756	Radio Romania International – 11 850
1700-1800	China Radio International – 12 015, 13 760
1700-1800	Voice of America – 5930, 13 590, 17 530
1700-1800	Crusader Radio – 6070 (Sa; via Channel 292)
1700-2000	Brother Stair – 7780 (USA)
1700-2200	WMLK – 9275 (nicht Sa)
1715-1800	Voice of Africa (Sudan) – 9505
1730-2400	ELWA Radio – 6050 (Sa So -2230)
1730-1830	Bible Voice BC – 9810 (Sa, So; via Moos-brunn)
1745-1900	Bangladesh Betar – 4750
1745-1945	AIR Delhi – 9445, 9950
1800-1900	BBC London – 6195, 7265, 9410, 11 810, 13 660
1800-1810	Zanzibar BC – 11 735
1800-1855	Voice of Korea – 13 760, 15 245
1800-1900	China Radio International – 9600, 13 760
1800-1900	IRRS Milano – 7290 (via BUL)
1800-1900	Madagascar World Voice – 13 670
1800-1900	Radio Belarus – 6005 (via Kall)
1800-2000	Voice of America – 4930, 6080
1815-1915	Bible Voice BC – 9635 (So; via Nauen)
1830-1900	Adventist World Radio – 11 790 (SLK)
1830-1925	Voice of Turkey – 5945
1900-2000	BBC London – 6155, 6195, 7265, 11 810, 12 095
1900-1927	Radio Slovakia International – 3985 (via Kall)
1900-1930	Voice of Vietnam – 7280, 9730
1900-1930	Follow the Bible Ministries – 7305, 11 660 (So)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
1900-2000	Radio Habana Cuba – 15 140
1900-2000	Radio Thailand – 9920
1900-2000	From The Isle of Music – 6070 (Di; via Channel 292)
1900-2400	WEWN – 15 610
1900-0400	WBCQ – 7490
1900-0400	WINB – 9265
1900-1200	Solomon Islands BC – 5020
1923-2020	IRIB Tehran – 9835, 9855
1930-2030	Radio Belarus – 3985 (via Kall)
1959-2058	R. New Zealand International – 11 725 (Sa)
2000-2200	BBC London – 11 810, 12 095
2000-2030	Radio Vatican – 7360, 9705
2000-2030	Radio Prag – 15 770 (Di; Okeechobee, USA)
2000-2100	Madagascar World Voice – 11 965
2000-2100	Vo Report of the Week – 7780 (Do; via Okeechobee/USA)
2000-2200	China Radio Internat. – 5960 (ALB), 7285, 7415, 9600
2000-2200	Voice of America – 4930 (-2100), 6195
2000-2200	WHRI – 11 750 (alt 13 785)
2030-2045	Radio Thailand – 9920
2030-2056	Radio Romania International – 6170, 11 850, 13 650
2030-2100	Radio Tirana – 15 770 (Di; via Okeechobee, USA)
2030-2125	Voice of Turkey – 9875
2030-0400	WRMI – 9955 (Sa So 2100-; Okeechobee)
2045-2230	AIR Delhi – 9445, 9950, 11 620, 11 740
2059-0458	Radio New Zealand Internat. – 13 840
2100-2130	Adventist World Radio – 11 880 (AUT)
2100-2155	Voice of Korea – 13 760, 15 245
2100-2200	shortwaveradio – 6160
2100-2200	Voice of Indonesia – 3325
2100-2200	Vo Report of the Week – 7780 (So; via Okeechobee/USA)
2100-2300	Brother Stair – 15 770 (USA)
2100-0100	Supreme Master TV – 5800 (Okeechobee)
2115-2245	Radio Cairo – 9890 (zzt. Inaktiv)
2130-2200	Voice of Vietnam – 7280, 9730
2200-2300	BBC London – 5955, 7205
2200-2230	REE Madrid – 9690, 11 670, 11 940, 12 030 (Mo, Mi, Fr)
2200-2255	Voice of Turkey – 9830
2200-2256	Radio Romania International – 5945, 7310, 7325, 9790
2200-2300	KBS World Radio – 11 810
2200-2400	WHRI – 9505
2200-0100	WWCR – 6115
2200-0300	HCJB (Nachtsprogramm) – 3995; bis 2305: 5920 (via HCJB; D)
2200-1000	University Network – 6090
2245-0045	AIR Delhi – 9445
2300-2400	Radio Habana Cuba – 5040 (So 2330-), 11 880
2300-0100	China Radio International – 7350
2300-0400	WWRB – 5050 (Sa-Mo)
2300-0400	WBCQ – 5130 (Sa, So)
2330-2400	Hobart Radio International – 7780 (via Okeechobee – Sa)
2330-2400	Shortwave Radiogram – 7780 (via Okeechobee – So)

Sendungen im DRM-Modus („Kurzwelle digital“)

UTC	Station – Frequenzen (kHz)
0459-0600	BBC London – 3955 (GB)
0500-0800	Radio Kuwait – 11 970
0530-0600	Radio Romania International – 7325
0700-0830	WINB – 7325 (Mo-Fr)
0759-0900	BBC London – 15 620 (SNG)
0830-1000	WINB – 9980 (Sa So 0700-)
1000-1100	AIR Delhi – 15 410
1100-1700	WINB – 15 750
1500-1530	Shortwave Radiogram – 15 750 (via WINB – Fr)
1630-1900	Voice of Nigeria – 15 120
1651-1835	Radio New Zealand Internat. – 6115 (außer Sa)
1700-1800	Radio Romania International – 9760
1745-1945	AIR Delhi – 7550
1800-2100	Radio Kuwait – 15 540
1836-1935	Radio New Zealand Internat. – 7285 (außer Sa)
1936-2058	Radio New Zealand Internat. – 9760 (außer Sa)
2030-2100	Radio Romania International – 7315
2045-2230	AIR Delhi – 7550
2245-0045	AIR Delhi – 7550

Hinweis: Diese Liste enthält Sendungen in englischer Sprache, die für Europa oder angrenzende Zielgebiete bestimmt sind. Soweit eine Station keine Programme nach Europa ausstrahlt, wurden auch Sendungen für andere Gebiete aufgenommen, sofern sie bei uns empfangen werden können.

Hans Weber

Ausbreitung September 2020

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. František K. Janda, OK1HH

nám. 9. května 142

CZ - 25165 Ondřejov, Tschechien

Seit Ende des letzten Jahres überwiegen auf der Sonne die Sonnenflecken mit der magnetischen Signatur des 25. Zyklus. Für die nächsten sieben Monate hoffen wir auf größere und länger lebende Sonnenflecken. Der erste länger prä-sente Sonnenfleck erschien am 21. Juli hinter dem östlichen Sonnenrand. Weitere folgten am 28. Juli und am 2. August.

Folgende Sonnenfleckenzahlen R sind für September vorhergesagt worden: NOAA/NASA/SWPC: 4,1; BOM SWS (Australien): 14,3; SIDC (WDC-SILSO Brüssel): 6 (klassische Methode) und 16 (kombinierte Methode). Weil im Juli die Sonnenaktivität leicht anzusteigen begann, nehmen wir als Grundlage für die Berechnung unserer Ausbreitungsdiagramme $R = 4$. Das ist zwar nicht viel, kann aber der Beginn des Anstiegs sein. Alternativ wird ein Anstieg der Sonnenaktivität bis zu einem hohen Maximum

erwartet. Die Begründung für diese Prognose liefert die Publikation „Overlapping Magnetic Activity Cycles and the Sunspot Number: Forecasting Sunspot Cycle 25 Amplitude“. Diese Arbeit wurde im Juni 2020 von sechs Autoren publiziert, die bei UCAR und NASA sowie weiteren vier Universitäten der USA und Englands (Maryland, Warwick, Milton Keynes und London) forschen. Die Autoren erklären in der Einleitung, dass man physikalisch die Sonnenaktivität zwar verschiedenartig beschreiben kann, dass aber die Vorhersage für den Elfjahreszyklus schwierig bleibt. Deshalb studierten sie die Magnetfelder in den nördlichen und südlichen Hemisphären der Sonne und im Besonderen ihr Verhältnis zum 22 Jahre dauernden Magnetzyklus und den Grenzen des Sonnenfleckenzyklus. So kamen sie zum Ergebnis, dass der 25. Sonnenfleckenzyklus einer der höchsten werden wird.

Die Saison der sporadischen E-Schicht endet. Deshalb wird im September die Kurzwellenausbreitung wieder hauptsächlich vom Zustand der oberen Ionosphärenschichten abhängen, die von der Sonnenstrahlung gebildet werden. Wegen ihrer geringen Strahlungsintensität im gegenwärtigen Sonnenfleckenminimum werden die oberen Kurzwellenbänder meist leer

sein. Die unteren Kurzwellenbänder profitieren von der geringeren Dämpfung, weil die Tage auf der nördlichen Hemisphäre kürzer werden. Obwohl die sporadische E-Schicht im Juni und Juli öfter als in den Vorjahren auftrat, reichte das nicht, um die oberen Kurzwellenbänder mit mehr Signalen zu füllen. Hinzu kam, dass wegen der COVID-19-Pandemie keine großen DXpeditionen stattfanden. Die „klassische“ Ausbreitung an den F1- und F2-Schichten verbesserte sich Ende Juli und Anfang August, als die Sonnenaktivität zu steigen begann.

Die Monatsmittelwerte für Juni 2020 lauten: SIDC $R_1 = 6,3$, DRAO SF = 69,4; Wingst $A = 6,1$. Die geglättete Sonnenfleckenzahl für Januar 2020 beträgt $R_{12} = 2,2$. Das Minimum des 24. Zyklus war demnach Dezember 2019 mit $R_{12} = 1,9$.

Legende zu den Diagrammen

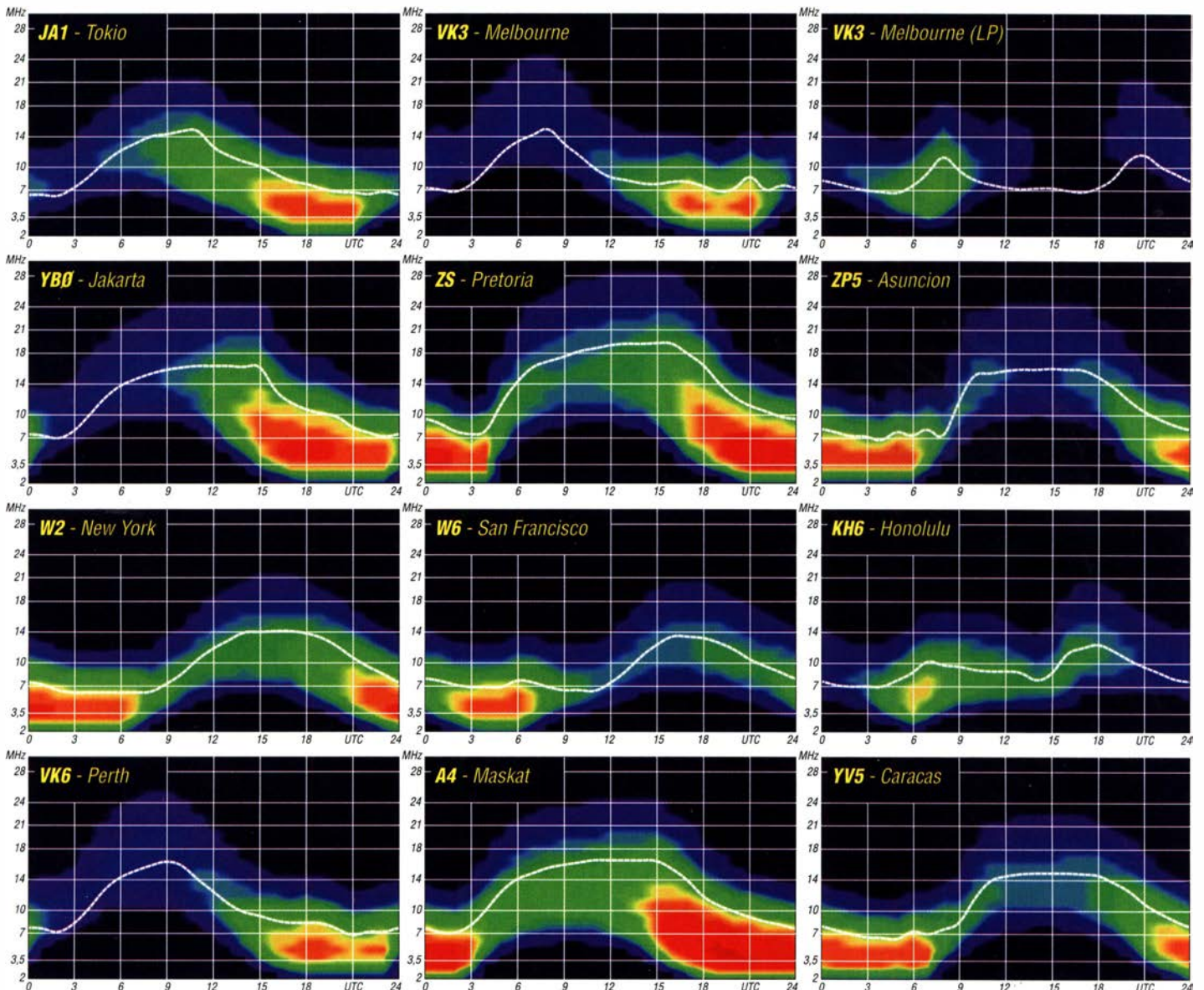
Als Berechnungsgrundlage dienen:

Sendeleistung: 1 kW ERP

RX-Antenne: Dipol horizontal, $\lambda/2$ hoch

weiße Linie: MUF

Parameter: Signalstärke in S-Stufen



IOTA-QTC

Bearbeiter:

Daniel Schirmer, DL5SE

E-Mail: dl5se@dl5se.de

■ Inselaktivitäten im September 2020 – Rückblick Juli 2020

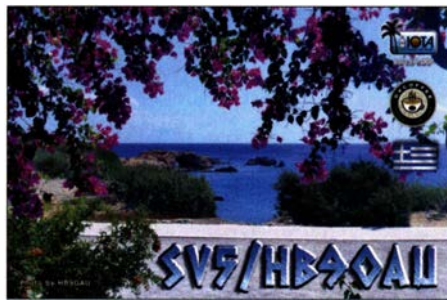
Asien: Yosuke, JJ1DQR, informiert, dass er vom 4. bis 8.9. von Male Island, **AS-013**, als 8Q7QR zu hören sein wird. Neben Betrieb in SSB und FT8 ist auch die Teilnahme am All Asian DX Contest geplant. QSL via Homecall.

Antarktis: Ric, DL2VFR, berichtet, dass die ursprünglich für Mai geplante Aktivierung von Suur-Pellinki, **EU-097**, im Zeitraum vom 14. bis 20.9. stattfinden wird. Mit vorangestelltem OH2-Präfix werden er sowie DL4BBH und DL7UXG in CW, SSB und FT8 auf der Kurzwelle QRV. Neben Vertikalantennen und einer Endstufe soll auch ein Hexbeam zum Einsatz kommen. QSL via Homecall.

Frank, DH0JAE, und Immo, DL8MF, versuchen vom 11. bis 15.9. die Insel Holmon, **EU-135**, unter SM/Homecall in CW und SSB zu aktivieren. QSL via Homecall und Club-Log-OQRS. – Erwann, LB1QI, zieht es im Zeitraum vom 24. bis 27.9. nach Svalbard, **EU-026**. Dort ist er Gast beim JW5E Radioklub. QSL via Homecall sowie LoTW.

Torsten, DL4APJ, und Udo, DL2AQI, wird man vom 15. bis 23.9. mit OY-Präfix von den Färöer-Inseln, **EU-018**, hören können. Versprochen wird Betrieb von 10 m bis 80 m in CW, SSB und den Digimodes. QSL via Homecall und LoTW. – Noch bis zum 3.9. sind DJ1JB, DJ4EL und DJ5TM von Pellworm, **EU-042** und umliegenden Inseln QRV. QSL via Homecall und LoTW.

Claudio, HB9OAU, möchte wiederholt von Karpathos Island, **EU-001**, QRV werden. Als



SV5/HB9OAU ist er vom 12. bis 25.9. von 80 m bis 10 m in SSB und RTTY aktiv. QSL via LoTW und eQSL.

Nordamerika: Der Russian Robinson Club kann nun endlich seine lang geplante Reise nach Alaska durchführen. Rob, N7QT, Yuri, UA9OBA, Vyacheslav, OK8AU und Yuri, N3QQ wollen unter KL7RRC/p zunächst vom 5. bis 10.9. Kiska Island, **NA-070**, aktivieren. Anschließend wird man sie vom 11. bis 18.9. von Adak, **NA-039**, auf den KW-Bändern in CW, SSB und FT8 hören. QSL via N7RO. Zeitnahe Informationen unter: www.na-234.com

Bruce, K5TEN, führt vom 9. bis 18.9. seine Reise nach Dog Island, **NA-085**, durch. Unter K4D wird man ihn in SSB und FT8 auf 20 m und 40 m hören. QSL direkt via Homecall, LoTW und eQSL. – Marco, FS4WBS, und Claude, FS5GL, sind vom 14. bis 17.9. von St. Barths, **NA-146**, zu hören. Unter TOOZ ist Betrieb mit Multiband-Antennen und einer Crank-IR Vertikal geplant. QSL via IZ1MHY.

Eric, KV1J, gibt an, dass die ursprünglich für Juni geplante Reise nach Miquelon, **NA-032**, nun vom 22.9. bis 6.10. stattfinden wird. Mit FP-Präfix verspricht er Betrieb in SSB, RTTY und FT4/8 sowie etwas CW von 80 m bis 6 m. Weiterhin ist Satellitenbetrieb geplant und die Teilnahme am CQ WW RTTY Contest. QSL via Homecall, LoTW und eQSL. Information-

nen erhält man unter: www.kv1j.com/fp/July20.html

Ozeanien: Stan, LZ1GC, und Ivan, LZ1PM, geben bekannt, dass sie vom 28.9. bis 17.10. eine DXpedition nach Niue, **OC-040**, durchführen wollen. Unter E6AM ist Betrieb von 160 m bis 10 m in CW, SSB, RTTY und FT8 geplant. Auch soll versucht werden, das 6-m-Band zu beleben. Ihr Ziel geben sie mit 25000 QSOs an. QSL via LZ1GC OQRS, eQSL nach der DXpedition sowie direkt oder via Büro. Nähere Informationen erhält man unter: www.c21gc.com/index.php/e6am-dxpedition-2020

Südamerika: Die Osterinseln, **SA-001**, sind das Ziel einer sechsköpfigen polnischen DXpedition im Zeitraum 15. bis 30.9. Unter XR0YSP plant man mit drei Stationen in CW, SSB, FT8 auf allen KW-Bändern QRV zu werden. QSL via SP6IXF, Club-Log-OQRS sowie LoTW nach der DXpedition. Aktuelle Informationen gibt es auf: <http://xr0ysp.dxing.pl>

■ IOTA-Informationen

Der IOTA-Contest am 25./26.7. überraschte mit guten Bedingungen und vielen Teilnehmern. Im Gegensatz zu den Vorjahren waren jedoch wesentlich weniger Multis in der Luft, was wiederum den Inselstationen gute QSO-Raten einbrachte. Von den deutschen Inseln waren, teilweise sporadisch und hauptsächlich in SSB, QRV:

EU-042: DG5LAC/p, DK8OL, DL1DAW

EU-057: DK3R, DL5KUD, DO7ES, DG0TC, DL3KZA, DP7A, DO1TOM

EU-128: DO7YYZ/p

EU-129: DM2XO/p, DL0SOP, DL9ZOG/p

Besonders in den CW-Logs wird man kaum deutsche Inselgruppen finden. Hier möchte ich besonders DO7ES erwähnen, der im ausgezeichneten CW so manchen Teilnehmer mit dem EU-057 Multi versorgt haben dürfte.

SWL-QTC

Bearbeiter:

Andreas Wellmann, DL7UAW

Angerburger Allee 55, 14055 Berlin

E-Mail: andreas.wellmann@t-online.de

■ 10-m-Relais DF0HHH wieder QRV



Das 10-m-FM-Relais DF0HHH Foto: DK1MC

Frei nach Wilhelm Busch: „Viele Wochen war sie krank. Jetzt funkt sie wieder, Gott sei Dank“. Im Oktober 2019 musste die Hamburger 10-m-FM-Relaisfunkstelle DF0HHH [1] unfreiwillig ihren Betrieb einstellen. Grund dafür war ein Überspannungsschaden, der in Folge eines schweren Gewitters aufgetreten war.

Hilfreich ist es besonders bei solchen Ereignissen, wenn ein Team von Unterstützern zur Seite steht.

Betrieben wird das Relais vom VFDB OV Z27 [2]. OVV und Relaisverantwortlicher ist Berni, DL6XB. Es gehört auch zur Relaisarbeitsgruppe Hamburg e.V. Nach umfangreichen Reparaturmaßnahmen ist seit dem 12.7. dieses Jahres der Repeater wieder am Netz. Netz ist in diesem Zusammenhang durchaus wörtlich zu nehmen, denn DF0HHH ist auch via EchoLink (Node: 76975) über das Internet erreichbar. Zusätzlich wird auch ein Live-Audiostream bereit gestellt [3].

Die Anwendung Teamspeak 3 [4] bietet ebenfalls die Möglichkeit, über die Website Funkerportal [5], den Hamburger 10-m-Funkbetrieb im Raum 10 m DF0HHH Hamburg zu verfolgen.

Der Sender des 10-m-Repeater befindet sich auf dem, unweit vom südwestlichen Stadtrand Hamburgs entfernt gelegenen, Fernmeldeturm Rosengarten (Locator: JO43WJ). Die Sendeleistung beträgt 50 W. Als Antenne kommt ein $\lambda/2$ -Strahler zum Einsatz. Die Relaisfunkstelle sendet auf 29,690 MHz, empfängt auf 29,590 MHz und ist via SVX-Link [6] mit dem 10-m-FM-Repeater DM0MAX [7] auf 29,620 MHz im Wiehengebirge zusammengeschaltet.

Momentan wird von drei abgesetzten Empfängern (Lüneburg, Rehlingen und Hamburg-Har-

burg das Empfangssignal via 23-cm-Linkstrecken zum Sender herangeführt. Weitere RX-Standorte sind in Planung. Die Relaisfunkstelle feiert übrigens seinen 28. Geburtstag. Sie ging damals am 24.9.1992, mit nur 6 W am damaligen Standort Hamburg-Harburg in Betrieb. Das ungewöhnliche Rufzeichen hatte Berni ausgewählt: DF0HHH steht für *Die Freie Hansestadt Hamburg-Harburg*.

Die 10-m-FM-Relaisfunkstelle DF0HHH wird neben dem QSO-Betrieb auch für die wöchentlichen Übertragungen von Rundsprüchen genutzt. Immer sonntags um 10 Uhr ist darüber sowohl der Hamburg-Rundspruch [8], als auch der DL-Rundspruch des DARC e.V. [9] zu hören. Rundspruchbestätigungen sind immer willkommen. SWLs können ihre Empfangsberichte gern per E-Mail an Winni, d13xu@darcd.de, senden.

Literatur

- [1] www.qrz.com/lookup/df0hhh
- [2] <http://z27.vfdb.org>
- [3] <http://atvstream.mooc.com:8910/10m.mp3>
- [4] <https://www.teamspeak.de>
- [5] <https://www.funkerportal.de>
- [6] <https://svxlink.de>
- [7] <https://www.dm0max.de>
- [8] <http://www.darc.de/der-club/distrikte/ele#c201776>
- [9] <https://www.darc.de/home>

Bergfunk-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Harald Schönwitz, DL2HSC

Försterweg 8, 09437 Börnichen

E-Mail: dl2hsc@dar.de



■ SOTA OK

Schon seit längerer Zeit wurde diskutiert, die tschechischen Berglisten zu überarbeiten und der 150-m-Prominenzregel anzupassen. Ab dem 1. 8. war es nun soweit, dass die seit April 2008 geltende Referenzliste komplett neu aufgestellt wurde. Diese Revision erfolgte auf Grundlage von Datenquellen wie SRTM, ALOS und Tandem-X DEM.

Dieser Überarbeitung fielen 783 Berge zum Opfer, 61 wurden neu aufgenommen und ein Duplikat wurde gelöscht. Im Ergebnis können jetzt 228 Gipfel für SOTA genutzt werden. Assoziationsmanager ist weiterhin Dan, OK1HRA. Diese Umstellung wurde im SOTA-Reflektor diskutiert, wer möchte, kann dort nachlesen. Gehandelt hat Mario, DL4MFM. Alle ex-OK-SOTA-Berge sind jetzt als OL/... Berge in die GMA-Bergliste übernommen worden.

Im Reflektor wurde ebenfalls diskutiert, dass die GMA-Berglisten Plagiate der SOTA-Listen seien. Hier haben scheinbar die Diskutanten nicht richtig recherchiert. Beim Start von SOTA 2003 in Deutschland wurden z.B. die Berge des Sächsischen Bergwettbewerbs zu SOTA-Bergen. Mittlerweile kommen aber auch versöhnlichere Töne von der Insel. Da beide Programme das gleiche Ziel verfolgen,

eben nur mit unterschiedlichen Regeln, sollte doch eine Koexistenz möglich sein.

Ganz perfekt sind die neuen OK-Listen aber noch nicht, wie z.B. Bernd, DL2DXA, feststellen musste. Bei der Aktivierung des Děčinský Sněžník (OK/US024), wurde er von Rangern angehalten und darauf hingewiesen, dass im Naturschutzgebiet jeglicher Funkbetrieb (Amateurfunk, Handy) verboten sei. Dieser Hinweis war zudem mit einer saftigen Geldstrafe verbunden! Der Berg dürfte also gar nicht mehr in den Listen auftauchen.

Aber auch in Deutschland gibt es entsprechende Gebiete mit derartigen Verboten. Deshalb ist es angeraten, sich vor einer Aktivierungstour immer genau über die geltenden Bestimmungen zu informieren.

■ GoGreen XOTA

Dzianis, DD1LD, und Mario, DL4MFM, haben eine neue Initiative und ein Award-Programm ins Leben gerufen. Dzianis schreibt dazu im GMA-Forum: „Wir freuen uns, den Start einer *GoGreen-XOTA-Initiative* und eines Award-Programms bekannt zu geben, das auch die *Global Mountain Activity* (GMA) umfasst und auf der GMA-Plattform basiert.

Die Idee hinter dieser Initiative ist nicht, ein weiteres Outdoor-Amateurfunkprogramm zu erstellen, sondern an den sogenannten GoGreen-XOTA-Aktivitäten teilzunehmen, die derzeit bestehende Outdoor-Amateurfunkprogramme (GMA, SOTA, WWFF, COTA, LOTA, IOTA) umfassen. Macht eine Radtour oder einen Spaziergang zum nächsten Schloss, Naturschutzgebiet, Berg oder Hügel, genießt schönes Wetter und etwas Bewegung an der frischen Luft, funkt von dort und reicht eure Logs bei GMA ein, um später ein GoGreen-

Diplom zu beantragen.“ Das „X“ steht hierbei für jede beliebige on-the-air Aktivität. Dabei hat die Aktivierung entsprechend der Regeln des jeweiligen Programms zu erfolgen. Bevorzugt sollte QRP-Ausrüstung verwendet werden. Die komplette Programmdokumentation ist unter www.cqgma.org/doc/GoGreen-XOTA.pdf abrufbar.

■ Bergfunk-Informationen

Wie bereits in der vorigen Ausgabe mitgeteilt, findet am 19.9. der *European Sota Activity Day* statt. Hierzu gibt es bereits eine große Zahl Aktivitätsankündigungen bei: sotawatch.sota.org.uk Zum Schluss noch eine traurige Nachricht, die mich erreichte. Viele von euch werden Lutz, DJ3AX, und Benny, den SOTA-Hund, kennen. Benny war sein ständiger Begleiter und Bergkamerad auf unzähligen Bergfunktouren und ist nun nach einem langen Leben friedlich eingeschlafen.



SOTA-Hund Benny

Foto: DJ3AX

QRP-QTC

Redaktion FUNKAMATEUR

Majakowskiring 38, 13156 Berlin

E-Mail: redaktion@funkamateure.de

■ „Manhattan“-Stil (2)

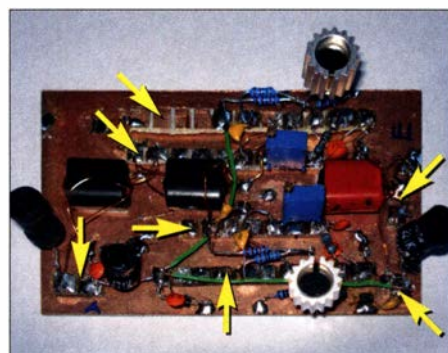
Wer sich die Bilder der von Dr.-Ing. Christoph Kunze, DK6ED, realisierten Schaltungen im FUNKAMATEUR ansieht, dem wird eine Abwandlung des „Manhattan“-Stils auffallen. An dieser Stelle folgen seine im Zuge der Erstellung dieses Beitrags gegebenen Hinweise.

Zuerst einmal machte er auf wesentliche Vorteile des „Manhattan“-Stils gegenüber Universalplatinen oder geätzten Leiterplatten aufmerksam. Zum einen lässt sich eine Schaltung so aufbauen, wie sie auf dem Papier aussieht. Man muss somit nicht jedes Mal beim Umdrehen der Platine überlegen, wo ein Anschluss auf der Unterseite liegt. Zum anderen kann ein nur auf der Oberfläche aufgelötetes Bauteil wesentlich leichter ausgetauscht werden als ein durch Bohrungen gestecktes – das ist besonders in der Entwicklungsphase oder bei Testaufbauten wichtig.

Doch zurück zu den Lötstützpunkten. DK6ED benutzte anfangs bedrahtete 1-pF-Kondensatoren, bei denen ein Anschluss auf der Massefläche aufgelötet wurde – der andere diente zur Befestigung des ansonsten frei schwebenden

Bauteilanschlusses. Da deren Anschlussdrähte recht dünn sind, waren die Aufbauten allerdings mechanisch nicht immer ausreichend stabil. Wenn ohnehin ein nach Masse führender Abblockkondensator erforderlich ist, sind laut seinen Angaben Vielschichtkondensatoren besser geeignet als Keramik Kondensatoren, da Letztere ebenfalls dünne Anschlüsse aufweisen.

Doch von den Kondensatoren ist er mittlerweile abgekommen. Stattdessen nutzt er mehrere auf einem Streifen Platinenmaterial nebeneinander liegende Lötspads. Die Funktion ist in etwa vergleichbar mit den früher verwendeten Lötösenstreifen. Die Streifen lassen sich leichter als Einzelpads herstellen und handhaben. Auf den



Schaltung im „Manhattan“-Stil mit Lötspadstreifen unterschiedlicher Länge Foto: DK6ED [2]

5 mm schmalen, später kürzbaren Platinenstreifen variabler Länge wird während der Vorbereitung mit einer Metallsäge die Kupferoberfläche alle 5 mm unterbrochen. Ein scharfes Messer ist weniger geeignet, da die Lücke zwischen den Kupferflächen dann sehr schmal bleibt und beim Löten Kurzschlüsse entstehen können.

Kleber zum Festlegen der Streifen nutzt DK6ED nicht. Die Platinenstreifen rutschen schon dadurch nicht auf der als Massefläche dienenden Grundplatine umher, da es darauf fast immer mindestens ein Bauteil gibt, das direkt nach Masse gelötet wird und somit den ganzen Streifen in Position hält. Sollte dies einmal nicht der Fall sein, kann man ein freies Pad über einen kurzen Draht mit der Massefläche verbinden. Danke für die gegebenen Tipps!

Literatur

[2] Kunze, C., DK6ED: Rauscharmer HF-Vorverstärker in Gegentakttschaltung. FUNKAMATEUR 69 (2020) H. 4, S. 332–334

■ QRP-Treffen im September

Während das für den dritten Samstag im September geplante, aus QRP an der See hervorgegangene Treffen QTC an der See abgesagt wurde, soll das bereits im FA 6/20, S. 545, mit Vorträgen angekündigte 19. QRP-Treffen in Silberthal nach zweimaliger Verschiebung nun am 4./5. September stattfinden.

DX-QTC

Bearbeiter:

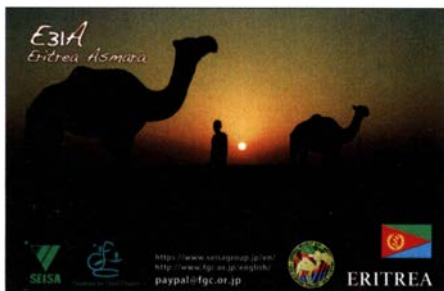
Enrico (Ric) Stumpf-Siering, DL2VFR
Hinter den Höfen 4
27305 Bruchhausen-Vilsen
E-Mail: dx@dl2vfr.de
URL: www.dl2vfr.de

Frequenzen in kHz, alle Zeiten in UTC
 Berichtszeitraum: 7. 7. bis 3. 8. 2020

Es sind nicht die großen DXpeditionen, die auf die Bühne zurückkehren. Da gibt es noch regelmäßig Absagen oder Verschiebungen. Doch im Bereich kleinerer Unternehmungen ist Bewegung festzustellen. Europäische DXCC-Gebiete, die zumindest etwas weiter weg von uns hier und da interessante Bandpunkte liefern, werden von Reisenden in die Luft gebracht. Wir hoffen inzwischen, dass die zweite Coronawelle nicht so ausfällt, dass sie die wenigen Vorhaben für Oktober/November unmöglich macht. Nach wie vor fehlt es an Flugverbindungen, auch weil sich Länder vom Rest der Welt abschotten.

■ **Condx**

Zu Beginn des neuen, 25. Zyklus der Sonnenaktivität, die übrigens ein Deutscher mit Namen Samuel Heinrich Schwabe im Jahr 1843 entdeckt hat, gibt es eine Reihe von Vorhersagen, wie sich dieser Zyklus wohl entwickeln soll. Es gibt sowohl pessimistische als auch überaus enthusiastische Versionen und diese geben sich quasi abwechselnd die Klinke in die Hand. Eine Gruppe von US-amerikanischen und britischen Wissenschaftlern hat nun unter Einbeziehung mathematischer Funktionsanalyse (Hilbert-Transformation) vorhergesagt, dass Zyklus 25 mit großer Wahrscheinlichkeit bei 233 Spots liegen und damit einer der Top-Zyklen seit Beobachtung des Phänomens sein wird.

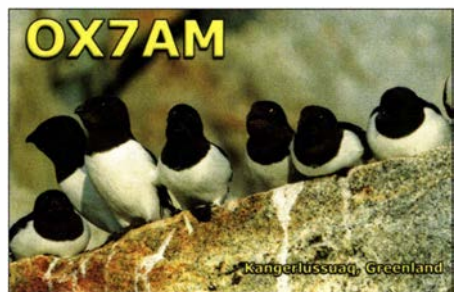


Bleiben wir bei den Fakten: Die sporadische E-Schicht ist im Moment etwas, auf das man täglich zählen kann. Es zeigen sich hin und wieder Flecken, die dem 25. Zyklus zuzuordnen sind. Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer, aber das Auftauchen wird von uns Ausgehungen als deutliche Verbesserung der Bedingungen wahrgenommen. Dies beschert uns unter anderem auch im Wechsel zwischen Tag und Nacht DX in Richtung NA, SA, AS und OC, mitunter sogar gleichzeitig. Aber auch tagsüber kann es stundenweise, wie im Juli beobachtet, bis hoch nach 10 m DX-Möglichkeiten Richtung Nordamerika bzw. über den Pol geben. Wie das DX-Geschehen bei steigender Sonnenaktivität wieder aussehen kann, davon bekamen wir zum Monatswechsel Juli/August einen vor-

sichtigen Eindruck. Die Dominanz der FT8-Spots wurde durch eine Reihe von CW- und SSB-Spots im Cluster hier und da unterbrochen.

■ **DXpeditionen Rückblick**

Einer, der sich vor dem Lockdown nach Norfolk Island auf den Weg gemacht hatte, ist SP9FIH. Er konnte nun endlich die Insel verlassen und hat während dieser unfreiwilligen Verlängerung seiner DXpedition unter **VK9NK** nahezu 58 000 Verbindungen ins Log geschrieben. — Erst mal nicht QRV wurde **V47JA**. Ihn finden wir in einer der nächsten Ausgaben wieder unter Ankündigungen. — **Z81D** war bis 10. 7. sehr aktiv und ist bis Mitte August auf Heimaturlaub.



■ **Es war einmal ...**

So fangen Märchen an. Es ist aber wirklich passiert. Vor vielen Jahren war ein Mann mit Namen Romeo Stepanenko sehr aktiv in Sachen DX auf Reisen. Die Orte, die er besuchte, wurden immer exotischer und standen bei den DX-Interessierten hoch im Kurs. Irgendwann fragte man sich, ob das alles so mit rechten Dingen zugeht. Man erkannte, dass nicht alles Gold ist, was glänzt. Alle riefen Schimpf und Schande und weil es offenbar auch neben dem Amateurfunk einige Ungereimtheiten im Leben des Protagonisten gab, verschwand er für ein paar Jahre jenseits des großen Teichs im Schuldurm. Nun ist er wieder da und nennt sich Roman Vega. Er führt das Rufzeichen RA/3W3RR im Schild und war wohl schon mal kurz als 9Q9RR zu hören. Auch kündigte er an, demnächst als 5H1RR wieder von sich reden zu machen. Ob die DX-Gemeinde davon etwas hat, ist fraglich. Denn der Orden der ARRL, der die Insignien des DXCC bewahrt, hat ihn 1996 vom Diplomprogramm in jeder Hinsicht ausgeschlossen. Trotzdem wünschen wir ihm alles Gute und dass er seinen Platz in dieser Welt finden möge. Vielleicht auf einem anderen Gebiet, denn das nächste QTH soll eine IOTA sein. Und da uns jedes Märchen auch etwas lehren will: Sei immer da, wo Du vorgibst zu sein!

■ **Kurz-Infos**

DXpeditionär und QSL-Manager IK3GES ist leider „silent key“. Die Vermittlung für 5H1ES, E44YL, 9Q0HQ (Op: IV3FSG), 6W/IV3FSG, XT2SE, TL8ES und TT8ES hat IK2DUW in die Hand genommen. Er ist aber nicht über das italienische Büro zu erreichen. — IZ4DPV managt die QSL-Karten für D44PM. Mathieu, VA2MVR, ist unter 8P9QC seit Juli hauptsächlich in SSB auf 40 m und 20 m unterwegs. Er bleibt noch bis Mitte September und versucht sich vielleicht auch an digitalen Sendarten. Die Verbindungen werden nur über

LoTW bestätigt. — Frans, PE1ABQ, der schon seit 15 Jahren in Tansania lebt, tauchte jetzt wieder als 5H1FF in FT8 und PSK auf.

ZL3STU lebt jetzt auf Chatham und wurde zwischen 0430 UTC und 0630 UTC unter ZL7STU auf 10136 kHz (FT8) beobachtet. — ZL2DX kehrte seinerseits mit XYL ZL2QT auf die Insel zurück. Beide sind sporadisch unter ZL7DX und ZL7QT aktiv und bleiben wohl mindestens drei Jahre. QSL über OQRS an M0OXO. — Jesus, WP4JBG (ex 3W9G), lebt nun in Saigon und ist unter XV9G QRV. Er arbeitet mit 100 W und Vertikalantenne aus dem 11. Stock vom Balkon.

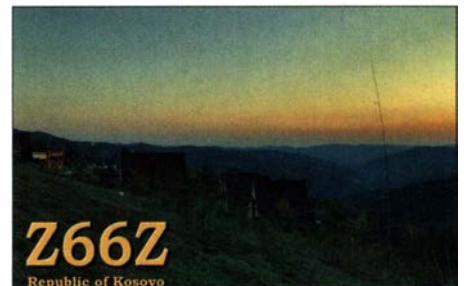
■ **Vorschau**

Afrika: IZ4YGS ist aus beruflichen Gründen in Ghana und versucht im Anschluss an die Arbeit bis Mitte September unter **9G4GS** zu funken. Seine Aktivität wird sich auf den Zeitraum 2100 UTC bis 0000 UTC in SSB und FT8 konzentrieren. — Einen Kurzaufenthalt unter **8Q7QR** hat sich JJ1DQR vom 4. bis 8. 9. vorgenommen. Neben der Teilnahme am All Asian DX-Contest will er auch in SSB und FT8 aktiv sein. QSL via Heimatrufzeichen.

Amerika: FS4WBS, FG4ST und FS5GL wollen vom 14. bis 17. 9. unter **TO0Z** funken und Bestätigungen dafür ins LoTW stellen. — Ein polnisches Team hält an seiner Ankündigung, vom 15. bis 30. 9. unter **XR0YSP** aktiv zu werden, fest. Die QSOs in den Sendarten SSB, CW und FT8 sollen via SP6IXF und über das LoTW laufen. — FP/KV1J möchte vom 22. 9. bis 6. 10. in SSB, CW, RTTY und FT8 arbeiten. Eine Teilnahme am CQ WW DX in RTTY ist geplant. QSL via LoTW oder Homecall.

Asien: Für die nächsten fünf Jahre dürfen wir uns auf die Aktivitäten von Mike, ex UA0XB, freuen. Er ist unter **XW2DX** QRV. Auf den Bändern 20 m, 15 m und 10 m wurde seine Genehmigung zunächst für SSB und RTTY ausgestellt. Inzwischen wird es ihm hoffentlich gelingen sein, dies um CW ergänzen zu lassen. QSL via RM0L. — **T6AA** wird ab Ende August, nach seinem Urlaub, wieder QRV.

Europa: Bandpunkte für die seltenen europäischen DXCC-Gebiete gibt es hier: DL2AAZ vom 4. bis 18. 9. unter **9H3TI** gelegentlich in SSB und CW. — Vom 8. 9. bis 2. 10. von **HB0/DL5YL** bzw. **HB0/DL5YM** in CW, SSB und RTTY. — **JW/LB1QI** nutzt vom 24.



bis 27. 9. das **JW5E-QTH** in CW und SSB. — **OY/DL2AQI** und **OY/DL4APJ** möchten vom 15. bis 23. 9. in SSB und digital aus dem Nordatlantik QRV sein. — **SV5/HB9OAU** ist vom 12. bis 25. 9. in SSB und RTTY aktiv. — Bis zum 14. 9. kann man **TK/DJ0TP** hören. — Und schließlich hat sich noch **ZA/OE6TQG** vom 6. bis 17. 9. ins Spiel gebracht. **Ausblick:** **XR0XHM** musste aufgrund fehlen-

Bandmeldungen im Berichtszeitraum

160 m		A25SL	14178 1830
LU5FC	1823 2300	YB0AR	14207 1530
		BD7BM	14170 1600
80 m			
K1ZZ	3511 0100	17 m	
VK3CWB	3512 2130	ZD7BG	18078 1200
		N7ET/DU7	18072 1100
40 m			
ZL2AIM	7006 0500	15 m	
		9J2BO	21025 1500
30 m			
JA7BXS	10108 1830	12 m	
CX2DK	10118 2200	D2EB	24895 2000
		JA4OK	24915 1700
20 m			
XQ6CF	14015 2100	10 m	
9Z4Y	14003 2000	AC4CA	28025 1400

der Flüge seine Aktivität absagen. — **CY0C** und **KH6VV/KH4** orientieren sich nun auch auf das Frühjahr 2021. — **T30ET** hegte sehr lange Hoffnungen, noch in diesem Oktober QRV zu werden. Doch auch diese DXpedition wird es in diesem Jahr nicht geben. — **KCOW** hat seine Pläne für **FW** ebenfalls erst einmal auf Eis gelegt.

Eine weitreichende und detaillierte Planung hat das Projekt **JX0X** für den Herbst 2021 vorzuweisen. Jan Mayen hat schon lange keine DXpedition mehr erlebt. Das liegt sowohl an Beschränkungen, die militärisch oder aber aufgrund des Naturschutzes zur Anwendung kommen. **LA7GIA**, **RA9USU**, **DL5EBE** und **RM2D** verfügen über die Zusage, Teile des Militärgeländes auf der Westseite der Insel nutzen zu dürfen. Bei gleichzeitigem Betrieb von vier Stationen will man sich auf die unteren Bänder in CW, digital und etwas SSB konzentrieren. Derzeit wirbt man um finanzielle Unterstützung. Infos unter: www.jx0x.com

Sat-QTC

Bearbeiter:

Thomas Frey, HB9SKA
Holzgasse 2, 5242 Birr, Schweiz
E-Mail: th.frey@vtxmail.ch

■ **SOTA via QO-100**

Andrew Holland, G4VFL, und Nick Gregory, G0HIK, führten erfolgreich ein SOTA-Summit-to-summit-QSO via QO-100. Andrew befand sich auf Holme Fell, G/LD-051, während sich Nick auf Kirkby Moor, G/LD-049, aufhielt. Beide Berge befinden sich im Lake Dis-



Andrews Ausrüstung auf dem englischen Holme Fell
 Foto: G4VFL

QSL-Splitter

Das **Büro** lieferte folgende QSLs: E51DWC, EA8/DK4WW, E31A, HB0/SQ9IAU, HK1J, HP3/NL8F, FY/DL5FAB, OX7AM, PJ7PL, TF3SG, TK/OO9O, TK9C, VP6D, Z66Z und ZD9CW.

Im **Logbook of the World** wurden u. a. bestätigt: 4L3NZ, 5T5PA, 8P6ET, 9H1AZ, 9M2TO, A71AE, A91SPD, AH2R, AP2HA, C31LK, CX5ABM, EA6SK, EA8A, E20EHQ, E24OYI, E25ETT, HC5DX, HS0YNM, HV0A, J68HZ, OD5KU, OD5ZZ, PY2VM, TA1CQ, TA3D, TA5FA, TA7K, TI2HAS, TZ4AM, VU2AE, VU2IT, VU2JAW, VU3ESV, YB1BA, YB7CCP, YF3ESW, YB7HE, VK2BC, YW1K, ZA/IK2RLM, ZB2IF, ZS1SC und ZS6ELI.

Direkt-QSL-Eingänge waren: 9G5W, A71AE, E44CC, TI9A, OX80HM, OZ80HM, XP3A (über PA3249) und Z61DX.

Die Menge der QSL-Eingänge via Büro im Juli aus Japan legt nahe, dass der Postverkehr dort hin wieder aufgenommen worden ist.



trict, was einen Talkback-Support via 2 m FM ermöglichte. Ihre Stationen hatten eine ähnliche Ausrüstung mit einem FT-817, SG-Labs-Transverter, Patch-Antenne, 50-cm-Dish, Octagon-LNB und G0MRP-Empfangskonverter. QSOs über ein terrestrisches Relais sind zwar nicht für SOTA gültig, dafür aber für Satellitenverbindungen. Mehr Informationen über das SOTA-Summits on the Air-Programm erfährt man unter: <http://summits.sota.org.uk>

■ **Repeater-Fahrplan für AO-27**

Gemäß **TOPR schedule** unter www.ao27.net errechnet K7TAB den Repeater-Fahrplan von AO-27 und stellt ihn in einem Google-Sheet zur Verfügung. Mit einer kürzeren Adresse kann dieses unter <https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/3421-ao-27-schedule> abgerufen werden.

■ **BY70-2 neu im Orbit**

Wei Mingchaun, BG2BHC, berichtete auf Twitter, dass BY70-2 am 3. 7. vom Taiyuan Satellite Launch Center auf einer CZ-4B gestartet wurde. BY70-2 hat einen FM/Codec2-Repeater wie jener von LO-90 und Taurus-1. Mehr Informationen zur Benutzung dieser Art von Repeatern kann unter <https://tinyurl.com/ANS-166-BY70-2> gefunden werden. Der Uplink ist auf 145,920 MHz und der Downlink auf 436,200 MHz. Die NORAD-Nr. für die Keplerdaten ist 45857.

CW-QTC

Bearbeiter:

Martin Gloger, DM4CW
Am Feldhofe 4, 37170 Uslar
E-Mail: mgloger@yahoo.com

■ **AGCW-DL**



Nach längeren Diskussionen mussten wir uns schweren Herzens zu dem Schritt entschließen, in diesem Jahr keine Mitgliederversammlung stattfinden zu lassen. Die Prognosen hinsichtlich der COVID-19-Pandemie sind leider zu kritisch, um langfristig planen zu können. Wir bedauern das zutiefst. Die Mitglieder werden jedoch über wesentliche Entwicklungen in der AGCW auf dem Laufenden gehalten.

In der AGCW ist weiterhin Eure Mitarbeit gefragt! Vor allem im Bereich der CW-Conteste wird die eine oder andere helfende Hand benötigt. Anfragen von Freunden der Telegrafie aller Art sind herzlich willkommen!

Mitglieder und Freunde der AGCW dürfen sich auf eine Neugestaltung der Website freuen, die sicher in den nächsten Wochen abgeschlossen sein wird. Wir sind gespannt auf Eure Rückmeldungen.

Mitglieder und Freunde der AGCW dürfen sich auf eine Neugestaltung der Website freuen, die sicher in den nächsten Wochen abgeschlossen sein wird. Wir sind gespannt auf Eure Rückmeldungen.



Im zweiten Halbjahr 2020 liegt das Klubruftzeichen des Runden Tisches Amateurfunk mit dem S-DOK **RTA** bei der AGCW-DL. Wir freuen uns auf viele Aktivitäten in den kommenden Monaten, natürlich 100% in CW. Anfragen zu dieser Angelegenheit bitte an Martin Gloger, DM4CW.

■ **Neues aus dem HSC**



Der HSC begrüßt als neues Mitglied Andym, IK5VLL. #1982. – Aktivitäten: 8. 9. bis 2. 10.

Liechtenstein, HB0/DL5YM (HSC#710) und HB0/DL5YL (HSC#1030) – DOK-Börse in CW: jeden dritten Freitag im Monat auf 3559 kHz um 1815 UTC (Vorloggen) Die Leitstation ist DL0DOK (DJ9ZV, Georg, HSC #914).

Interessante KW-CW-Conteste im September: **CW Open Competition**: 5. 9., ein reizvoller Sprint-Contest – auch bei der Teilnahme in nur einer von drei „sessions“ gibt es Leistungsdiplome.

Scandinavian Activity Contest: 19./20. 9., 1200 UTC bis 1159 UTC.

Details zu allen HSC-Aktivitäten unter: www.highspeedclub.org

Digital-QTC

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Jochen Berns, DL1YBL (DV)
 Neumarkstr. 8, 45770 Marl
 E-Mail: dl1ybl@darf.de

Jürgen Engelhardt, DL9HQH (HAMNET)
 Azaleenstr. 31, 06122 Halle
 Packet-Radio: DL9HQH@DB0ZWI
 E-Mail: dl9hqh@gmx.de

Digital Voice

■ Ergänzung zu den Openspot 1 bis 3 von SharkRF

Mit Erstaunen habe ich dieser Tage festgestellt, dass SharkRF die „alten“ abgekündigten Openspots (1 und 2, siehe Bild 1) doch weiter pflegt und mit neuen Funktion ausrüstet sowie Fehler behebt. Ich finde, das ist eine großartige Sache, wenn selbst die alten Openspots noch einigermaßen verwendbar bleiben. Ich habe meinen Openspot 1 auf Software-Release V.142 und den Openspot 2 auf V.73 aktualisiert.

Die Version V.29 beim Openspot 3 hat auch einige Fehler bei C4FM Fusion sowie bei dem SharkRF-Connector behoben. Das Einstellen des SharkRF-IP-Connector-Servers bietet ungeahnte Möglichkeiten, denn alle Openspots beherrschen diese Client-Server-Verbindung und man kann alle für eine OV- oder Urlaubsrunde benutzen. Der Openspot 1 funktionierte erst ab V.142, getestet mit Openspot 2 als Server und Openspot 3 als Client unter DMR. Ich habe die Funktion für APCO P25, D-STAR und DMR erprobt, siehe Tabelle. **YBL**

■ Neues zu PA7LIMs BlueDV-Software für Digital Voice

Bereits im nach wie vor erhältlichen FA 2/2019 hatten wir auf S. 122 f. im Beitrag *DVstick 30 – ein Schweizer Messer für Digital Voice* eine Lösung vorgestellt, mit der lizenzierte Funkamateure – etwa außerhalb des Einzugsbereichs lokaler DV-Repeater – über das Internet auf D-STAR-, DMR- und C4FM-Fusion-Netze zugreifen und so eine DV-Sprechverbindung führen können.

Während die Software BlueDV von David, PA7LIM, in Version 1.0.0.9548 schon seit Langem auch C4FM Fusion zur Auswahl anzeigt,

hat er mit Version 1.0.83 (unter Android) die volle Unterstützung für Sprechen und Hören implementiert.

Es ist nun möglich, die Reflektoren im FCS und vor allem die vielen Reflektoren im YSF-System zu verbinden. Ein Test-QSO im YSF DE Pegasus funktionierte in guter TX- und RX-Qualität über ein Android-Smartphone S20+, wobei als AMBE-Server bei DL1YBL ein Raspberry Pi 3B+ und der DVstick 30 zum Einsatz kamen. David, PA7LIM, arbeitet noch in seiner „Garage“ an mehreren Projekten rund



Bild 2: C4FM-Fusion-QSO im Pegasus-YSF-Reflektor mittels BlueDV und AMBESERVER

um DV. So entwickelt er einen eigenen C4FM-Fusion-Reflektor. Der neue Reflektor hat folgende Eigenschaften (weitere sind in der Entwicklung):

- Mehrraum-Fusion-Reflektor,
- Raumwechsel über das Dashboard,
- Raumwechsel über die DGID bei C4FM im Funkbetrieb (nur BlueDV und Openspot 3),
- unterstützt DN- und VW-Modus,
- automatischer Rücksprung in den zuletzt verbundenen Raum,
- Funkgerätmodell wird auf dem Bildschirm angezeigt (wenn GPS eingeschaltet ist),
- benutzerfreundliches Dashboard,
- kann mit anderen Fusion-Reflektoren verbunden werden (wird nicht empfohlen).

Wenn die Software (Stand 7/2020) endgültig fertig sein wird, ist noch nicht klar. Derzeit testen einige Teams weltweit verteilt die Funktionen. David, PA7LIM, gilt unser großer Dank für seine Arbeit und die vielen Innovationen wie *Peanut* und *BlueDV*. **YBL**

■ Hytera America und Hytera America (West) unter Insolvenzschutz

Die Firma Hytera US bemüht sich um Insolvenzschutz nach Kapitel 11 und beruft sich dabei auf laufende Klagen von Motorola Solutions und die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie. In seinem freiwilligen Konkursantrag

schätzte Hytera America, dass es 1000 bis 5000 Gläubiger hat, und dass Vermögenswerten in Höhe von 10 bis 50 Millionen US-\$ Verbindlichkeiten in Höhe von 500 Millionen bis 1 Milliarde US-\$ gegenüberstehen.

Ein großer Teil der Verbindlichkeiten umfasst Rechtsschäden, die Motorola Solutions geschuldet werden. Im Februar sprach eine Jury des US-Bezirksgerichts für den nördlichen Bezirk von Illinois Motorola einen Schadenersatz in Höhe von 764,6 Millionen US-\$ zu. Motorola hat das Gericht gebeten, die einstweilige Verfügung so schnell wie möglich zu erlassen, um weitere Schäden an seinem Unternehmen zu verhindern, während das Gericht die anderen Anträge nach dem Verfahren prüft. Motorola hat auch einen Antrag auf Erstattung der Anwaltskosten und anderer Kosten im Zusammenhang mit dem Rechtsstreit gestellt.

Dieses Verfahren hat Auswirkung auf die gesamte Branche. Es scheint, dass Firmen die Produkte im professionellen Mobilfunkbereich vor allem auf das Verletzen von Patenten und des Gebrauchsmusterschutzes überprüfen. **YBL**

Literatur

- [1] www.hytera.us/news/hytera-america-undertakes-financial-restructuring-for-sustainable-growth
- [2] www.rmediagroup.com/News/NewsDetails/NewsID/19781
- [3] <https://urgentcomm.com/2020/05/27/hytera-america-files-chapter-11-bankruptcy-citing-motorola-solutions-litigation-woes>
- [4] Berns, J., DL1YB: Patentklage Motorola gegen Hytera und Verkaufsverbot. (Digital-QTC) FUNKAMATEUR 68 (2019) H. 6, S. 589

HAMNET

■ DB0LJ, Kruft

Der Link zu DB0MYK, Gänsehals, konnte wieder in Betrieb genommen werden. Neben Problemen mit Abschattungen durch Bäume gab es auch Probleme mit dem Routing-Protokoll (BGP).

Ausgefallen ist nun der Link zu DB0RPL, Höhr-Grenzhausen. Für den Ausfall ist ein defekter AP bei DB0LJ verantwortlich. Ein neuer AP soll demnächst installiert werden. Während des Ausfalls dieser Linkverbindung läuft das Routing über DB0MR, Koblenz.

■ Emsland – Umstellung auf HAMNET

Die Umstellung aller Services der Emsland-Relais auf HAMNET hat etwas länger gedauert. Ende Juni war es dann geschafft. Die Linkverbindungen nach DB0SM, Meppen, und DB0LER, Leer, auf 5,8 GHz arbeiten wieder zuverlässig. Bei Ausfall der DSL-Verbindung sind somit alle Systeme auch über das HAMNET erreichbar. Demnächst sollen die Relaisrechner umgestellt werden sowie neue HAMNET Dienste eingebunden werden.

■ DB0OHL, Gelsenkirchen

Anfang Juni wurde eine neue Wetterstation Froggit WH1080SE in Betrieb genommen. Die bisherige Wetterstation WS3080 hatte einige Fehler und verursachte HF-Einstreuungen in das Bedienteil des DMR-Repeater. Als Webserver für die neue Wetterstation dient ein Raspberry Pi 3B+. **HQH**



Bild 1: Openspot 1 bis 3 im SharkRF-IP-Connector-Servernetz
 Foto und Screenshot: DL1YBL

DV-Mode	SharkRF IP Connector-Server	SharkRF IP Connector-Client	UDP Port 65 100, DV-Mode	Funktion
APCO P25	XTS-3500, SABER 3	XTS-5000	APCO 25 Tier 1	einwandfrei
DMR	SL4000	MD380, DJ-MD5	DMR-Direktmode	einwandfrei
D-STAR	IC-E92D, ID-E880	ID-31E, IC-E91	D-STAR	einwandfrei

Packet Radio weiterentwickelt: New Packet Radio (1)

Packet Radio (AX.25) aus den 1990er Jahren, zur Datenübertragung gedacht, haben sicher viele Leser noch miterlebt. Am Anfang belächelt oder auch hart als „Nicht-Amateurfunk“ bekämpft, hatten es viele YLs und OMs begeistert genutzt. Es wurden Daten in Datenpaketen (daher Packet Radio) anfangs mit 1,2 kBit/s mittels zweier Töne übertragen und später auf die hohe Datenrate von 9,6 kBit/s gesteigert. Die 9k6-Datenbuchse wird selbst heutzutage noch genutzt, um alte Transceiver über Modems DV-fähig zu machen. Die letzten Entwicklungen waren Modems für circa 76,8 kBit/s.

sere Zwecke brauchbar. Mehrere hundert Kilobit pro Sekunde sind erreichbar. Das Protokoll ist für eine PtM-(Punkt-zu-Mehrpunkt-)Topologie ausgelegt, mit einer zentralen Relaisfunkstelle (Master genannt) und mehreren Clients in der Nähe.

■ Erweiterung des HAMNET

Der Hauptanwendungsfall von NPR ist eine Erweiterung bestehender HAMNET-(WiFi-)Netze. In diesem Fall werden die *Backbone*-Verbindungen mit HAMNET-WiFi-Geräten auf 5,6 GHz hergestellt und der Benutzerzugang erfolgt über NPR auf 70 cm. Laut Empfehlung

allen gehört werden kann. Ein Client sendet nur sein eigenes Rufzeichen. Das Protokoll ist unverschlüsselt und offengelegt. Alle Daten werden im Rohformat und unverschlüsselt gesendet. Der Master (Repeater) sendet nur, wenn er von mindestens einem Client angefordert wird.

Allerdings gibt es auch Einschränkungen. Auf dem 70-cm-Band sollte man NPR nicht dauerhaft verwenden. Theoretisch erlaubt der Bandplan keine 24-h-Nutzung, da die Funkressourcen begrenzt sind. Dies ist keine technische Einschränkung im NPR, sondern eine Empfehlung durch die Amateurfunkgemeinschaft. Gegenwärtig ist das Protokoll auf sieben gleichzeitige Clients für einen Master beschränkt, eine Weiterentwicklung auf 15 Clients ist geplant. Daher empfiehlt es sich, ein Client-Modem, das nicht in Gebrauch ist, immer zu trennen (Ausschalten oder Funk-Aus-Modus).

Außerdem ist es ungünstig, eine Client-Verbindung im „schnellen“ Modus mithilfe eines kontinuierlichen Pings oder anderer Methoden aufrechtzuerhalten, da dies die Funkressourcen für andere einschränken würde. Das NPR-Protokoll ist aus folgenden Gründen nicht für den mobilen Einsatz optimiert:

- Mehrwege-Ausgabe bei hohen Symbolraten,
- Schwäche des FEC-Algorithmus bei Übertragungsfehlern

■ Reichweite des Master

Die maximale theoretische Entfernung einer NPR-Verbindung beträgt aufgrund der Protokollbeschränkung (Verhältnis Frame zu Ausbreitungsgeschwindigkeit) 300 km. Eine zentrale Radiostation, der Master, koordiniert das gesamte Netzwerk. Daher ist das Protokoll nicht für *Multipoint-to-Multipoint*-Topologien (*Full Mesh*) ausgelegt, zwei Clients können nicht direkt miteinander sprechen. Die einzige Möglichkeit für sie, miteinander zu kommunizieren, ist über den Master.

Mehrere Clients können sich gleichzeitig mit demselben Master verbinden. Sie senden nacheinander mit einer präzisen *Sendezeit*-Folge. Dies ist ein TDMA-Mechanismus (*Time Division Multiplexing Access*). Die Verteilung der *Sendezuschlitze* wird vom Master verwaltet. Der Master weist jedem seiner Kunden und auch sich selbst Sendezuschlitze in Echtzeit zu. Die Zuteilung ist „fair“ für alle Kunden; daher sind die Verbindungen auch dann noch nutzbar, wenn einer der Kunden viel Last generiert. Jeder Client überträgt dem Master seinen eigenen Bedarf an Uplink-Datenraten in Echtzeit. Im System definiert, gibt es eine schnelle und eine langsame Verbindung.

Je nach den Uplink-Bedürfnissen eines Users kann dieser User eine „schnelle“ oder „langsame“ Uplink-Zuweisung haben. Im „schnellen“ Modus darf der Client fünf bis zehn Mal pro Sekunde senden (je nach Modulation).

Im „langsamen“ Modus darf der Client achtmal weniger häufig senden. Daher wird ein Ping schlechter sein, weil der Client oft auf seinen nächsten Burst warten muss. Die Qualität der Verbindung wird jedoch nicht beeinträchtigt. All diese Mechanismen erfolgen automatisch durch den Master. Da, wie erwähnt, die Frequenzen begrenzt sind, nutzen die Master eine Funknetz-ID.

(wird fortgesetzt)

Jochen Berns, DL1YBL

Tabelle 1: Vergleich der nutzbaren Datenraten

Modus	Datenrate	Frequenzbereich
Packet Radio (AX.25)	Datenrate: <9600 Bit/s, nutzbar: einige kBit/s	alle (144 MHz, 430 MHz, 1300 MHz)
Icom D-STAR DD-Mode	Datenrate: 128 kBit/s, Bandbreite: 150 kHz	1240 ... 1300 MHz
New Packet Radio	Datenrate: 110 kBit/s ... 1 MBit/s, nutzbar: 70 ... 500 kBit/s	420 ... 450 MHz
HAMNET per WiFi	Datenrate: >10 MBit/s, nutzbar: >10 MBit/s	2,4 GHz; 5,6 GHz

Tabelle 2: Neun mögliche Modulationsarten bei NPR mittels TDMA

Modulationsart	Modulation zweite Stelle	x0	x1	x2	x3	x4
	Symbolratenrate [kS/s]	50	100	180	300	500
	Bandbreite [kHz]	100	200	360	600	1000
2GFSK	Modulation	11*	12*	13	14	
(erste Stelle des Namens 1 x)	Rohdatenrate [kBit/s]	100	180	300	500	
	Nutzbare Datenrate [kBit/s]	71	120	190	300	
4GFSK	Modulation	20*	21*	22	23	24
(erste Stelle des Namens 2 x)	Rohdatenrate [kBit/s]	100	200	360	600	1000
	Nutzbare Datenrate [kBit/s]	68	130	220	330	470

* nur für Firmware ≥ 2019_06_08

Prinzip der Nummerierung der „Modulationsreferenz“:

erste Stelle: 1 für 2GFSK, zwei mögliche Symbolzustände, 1 Bit pro Symbol

2 für 4GFSK: vier mögliche Symbolzustände, 2 Bits pro Symbol

zweite Stelle: Symbolratenrate

Im Jahre 2005 entstanden in Deutschland die ersten Icom-D-STAR-Repeater mit DD (Digital Data) und 128-kBit/s-Modulen auf 23 cm. Die Entwicklung des HAMNET brachte neue schnelle gerichtete Datenverbindungen (Point to Point) und man überlegte, wie man Point-to-Multipoint-Verbindungen realisieren könnte, ohne quasioptische Sicht auf den Verbindungspartner. Die Idee zu NPR war geboren. In diesem Betrag stelle ich zwei Verfahren vor, die sich aktuell entwickelt haben.

■ NPR mittels TDMA

Das NPR-Protokoll ist dafür ausgelegt, IPv4-Daten über Funkverbindungen bidirektional (auf einer Frequenz) zu übertragen. Dieses Protokoll liegt zwischen dem alten Packet Radio (AX.25) und HAMNET mit WiFi-Ausrüstung, s. Tabelle 1. Das Protokoll wurde von Funkamateuren für den Amateurfunk entwickelt. Das Projekt ist 100% *Open Source*: Spezifikation, Software, Platinen. NPR-70 ist im Gegensatz zum HAMNET, das WiFi-Geräte verwendet, auf niedrigeren Frequenzen wie z. B. 70 cm angesiedelt, da Funkverbindungen auf dem 70-cm-Band viel robuster gegenüber Hindernissen und Mehrwegausbreitung sind. Die verfügbare Datenrate ist viel kleiner, aber dennoch für un-

der IARU sollten omnidirektionale Antennen (z. B. Big Wheel) am zentralen Relais (Master) und Richtantennen (Yagis) auf der Client-Seite Verwendung finden. Ein weiterer Anwendungsfall ist PtP (Punkt-zu-Punkt)-Übertragung zwischen zwei Stationen, mit Richtantennen auf beiden Seiten, d. h. ein Master und ein Client. So könnte man z. B. einen Vollduplex-Video-Chat (Vollduplex-dATV) auf einer einzigen Frequenz praktizieren.

Man sollte sich im Hinblick auf lokale Einschränkungen auf vertikale oder horizontale Polarisation einigen; dazu es gibt keine aktuelle IARU-Empfehlung mehr. In Deutschland nutzt man den vom DARC e. V. gewählten 200-kHz-Duplexschlitz mit der Modulation 21, s. Tabelle 2 mit der Übersicht verwendeter Modulationsarten:

Downlink: 439,700 MHz

Uplink: 434,900 MHz

■ Kompatibilität mit Amateurfunkbestimmungen und IARU-Empfehlungen

Jede NPR-Modemstation sendet, falls sie eingeschlossen ist, periodisch (alle 2 s bis 6 s) ihr Rufzeichen. Der Master sendet immer alle Rufzeichen des Netzes, da er exponiert steht und von

UKW-QTC

Aktuelles, Aurora, MS, EME:
Dipl.-Ing. Bernd J. Mischlewski, DF2ZC
Auf dem Scheid 36, 53547 Breitscheid
E-Mail: BerndDF2ZC@gmail.com

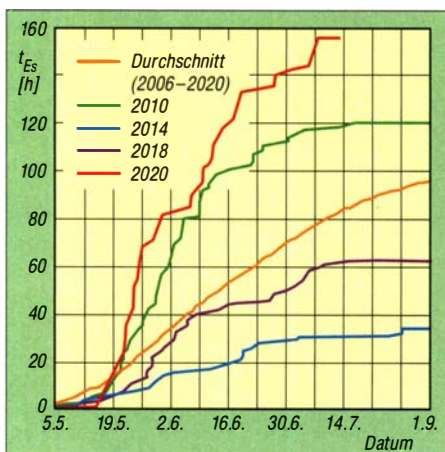
Magic Band, Topliste, Conteste:
Dipl.-Ing. Peter John, DL7YS
Am Fort 6, 13591 Berlin
E-Mail: dl7yspeter@posteo.de

■ Double-Hop-Sporadic-E auf 144 MHz

Die Sporadic-E-Ausbreitung weist per se bereits einen sehr divenhaften Charakter auf. Im 144-MHz-Band hatte sie dieses Jahr jedenfalls den Anschluss an die vielversprechenden letzten Maiwochen nicht so ganz geschafft. Gleichwohl gab es aber neben einigen Bandöffnungen auch nochmal das eine oder andere Highlight.

So zum Beispiel am 26. 7.: An diesem Tag hatten sich unabhängig von einander am späten Vormittag, etwa 0800 UTC, zeitgleich zwei E_S-Wolken gebildet. Die erste lag ungefähr über Tschechien und ermöglichte 2-m-QSOs zwischen Südsandinavien und Italien, von den Britischen Inseln Richtung Balkan sowie von West-Frankreich in die Ukraine. Eine zweite Wolke über dem Feld KO7I ermöglichte Verbindungen von Russland nach Rumänien.

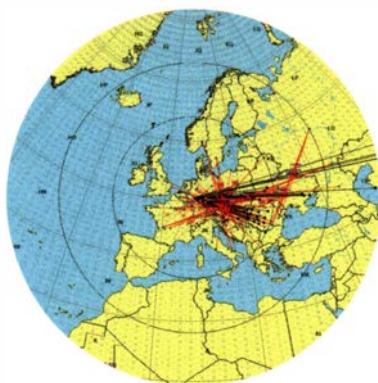
Nun bleiben solche Reflexionszonen nicht immer am selben Ort, sondern bewegen sich in der Regel Richtung Westen. Auch die vertikale Ausdehnung ist permanent Veränderungen unterworfen. Gegen 0850 UTC hatte sich schließlich eine Konstellation entwickelt, in der beide Reflexionszonen in günstiger Entfernung zueinander lagen und dazu noch eine hinreichende Reflexionsfähigkeit aufwiesen: Für wenige Minuten erreichten Signale, die aus Frankreich



Im Vergleich der letzten 14 Jahre liegt die Sporadic-E-Saison in Bezug auf gezählte Stunden Bandöffnung auf 144 MHz am oberen Ende. Gefühlt ist sie gerade bei Stationen in Mitteleuropa eher im Durchschnitt: Meist ging das Band in anderen Regionen auf.

Grafik: auf Datenbasis von PE1NWL

über die „tschechische“ Wolke in die Ukraine reflektiert und zum Teil am Erdboden wieder Richtung Himmel abgelenkt wurden, die „russische“ Wolke. Von dort ging es dann nochmal weiter bis nach UA4, ins Feld LO20. F4EZJ (JN05DK) loggte um 0854 UTC RA4A aus LO20QC, über 3356 km. Auch UA4AQL kam



Am 26. 7. hatten sich gleichzeitig zwei E_S-Wolken in passender Entfernung zueinander entwickelt.
 Grafik: LiveMUF/G7RAU

bei Stef durch, doch mit keiner der beiden Stationen glückte ein QSO. Auch ohne das übliche Gleichkanal-QRM auf 144,174 MHz dauert FT8 mitunter einfach zu lange; in SSB – so F4EZJ – hätte es wohl geklappt. Etwas mehr Glück hatte F4DJK in JN15AI: Knapp 2 min früher reichte es bei ihm zum QSO mit RA4A.

■ SK7MW muss Station abbauen!

Mehr als 21 Jahre ist es nun her, dass eine Gruppe schwedischer Funkamateure sich mit dem Rufzeichen SK7MW einen topografisch günstigen Standort an der schwedischen Südküste erschlossen hatte. In Mogglarp (Locator JO65MJ, westlich von Trelleborg) geht es im Winkelbereich von etwa 45° über Süd bis 270° direkt übers Meer; die deutsche Küste ist im Mittel 130 km entfernt.

Aufgrund des guten Standorts und der entsprechenden Stationsausrüstung stellen sich QSO-Erfolge sehr schnell ein: Selbst bei normalen Ausbreitungsbedingungen waren auf 144 MHz jederzeit Distanzen von 800 km bis 900 km möglich, schon vor Einführung von FT8. Deshalb dürfte SK7MW auf 2 m verlässlich für viele Funkamateure im deutschen Sprachraum



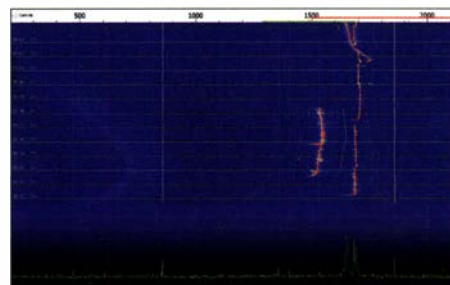
Die Antennengruppen für 2 m, 70 cm und 23 cm: Durch die vertikale Stockung deckte SK7MW stets einen großen Winkelbereich bei hohem Gewinn ab.
 Foto: SM7EYV

die erste schwedische Station sein, die per Tropo gearbeitet wurde. Insbesondere bei den Nordischen Aktivitätswettbewerben entwickelte sich SK7MW zu einer festen Größe. Mit der Zeit kamen weitere Bänder hinzu, so dass das Mogglarp-Team letztendlich auf 2 m, 70 cm, 23 cm bis in der Spitze 122 GHz QRV war. Nachdem die Gemeinde Trelleborg für das Gelände nun eine andere bauliche Nutzung entschieden hat, bleibt zum Abbau keine Alternative. Da solch exzellente Standorte nun mal nicht häufig sind, war auch ein Umzug an ein anderes QTH kein Ausweg. Im August nahm SK7MW ein letztes Mal an den Aktivitätscontesten teil, dann ging es an den Abbau. Das gesamte Equipment wird nun verkauft. Zu diesem speziellen Flohmarkt sind alle Besucher in Mogglarp herzlich willkommen. Weitere Infos sind auf www.sk7mw.se abgelegt.

■ Störungen des 2-m-Bandes durch Wasser-Ionierer

Seit einiger Zeit treten am unteren Ende des 2-m-Bandes gehäuft Störungen durch illegale Sendeeinrichtungen auf: Zwischen 144,010 MHz und 144,020 MHz senden sogenannte Wasser-Vitalisierer fernöstlicher Herkunft. Diese Geräte erzeugen merkliche Feldstärken und sind deshalb auch über größere Entfernungen noch nachweisbar. Je nach Nutzerverhalten treten die Störungen vor allem morgens oder abends auf und dauern bis zu 60 min an.

Vertrieben werden diese unzulässigen Geräte – das 2-m-Band ist exklusiv dem Amateurfunkdienst zugewiesen – vornehmlich im Internet. Eine Suche mit *Wasser Vitalisierer* fördert eine



Das Signal solcher Wasservitalisierer ist – von gelegentlichen Schwankungen abgesehen – in der Frequenz relativ stabil. Dem Träger ist keine Modulation aufgeprägt.
 Screenshot: DJ5AR

große Zahl Anbieter zu tage. Der Betrieb eines solchen Gerätes – wenn es im 2-m-Band sendet – ist in Deutschland unzulässig. Sollten Sie ebenfalls solche charakteristischen Störungen beobachten, so wenden Sie sich bitte an das DARC-EMV-Referat, dl6ses@darc.de. Dort wird eine Sammelbeschwerde vorbereitet.

■ 65. Weinheimer UKW-Tagung abgesagt

Obwohl mit Stand Anfang Juli im Zuge der Corona-Pandemie das Verbot von Großveranstaltungen nur bis Ende August gilt, haben die Organisatoren der Weinheimer UKW-Tagung die für den 11. bis 13. 9. vorgesehene Veranstaltung abgesagt. Angesichts der unsicheren Lage war objektiv keine andere Entscheidung möglich. Derzeit prüfen die Beteiligten, ob man nicht – ähnlich wie der DARC mit der Ham Radio Online – eine abgespeckte virtuelle UKW-Tagung

auf die Beine stellen kann. Bitte achten Sie auf entsprechende Hinweise auf <https://ukw-tagung.org> und der FUNKAMATEUR-Website.

■ Mehr Aktivität auf 23 cm durch den IC-9700?

Andreas, DJ5AR, freute sich über die ungewöhnlich hohe Aktivität während des Mikrowellen-Contests am ersten Juni-Wochenende. Beim Blick auf die Claimed-Scores-Liste auf der DARC-Website überraschte dabei die große Zahl von Logeinreichungen. Beachtliche 174 Stationen hatten diesmal bei *Single Operator* ihre QSOs gemeldet; coronabedingt entfiel 2020 ja die Kategorie *Multi Operator*. Vor allem aber sind diese 174 Einsendungen mehr als die Summe aus den Kategorien *Single Operator* und *Multi Operator* vom letzten Jahr. Doch – wie kommt das?

Ein analoger Effekt ließ sich im 13-cm-Band nicht beobachten. Ob es also am neuen IC-9700 von Icom lag? Dieser SDR-Tranceiver deckt ja standardmäßig auch das 23-cm-Band ab, während bei anderen Geräten, bspw. dem TS-2000, noch extra ein 23-cm-Modul dazu geordert werden muss. Nach weiterer Recherche stellte sich tatsächlich heraus, dass etwa 40 Logeinsender den IC-9700 als Transceiver angegeben hatten. Ein schönes Beispiel dafür, dass aus entsprechendem technischen Angebot der Hersteller auch eine erhöhte Aktivität re-

In Großbritannien ist 50 MHz bereits deutlich länger als in Deutschland für den Amateurfunk freigegeben. Deshalb besteht dort schon seit den 1980er Jahren eine mittlerweile rund 600 Mitglieder starke Interessengruppe UK Six Meter Group. Auf deren Website wird angesichts der aktuellen Situation erneut auf die informellen Regularien des 6-m-Betriebs, insbesondere in FT8, hingewiesen:

Die OMs sind aufgerufen, DX-Betrieb (also zu anderen Erdteilen, in praxi nach Amerika und Asien/Australien) auf 50,323 MHz durchzuführen. Um sich nicht gegenseitig zu stören und die leisen DX-Signale zu überlagern, sollen europäische Stationen bei CQ-Rufen in FT8 stets *TX First/even* angeklickt haben.

Das bedeutet: Sendebeginn um 00 s und 30 s nach der vollen Minute. Asiatische und amerikanische Stationen rufen dementsprechend zu den ungeraden Sekundenzahlen CQ. Für inner-europäischen Funkverkehr ist 50,323 MHz ausdrücklich nicht vorgesehen. Gary, ZL2IFB, hat eine sehr hilfreiche Unterlage zum FT8-Betrieb erstellt: www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf. Insbesondere für Newcomer auf dem Band sind seine Tipps sicher hilfreich, aber auch der erfahrenere OP kann dort zweifelsohne noch etwas lernen.

■ Magic Band im Sommer 2020

Gleich zum Monatsbeginn im Juni sorgte 4S7AB in CW für ein Highlight auf dem 6-m-Band, als er vielen südosteuropäischen Stationen ein neues DXCC-Gebiet bescherte. Und nachdem sich die Bedingungen ab dem 17. 6. etwas erholt hatten, bot sich für den Osten und Südosten von Europa in den Vormittagsstunden die Möglichkeit, in CW nach Japan zu arbeiten, als u. a. JH1HDT (QM06) via Es-Doppel-Hop mit gutem Signal auftauchte. Gerhard, DL3TC, nutzte am 18. 5. seine 100 W an einer 4-Element-Yagi-Antenne in der Zeit von 0630 UTC bis 0800 UTCC, um viele japanische Stationen mit brauchbaren Pegeln in FT8 zu arbeiten (u. a. JA5JFB, JE6AZU, JH6CYW, JA6TEW).

■ Bericht vom 4-m-Band

6 m wird landläufig als *The Magic Band* bezeichnet. Was sich aber in den letzten Tagen des Mai auf 4 m abgespielt hat war beeindruckend. Es ging los am 18. 5. und zog sich bis zum Monatsende durch. Der Wasserfall des RX sah zeitweise aus wie auf Kurzwelle. Es gab bis zu 12 Decodierungen in einer Sequenz. Das ging über 4X, EA8, CT3, TF, OY, Der Clou war aber ein beobachtetes QSO am 2. 6. zwischen G4BWP und A92HK über 5062 km. A92HK lag hier über etwa 1 h mit bis zu +12 dB an. Leider hat es für Heinz nicht zum QSO gereicht. **Tnx Info Heinz, DM2BHG**

■ 9A/DG5BRE im Juli-Contest

Der diesjährige Urlaub hatte Ronny, DG5BRE, nach Kroatien auf die Insel Cres, JN74EW, verschlagen und für ein paar Stunden war auch Zeit für Contestbetrieb auf 2 m und 70 cm. Da die PA sich beim Einschalten als Folge von Eigenschwingung verabschiedet hatte, standen nur 5 W aus dem FT-817 zur Verfügung. Mit einer LPDA auf einem Glasfibernmast und 5 W gelangen mehrere QSOs über

500 km, darunter sogar zwei Stationen aus T7/I4GHG und T77CD, beide aus JN63. Highlight auf 70 cm war IZ7UMS (JN81), auf 2 m IQ1V (JN35) und IO2V (JN54). Ronnys Erfahrung aus diesen Aktionen sind: 1. zweite PA einstecken 2. Antenne auch bei Windstille festhalten, sonst landet sie auf dem Auto.

Alles in allem einmal eine interessante Sichtweise des Contestgeschehens von der anderen Seite der Alpen.

■ AGCW-September-Contest

Die AGCW lädt ein zum nächsten Telegrafiekurzcontest am 26. 9. Der Wettbewerb ist offen für Einmannstationen in der Zeit von 1400 UTC bis 1700 UTC auf 2 m und von 1700 UTC bis 1800 UTC auf 70 cm. Die genaue Ausschreibung findet sich auf: www.agcw.org/index.php/de/contests-und-cw-betrieb/vhf-uhf-contest

Ergebnis Juli-VHF/UHF-Contest 2020

Pl.	Rufz.	DOK	Locator	QSOs	Punkte
144 MHz Einmann					
1.	DL5NEN	B26	JN59OP	952	335769
2.	DL2ARD	Z88	JO50RK	772	243414
3.	DL2CC	P51	JN48WM	435	136477
4.	DG7YEO	N13	JO31QX	496	132250
5.	DG0VOG	S59	JO60QU	441	131546
6.	DH8BQA	Y19	JO73CE	339	124098
7.	DK5PD	F27	JN39VV	400	107268
8.	DJ5KW/P	R25	JO30IK	387	103306
9.	DF9PX	K34	JO30JF	351	101919
10.	DJ6QS	R22	JO40AQ	390	97301

500 Logs

144 MHz Mehrmann

1.	DJ7R	U15	JN59UK	621	203579
2.	DK3T	N61	JO41GU	694	202413
3.	DR5T	A14	JN47KW	461	150465
4.	DM5M	X08	JO51HK	269	61904
5.	DK0LZ	H47	JO41UW	242	50756

14 Logs

432 MHz Einmann

1.	DL7ANR	D06	JO62JR	161	50640
2.	DL7AFB	D01	JO62JA	167	49435
3.	DL8QS	V22	JO43KH	121	40822
4.	DK4VW	M15	JO40IT	152	39135
5.	DL1WB	N16	JO32PC	158	39087
6.	DL3SFB	P06	JN48WM	120	36217
7.	DL5DAW	O32	JO31QH	163	33768
8.	DK2OY	M15	JO44WS	94	33708
9.	DK5OZ	D06	JO62GD	124	33004
10.	DL1EK	R25	JO30IK	138	31458

251 Logs

432 MHz Mehrmann

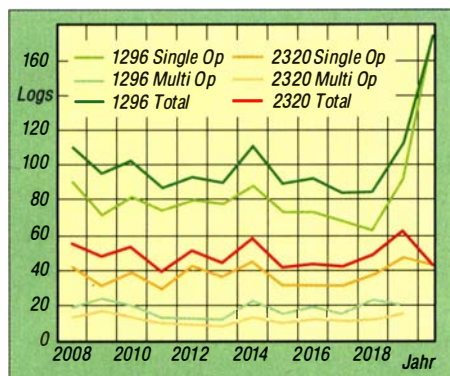
1.	DK0NA	B23	JO50TI	306	97018
2.	DJ7R	U15	JN59UK	183	55483
3.	DK0B	F47	JO41HG	206	50621
4.	DR5T	A14	JN47KW	33	7188
5.	DM5M	X08	JO51HK	33	5714

7 Logs

1296 MHz Einmann

1.	DL3IAE	K14	JN49DG	37	13810
2.	DL3IAS	K38	JN49EJ	50	13582
3.	DH1WM	K14	JN49CD	34	9887
4.	DK1KC/P	B10	JN58QH	35	9438
5.	DL1SUZ	V14	JO53UN	22	8446
6.	DG8NCO	B39	JO50VH	28	8064
7.	DH8AF	N16	JO32PC	42	7397
8.	DL4NFA	B39	JO50SF	18	6357
9.	DK2MN	I21	JO32MC	20	5447
10.	DK2FD	N16	JO32PC	35	5428

104 Logs



DARC-Mikrowellen-Contest: Die Logeinsendungen für 23 cm und 13 cm seit 2008 Grafik: nach DJ5AR

sultiert. Dies ist insbesondere deshalb zu begrüßen, weil im Vorfeld der WRC-23 das Galileo-Konsortium und Frankreich versuchen, die Nutzung des 23-cm-Bands durch den dort nur sekundär berechtigten Amateurfunk mindestens zu beschränken. „Use it or lose it“ ist ein abgedroschener Satz, aber nur deshalb nicht weniger zutreffend. Im DARC-Frequenzmanagement bringt sich Andreas deshalb mit seiner Expertise zu 23 cm ein, um das Band auch in Zukunft für den Amateurfunk zu sichern.

■ FT8 Intercontinental DX Code of Practice 50,323 MHz

Während der sommerlichen Sporadic-E-Saison stellten sich auf 50,323 MHz regelmäßig chaotische Verhältnisse ein: Einerseits war die Stationsdichte so hoch, dass aufgrund der hohen Feldstärken ein ungestörter QSO-Betrieb kaum möglich war. Andererseits wurde mitunter bar jeder Konvention, in welcher Periode CQs gesendet werden sollen, munter durcheinander gerufen.



■ On air – 100 Jahre Radio: Ausstellung mit Hörerbeteiligung



Vom 25.9.2020 bis zum 29.8.2021 zeigt das Museum für Kommunikation Berlin die Ausstellung *ON AIR. 100 Jahre Radio*.

Vor 100 Jahren strahlten am 22.12. Reichspostmitarbeitende der Hauptfunkstelle Königs Wusterhausen bei Berlin ein Weihnachtskonzert aus, was damals zwar inoffiziell lief, heute aber als erste öffentliche Rundfunkausstrahlung in Deutschland angesehen wird. Die Ausstellung will Erfolge, Brüche und die Zukunft des ersten elektronischen Massenmediums präsentieren. Für Funk- und Radiobegeisterte interessant: Auf der bereits existierenden Website zur Ausstellung können sie ein Bild von sich mit ihrem Radio hochladen, das dann auf der Website und in einer Auswahl auch in der späteren Ausstellung gezeigt wird. Wer ein eher seltenes, historisches oder ungewöhnliches Gerät nutzt, dürfte hier auf verstärktes Interesse stoßen. Zudem werden unter allen Teilnehmern zehn Bücher und zehn Radios verlost.

Wolf-Dieter Roth, DL2MCD

■ Lehrgang für das Amateurfunkzeugnis

Der Amateurfunkclub Bad Homburg bietet ab dem 3. September einen Lehrgang für das Amateurfunkzeugnis der Klasse E an. Der Kurs gibt allen Altersklassen ab 14 Jahre einen leichten Einstieg in das faszinierende Hobby des weltweiten Funkverkehrs. An 20 Kursabenden wird von den elektrotechnischen Grundlagen über die Betriebstechnik und der Gesetzeskunde umfassend auf die Prüfung bei der Bundesnetzagentur vorbereitet. Es sind keine Vorkenntnisse nötig. Der Kurs findet wöchentlich jeden Donnerstag um 19.30 Uhr statt. Aufgrund der COVID-19-Situation werden die Kursabende als Onlinelehrgang angeboten. Weiterführende Informationen und die Anmeldung sind auf der Internetseite www.fox11.de verfügbar sowie per E-Mail an: kontakt@fox11.de

PI

■ DARC-E-Mail-Postfach: Änderungen am Webmailer

Am 1.10. nimmt der DARC e.V. Änderungen an den bestehenden DARC-E-Mail-Postfächern Rufzeichen@darcd.de vor. Der neue Webmailer ist bereits jetzt unter <https://webmail.darc.de> erreichbar. Der Zugriff auf den alten Webmailer unter <https://webmail.all-inkl.com> wird ab dem 1.10. deaktiviert. Darüber hinaus gibt es neue Nutzungsbedingungen. DARC-Mitglieder sind angehalten, unbedingt die ausführliche Information *Änderungen_DARC-Postfach.pdf* zu beachten, die sie normalerweise per E-Mail erhalten haben sollten. Diese Datei ist außerdem von <https://darc.de/y4c43rp> frei herunterladbar. Hinweise zur Bedienung des neuen Webmailers sind unter der Adresse www.darc.de/hilfe/darc-e-mail-postfach/#c271786 zu finden. Wichtig: Postfächer von Nutzern, die die neuen Bedingungen nicht bis 1.10. bestätigten, werden gelöscht.

Quelle: DARC e.V.

■ Radio MDR Thüringen berichtete über den Amateurfunk

Der Radiosender MDR Thüringen berichtete am 2. August in der MDR-Thüringen-Kulturnacht (www.mdr.de/mdr-thueringen/sendungen/kulturnacht-112.html) in einer Sendung intensiv über den Amateurfunk. Die Sendung hatte eine Länge von 45 min!

Hier ist der Link zum Anhören und Download der Sendung: www.mdr.de/mdr-thueringen/podcast/kulturnacht/kulturnacht-amateurfunk-thueringen-100.html

Kurt Röhligh, DL3UX

■ „Science Summer“ im Deutschen Museum in München

Das Deutsche Museum in München, eines der größten Technikmuseen der Welt, hat sich mit dem „Science Summer“ für diese Sommerferien ein ganz besonderes Programm ausgedacht. Eingeladen sind Tausende Feriengäste und Einheimische, die im Innenhof des Gebäudes auf einer Bühne spannende Wissenschafts-Shows, Vorführungen sowie Vorträge verfolgen und an wissenschaftlichen Mitmach-Aktionen teilnehmen können. Die Informationen zum „Science Summer“ finden sich auf der Facebook-Seite www.facebook.com/DeutschesMuseum und auf der Website des Deutschen Museums München: www.deutsches-museum.de

Mit dabei ist auch der DARC e.V., Distrikt Oberbayern, der seit vielen Jahren die Klubstation DL0DM im Museum betreibt. Im Funkanhänger wird ebenso Spannendes geboten, wie live vorgeführte Funkverbindungen über UKW, Kurzwelle und den geosynchronen Satelliten QO-100. Noch bis zum 27.9. führen die Münchener Funkamateure ihr Freiluftprogramm täglich von 12 Uhr bis 16 Uhr (außer bei Regenwetter) fort, um Werbung für unser tolles Hobby zu machen – für den Herbst sind daher auch gleich einige Lizenzkurse geplant.

Rainer Englert, DF2NU

■ Radio DARC zusätzlich auf 9670 kHz

Ab Sonntag, den 2. August, ist Radio DARC sonntags von 0900 UTC bis 1000 UTC zusätzlich auf 9670 kHz AM im 31-m-Band zu hören. Eine Wiederholung auf 9670 kHz folgt jeweils montags von 1500 UTC bis 1600 UTC. Mit Inbetriebnahme der neuen Frequenz durch *Channel 292* enden vorerst die Übertragungen auf 7440 kHz im 31-m-Band. Das Programm von Radio DARC wird außerdem weiterhin sonntags von 0900 UTC bis 1000 UTC mit 100 kW auf 6070 kHz über die Sendestelle Moosbrunn ausgestrahlt.

Tnx Info Channel 292

Afu-Welt

■ Tokyo Ham Fair 2020 abgesagt

Die JARL kündigt notgedrungen die Absage der für den 31. Oktober und 1. November geplanten Tokyo Ham Fair 2020 an, da sie die Sicherheit und den vollständigen Schutz vor einer COVID-19-Infektion nicht garantieren kann – selbst wenn alle möglichen Präventivmaßnahmen ergriffen würden. Der Zeitplan der Tokyo Ham Fair 2021 ist noch unsicher, wird aber bekanntgegeben, wenn der Veranstaltungsort und die Termine feststehen.

PI

■ Videos der 1997er DXpedition VK0IR aufgetaucht

Der DXpeditionsleiter Dr. Robert Schmieder, KK6EK, berichtet, dass er kürzlich durch einen Zufall über 6 h an Videomaterial zu der 1997er DXpedition zur Heard Island, VK0IR (<http://cordell.org/HII/index.html>), gefunden hat, das bislang noch niemand ausgewertet hatte. Das ge-



Titelbild der FA-Ausgabe 4/1997 mit dem 2. Teil des Beitrags von KK6EK: „VK0IR – Heard Island 1997: Die Jahrhundert-Expedition?“

samte Material wurde, in sechs Episoden aufgeteilt, nunmehr auf Youtube bereitgestellt. Die Links im Einzelnen siehe: funkamateurl.de/nachrichtendetails/items/VK0IR_1997.html

Tnx Info Franz Langner, DJ9ZB

■ Mirny-Station beschädigt

Nach Informationen von dx-world.net brach am 21. Juni auf der russischen Antarktisstation *Mirny* ein Feuer aus, bei dem zwar keine Personen zu Schaden kamen, aber Funkraum, Wetterstation, ein Labor und ein Server-Raum niederbrannten. Alex, R1IANM, wird also auf unbestimmte Zeit nicht QRV sein können.

Dieter Dippel, DF4RD

■ Abschlussbericht der SAQ- Alexanderson-Day-Sendungen 2020

630 Empfangsberichte gingen für die Längstwellensendungen am 5. Juli auf 17,2 kHz bei SAQ im schwedischen Grimeton ein – das ist ein neuer Rekord. Dabei waren die Bedingungen an diesem Tag nicht optimal.

Dies berichtete nun das SAQ-Team in einer abschließenden Analyse des Sendebetriebs am jährlichen Alexanderson-Tag. Einiges war anders als in den vorangegangenen Jahren: So waren aufgrund der Vorsichtsmaßnahmen gegen die Ausbreitung der Corona-Pandemie erstmals keine Besucher in der Senderhalle des historischen Maschinensenders zugelassen. Wer die dortigen Aktivitäten beobachten wollte, hatte dazu ab 0830 UTC oder ab 1130 UTC auf dem SAQ-Videokanal youtube.com/channel/UC-83S-19JKD1iuhSxX3XQ3g Gelegenheit; dies ist auch im Nachhinein noch möglich.

Beim Alexanderson-Tag 2020 bediente erstmals Kai Sundberg, SA6KSU, die Morsetaste von SAQ. Zur Feier des Tages trug er die Uniform eines Funkoffiziers aus den 1960er-Jahren. Das SAQ-Team hat sämtliche eingegangenen Empfangsberichte ausgewertet und das Ergebnis als PDF-Datei zum Herunterladen online gestellt. Außerdem wurden die Standorte der SAQ-Hörer in einer Online-Weltkarte eingetragen. Eingegangene Empfangsberichte werden demnächst mit einer elektronischen QSL-Karte bestätigt. Alle Links: funkamateurl.de/nachrichtendetails/items/SAQ-Report-ADay-2020.html

Alexander Association/hku

OE-QTC

Bearbeiter:
Ing. Claus Stehlik, OE6CLD
Murfeldsiedlung 39, 8111 Judendorf
E-Mail: oe6cld@oevsv.at

Nachdem in den letzten Wochen die Zahl der an COVID-19-Erkrankten wieder erheblich angestiegen ist, sind größere Treffen etc. wieder unsicherer. Eine angekündigte Veranstaltung kann, wie zum Beispiel das 4. Internationale WWFF & COTA-OE-Treffen, kurzfristig abgesagt werden. Informiert euch bitte vorab, ob eine geplante Veranstaltung stattfindet oder nicht!

■ Funkbetrieb an der Klubstation des Museums im Zeughaus Innsbruck

Jeden ersten Samstag im Monat in der Zeit von 15 bis 17 Uhr und bei der Langen Nacht der Museen des ORF am 3. 10. wird die Sonderstation OE7XZJ der Tiroler Landesmuseen direkt aus dem Ausstellungsraum der Sonderausstellung im Zeughaus Innsbruck betrieben. Der nächste Termin ist der 5. 9. Eine WSPR-Bake sendet direkt aus dem Zeughaus unter OE7XZB auf 80 m, 40 m, 30 m und 20 m. Ein Morserino sowie eine Morseübungsstation lädt

die Besucher zum Ausprobieren der Telegrafie ein. Weitere Infos finden sich unter: www.tiroler-landesmuseen.at/termin/amateurfunken/202009051500



■ Kostenfreier CW-Lernkurs der CW-Schule Graz

Die CW-Schule Graz hat einen komplett kostenfreien CW-Kurs für Funkamateure erstellt, der vor allem für das Selbststudium gedacht ist. Als Lernutensilien werden neben dem bereits weltweit bekannten *Morserino-32* die Einrichtungsunterlagen für die Snapshots und der Übungsplan benötigt. Alle notwendigen Unterlagen kann man sich von der ÖVSV-Website herunterladen: <https://oe6.oevsv.at/aktivitaeten/cwschule/Unterlagen>.

Sollte jemand keinen Morserino-32 haben oder diesen noch nicht kennen, gibt es weitere Informationen auf der Website von Willi Kraml, OE1WKL: www.morserino.info/morserino-32.html. Eine zweisprachige Kurseinführung findet man hier: <https://youtu.be/hzzJs6A-tEs>. Die CW-Schule Graz wünscht viel Erfolg!

■ Amateurfunk-Kurs Graz

Erfahrene Funkamateure vermitteln an sieben Samstagen das notwendige Wissen für die Amateurfunk-Prüfung bei der Fernmeldebehörde anschaulich, praxisnah und spannend. Der Kurs beginnt am 12. 9., die Prüfung findet kurz nach dem Kurs statt und ist mit der Behörde bereits abgestimmt. Die Kosten belaufen sich auf 90 € (70 € für Schüler und realraum-Mitglieder) für die Kursskripte und das Material für den Antennen-Workshop nach dem Kurs.

Weitere Informationen findet man unter <https://oevsv.st/ausbildung/kurs-graz>, wo man sich auch anmelden kann. Ein Kursplatz wird erst nach Eingang der Zahlung fix reserviert. Der Kurs findet im Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation, Inffeldgasse 12 (Parkmöglichkeit Sandgasse 38) in Graz statt. Der Campus ist sowohl öffentlich als auch mittels PKW einfach zu erreichen. Unterrichtszeiten sind jeweils von 10 Uhr bis 18 Uhr.

HB-QTC

Bearbeiter:
Dr. Ing. Willy Rüschi, HB9AHL
Bahnhofstr. 26, 5000 Aarau
E-Mail: hb9ahl@uska.ch

■ VK0IR: Erfolgreichste DXpedition der letzten 30 Jahre

Die Southwest Ohio DX Assoziation (SWODXA) hat kürzlich eine Umfrage über die besten zehn DXpeditionen der letzten 30 Jahre gemacht, welche unter www.dx-world.net/the-dxpedition-of-the-last-30-years nachzulesen ist. Dabei wurden alle aktuellen DXer zu dieser Umfrage eingeladen, jeder hatte zwei Stimmen. Nachfolgend die beiden Auswertungen:



Willy, HB9AHL, an der Taste auf Heard Island
Foto: KK6EK

Beste DXpedition der letzten 30 Jahre und Beste DXpedition in diesem Jahrhundert (2000 bis 2019). Mit 11,5 % der abgegebenen Stimmen steht Heard Island VK0IR aus dem Jahre 1997 an der Spitze. Bemerkenswert ist, dass an dieser DXpedition auch vier OMs aus

dem deutschsprachigen Raum vertreten waren, nämlich: Kurt Wetter, HB9AFI, Willy Rüschi, HB9AHL, Hansruedi Bürki, HB9BHW, und Arno Metzler, OE9AMJ. Anm. d. Red.: s. a. S. 800 rechts!

■ Eine Woche Bettruhe

Kurt, HB9AFI, ist der erste Schweizer, der je den Boden der Heard-Insel betreten hatte; als Bauspezialist hatte er die Aufgabe, sofort mit dem Zusammenbau der Zelte zu beginnen. Als Kurt später den hölzernen Deckel einer schweren Proviant- und Gerätekiste schließen wollte, bildete sich eine sehr starke Windböe, wirbelte den Deckel in die Luft und renkte Kurt dabei die linke Schulter aus. Zum Glück war einer der Expeditionsärzte (Glenn, W0GJ, – ein Orthopäde) schnell zur Stelle und renkte ihm die Schulter unter großen Schmerzen wieder ein. Danach musste Kurt eine Woche lang sein Feldbett hüten und konnte erst in der letzten von drei Expeditionswochen QRV sein, hatte aber die Ehre, das letzte QSO als VK0IR zu fahren.

Die 10 besten DXpeditionen 1989–2019:

1. VK0IR, Heard Island, 1997, 11,5 %
2. BS7H, Scarborough Reef, 1995, 11 %
3. 3Y5X, Bouvet Island, 1989/90, 9 %
4. VK0EK, Heard Island, 2016, 7,5 %
5. 3Y0X, Peter I. Island, 2006, 7 %
6. 3C0L & 3C1L, Annobon & Bioco Islands, 2017, 6,6 %
7. K1N, Navassa, 2015, 6,3 %
8. FT5ZM, Amsterdam & St. Paul Islands, 2014, 6 %
9. 3Y0PI, Peter I. Island, 1994, 5 %
10. VP8STI & VP8SGI, South Sandwich & South Georgia, 2016, 4 %



Im Boden verankerte Plakette VK0IR 1997

Foto: HB9AHL

Die 10 besten DXpeditionen 2000 bis 2019:

1. VK0EK, Heard Island, 2016, 7,5 %
2. 3Y0X, Peter I. Island, 2006, 7 %
3. 3C0L & 3C1L, Annobon & Bioco Islands, 2017, 6,6 %
4. K1N, Navassa, 2015, 6,3 %
5. FT5ZM, Amsterdam & St. Paul Islands, 2014, 6 %
6. VP8STI & VP8SGI, South Sandwich & South Georgia, 2016, 4 %
7. HK0NA, Malpelo Island, 2012, 3,5 %
8. VP6DI, Ducie Island, 2002, 3 %
9. K5D, Desecheo Island, 2009, 2,6 %
10. KH1/KH7Z, Baker Island, 2018, 2,3 %

Bemerkenswert ist, dass vier Schweizer DXer bei den besten DXpeditionen mit dabei waren: – 3Y5X, Bouvet Island 1989, HB9AHL – 3Y0PI, Peter I. Island 1994, HB9AHL – VK0IR, Heard Isl. 1997, HB9AHL, HB9AFI, HB9BHW – 3Y0X, Peter I. Isl. 2006, HB9BXE – VK0EK, Heard Island 2016, HB9BXE



September 2020

1.9.

GMA-Contest [144 MHz] (All) 1700/2100
NAC u. v. a. [144 MHz] (All) 1700/2100
Westfalen Nord Aktivität [144, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

2.9.

UKEICC 80 m Contest (SSB) 2000/2100

3.9.

NAC u. v. a. [28 MHz] (CW/SSB/FM/Digi) 1700/2100

3.-5.9.

IFA 2020 Special Edition – weltweit größte Messe für Consumer Electronics, Messegelände Berlin. Nicht öffentlich, mehr auf: www.ifa-berlin.com/de

4.-5.9.

QRP- und Selbstbautreffen* mit Vorträgen im Landgasthof Silberthal, Im Silberthal 13, 07616 Silberthal, siehe S. 793

5.9.

AGCW-DL Handtasten-Party [40 m] (CW) 1300/1600
CW Open Competition (CW) 0000/2359
Wake-up! QRP-Sprint-Contest [7/14 MHz] (CW) 0600/0800

5.-6.9.

Elektronikmesse Fiera dell'Eletronica mit Ham Radio Area*, Centro Fiera S. p. a. Via Brescia 129, 25018 Montichiari (BS)/Italien, Informationen unter: www.radiantistica.it

IARU-Region 1 Fieldday (SSB) 1300/1259
IARU-Region 1 Contest [2 m] (All) 1400/1400
JARL All Asian DX Contest (SSB) 0000/2400

7.9.

QCWA-QSO-Party [KW] (SSB) 1500/1600

8.9.

NAC u. v. a. [432 MHz] (All) 1700/2100
Westfalen Süd Aktivität [144, 432 MHz] (CW/SSB/FM) 1700/1900

10.9.

NAC u. v. a. [50 MHz] (All) 1700/2100

11.9.

SP Straight Key Contest [KW] (CW) 1700/1900

12.9.

Russian RTTY WW Contest (RTTY) 0000/2359

12.-13.9.

ARRL-EME-Contest [≥2,3 GHz] 0000/2359
WAE DX Contest [KW] (SSB) 0000/2359

15.9.

NAC u. v. a. [1,3 GHz] (All) 1700/2100

19.9.

Österreichweiter SOTA-Aktivitätstag. Siehe auch www.oevsv.at/oevs/veranstaltungen/SUMMITS-ON-THE-AIR-in-ganz-Oesterreich

19.-20.9.

SARL All Africa International DX Contest (CW/SSB/RTTY) 1200/1200
Scandinavian Activity Contest [KW] (CW) 1200/1159
Thüringen-Contest [KW, UKW] (CW/SSB/FM) 0600/1500

20.9.

9A Activity Contest [144 MHz ... 1,3 GHz] (CW/SSB/FM)
BARTG RTTY Sprint 75 [KW] (RTTY) 1700/2100
DUR-Aktivitätscontest [>1 GHz] (CW/SSB/FM) 0800/1100
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

22.9.

NAC Mikrowellen (All) 1700/2100

26.9.

AGCW-DL VHF/UHF-Contest [144 MHz, 432 MHz] (CW) 1400/1700, 1700/1800
AMSAT-DL Online-Satelliten-Symposium in DATV über den WB-Transponder von QO-100 und im Internet, siehe: amsat-dl.org/event/amsat-dl-symposium-und-jhv-2020
Mitteldeutscher Radio- und Funkflohmarkt in Garitz*, Aufbau ab 7 Uhr, Besucher ab 9 Uhr, Abbau bis 14 Uhr, Landhotel und Restaurant Garitz, Weinberg 1 in 39264 Garitz. Weiteres auf: <https://radio-afu-flohmarkt.de>

26.-27.9.

QQ WW RTTY DX Contest [KW] (RTTY) 0000/2400

27.9.

Aktivitäts-Kurzcontest Ruhrgebiet (CW/SSB) 0700/1100

28.9.

RSGB 80 m FT4 Contest [KW] (FT4) 1900/1959

30.9.

UKEICC 80 m Contest (CW) 2000/2100

* Abhängig von der aktuellen Virus-Bedrohungslage
 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	779/781
Batronix Elektronik; Preetz	751
BEKO-Elektronik; Dachau	778
Bonito; Hermannsburg	776
Dieter Knauer; Funkelektronik.....	779
DIFONA Communication GmbH; Offenbach.....	777
Eurofrequency; Zwönitz	780
Fernschule Weber	781
Funktechnik Seipelt	781
GRAHN-Spezialantennen; Kirchheim/Teck	774
Haro-electronic; Burgau	781
Heinz Bolli AG; Niederteufen	778
HFC-Nachrichtentechnik; Iserlohn	779
Hilberling GmbH; Schacht-Audorf	781
Hotel Hellers Krug; Holzminden.....	781
Icom (Europe) GmbH	4. US
ILT Schule; Schweiz	801
KN-Electronic, K. Nathan	774
Kusch; Dortmund	778
Maas Funk-Elektronik; Eisdorf-Berrendorf.....	3. US
QRPproject	779
QSL collection; Wien	778
Reuter-Elektronik; Dessau-Roßlau	781
Sander electroniC; Berlin	776
SDR-Kits; Großbritannien	780
Spiderbeam; Spremberg	776
UKW Berichte Telecommunications	777/778
von Hoerner & Sulger; Schwetzingen.....	729
WiMo GmbH; Herxheim	775/779/780/782
www.electronicrepair.de	781
Yaesu Musen Co., Ltd; Tokio/Japan	2. US/783

Vorschau auf Heft 10/20

Südliche Orkneyinseln, VP8PJ: Reise ins Südpolarmeer

Zu den größten Herausforderungen für DXpeditionen gehören Aktivitäten aus den Polargebieten. Ein erfahrenes internationales Team wagte es und machte sich im vergangenen Februar auf den Weg zu den Südlichen Orkneyinseln, gelegen am Rande der Antarktis. Gene, K5GS, und Dave, K3EL, berichten über ein außergewöhnliches Funkabenteuer.



Achtkanal-DTMF-Fernschalter

DTMF-Töne, ob per Funk oder Draht übertragen, werden in diesem Bastelprojekt zur Fernsteuerung von Schaltvorgängen genutzt. Es gibt acht Schaltkanäle mit unterschiedlichen Eigenschaften und einen vom Nutzer programmierbaren Sicherheitscode.

... und außerdem:

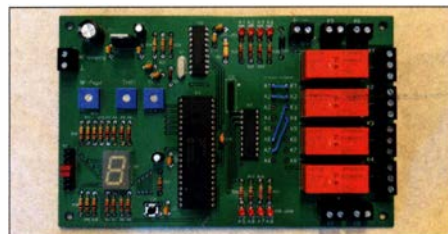
- Win4Icom mit PhonerLite gepaart
- PIC ohne EEPROM – oder: Was ist ein HEF?
- Schaltungssimulation mit dem freien Multisim Live
- Mehrband-KW-Antenne für den Balkon
- Ladegerät für LiFePO₄-Akkumulatoren

erscheint am 30.9.2020



Solarstromversorgung für Relaisfunkstellen und mehr

Auch Funkamateure setzen zunehmend auf nachhaltige Varianten der Stromversorgung – der Umwelt zu Liebe oder als Back-up für evtl. Ausfälle des 230-V-Netzes. Im Beitrag wird eine erprobte Photovoltaik-Insellösung vorgestellt, die sich an nahezu jede Anwendung anpassen lässt.



Redaktionsschluss FA 10/20: 10.9.2020
 Vorankündigungen ohne Gewähr

 ICOM

Be Active!



WITH THE NEW
IC-705

Icom (Europe) GmbH

Auf der Krautweide 24 · 65812 Bad Soden · Germany
Telefon (06196) 766 85-0 · Fax 766 85-50 · info@icomeurope.com

www.icomeurope.com

Icom, Icom Inc. und das Icom-Logo sind registrierte Marken der Icom Inc. (Japan) in Japan, in den Vereinigten Staaten, im Vereinigten Königreich, in Deutschland, Frankreich, Spanien, Russland, Australien, Neuseeland und/oder in anderen Ländern.