

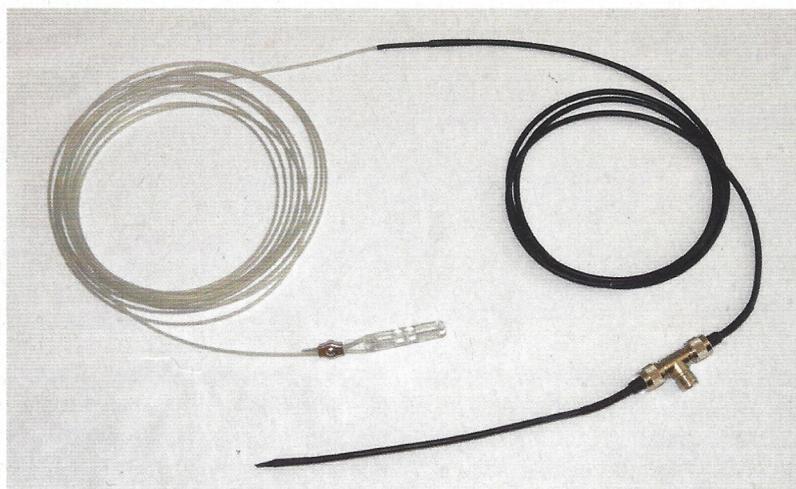
Optimal für den Portabelbetrieb

Endgespeiste $\lambda/2$ -Koaxantenne

Helmut Jahn, DL5PC

Hans Eckhard Krüger, DJ8EI/PA8EI

Für Portabelbetrieb wünscht man sich eine sehr leichte Antenne mit geringen Packmaßen. Die hier beschriebene KW-Monobandantenne erfüllt diese Wünsche und weist zudem ein hervorragendes SWR auf, ohne Radials zu benötigen.



Diese Antenne können mit geringem Aufwand auch wenig geübte Bastler leicht selbst herstellen. Sie eignet sich übrigens auch bestens zum Betrieb auf einem Boot.

Ein alter Hut?

Die endgespeiste Halbwellenantenne wurde bereits 1924 in DL als Patent angemeldet und in vielen Varianten beschrieben [1]. Eine bekannte Variante ist die J-Antenne, die vorwiegend für VHF/UHF Einsatz findet [2]. Für die Kurzwellenbänder beschreibt HB9ACC anschaulich die Ableitung aus der Zeppelin-Antenne und die Anpassung mittels $\lambda/4$ -Koax-Transformators [3].

Auch für Praktiker ist die Verwandtschaft von J-, Sperrtopf- und $\lambda/2$ -Koax-Dipolantenne (Bild 1) leicht nachvollziehbar. Eine Version für 20–10 m kann man z.B. bei [4] kaufen.

Diese Antennenbauform ist also nicht neu, aber wenig bekannt. Sie bietet jedoch so viele Vorteile, dass sich eine Beschäftigung hiermit – insbesondere auch in konstruktiver Hinsicht – lohnt.

Im DARC-Ortsverband Bad Honnef (G09) haben wir diese Antennen experimentell untersucht und elektrisch sowie mechanisch so modifiziert, dass sie besonders leicht nachzubauen sind. Bei verschiedenen Bastelaktionen entstanden Versionen für 2 m/70 cm und für 40 bis 10 m.

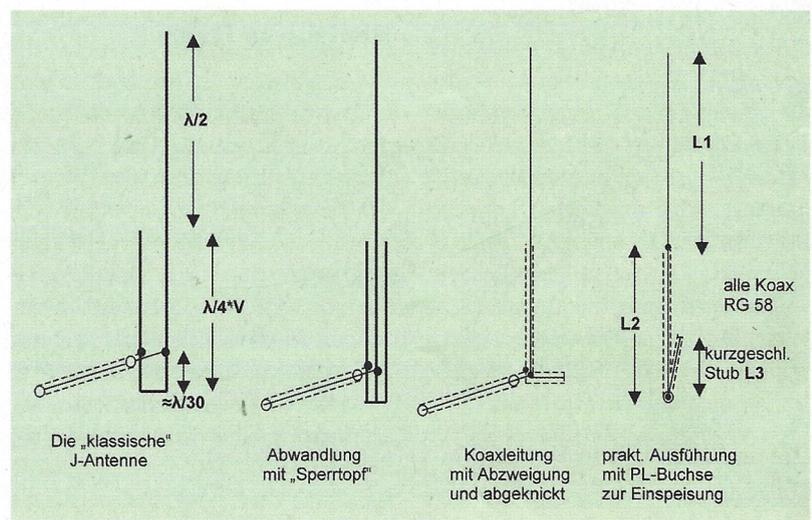


Bild 1: Ableitung aus J- und Sperrtopf-Antenne

Zur Person



Dr.-Ing. Hans Eckhard Krüger, DJ8EI/PA8EI
Jahrgang 1944, Amateurfunkgenehmigung seit 1962

Studium und Promotion Nachrichtentechnik an

der RWTH Aachen, Entwicklungsleiter bei Bosch, Director Systemtechnik bei T-Mobile

Besondere Interessen: Afu-Satelliten und Antennentechnik

Weitere Hobbys: Tauchen und Digitalfotografie

Anschrift:
Mühlenpfad 3
53604 Bad Honnef
dj8ei@darf.de

Die Abmessungen in Bild 2 führten zu gut reproduzierbaren Ergebnissen. Hierbei ist L_0 der eigentliche $\lambda/2$ -Strahler, L_3 das $\lambda/4$ -Koax-Anpassglied und L_2 der Anzapfpunkt, vom Kurzschluss des Anpassglieds aus gemessen.

Vorteilhafte Eigenschaften

Endgespeiste Drahtantennen haben besonders für Portabelbetrieb und Einsatz auf Sportbooten den großen Vorteil, nur einen Aufhängungspunkt zu benötigen. Die Antenne kann zudem vertikal oder horizontal arbeiten. Im Grunde eine Monobandantenne, lässt sich aber – wie auch jeder Dipol – auf ungeradzahligem Vielfachen von $\lambda/2$ betreiben. So ist beispielsweise Betrieb auf 2 m und 70 cm möglich oder auf 40 und 15 m. Weiter von Vorteil: Man benötigt keinen Balun, und der Koaxkabelteil der Antenne ist ab Ende des Dipolstrahlers HF-mäßig völlig kalt. Es gibt kaum Mantelwellenprobleme, das Koaxkabel

Zur Person



Dipl.-Ing. Helmut Jahn, DL5PC
 Jahrgang 1946, Amateurfunkgenehmigung seit 1990
 Studium Nachrichtentechnik, danach tätig in Entwicklung Elektrografie und Medizingeräte, jetzt Ruhestand
 Besondere Interessen: Antennen, Messtechnik, Selbstbau
 Weitere Hobbys: Segeln

Anschrift:
 Dr.-Fritz-Lohmüllerstr. 21
 53604 Bad Honnef
 dl5pc@darf.de

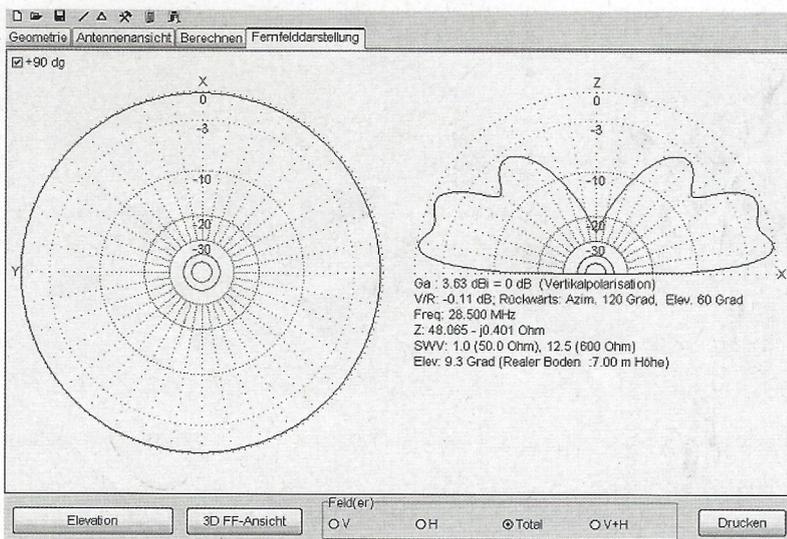


Bild 3: Fernfeldberechnung einer 10-m-Version von IN3TRX

kann auf dem Boden verlegt oder zusammengerollt werden. Man sollte allerdings bei der Aufhängung der Antenne darauf achten, dass der Einspeisepunkt des endgespeisten Dipols L_0 möglichst hoch, mindestens aber einige Meter über Grund ist.

Funktion und Betriebsmöglichkeiten

Ein $\lambda/2$ -Dipol weist an seinen Enden ein Spannungsmaximum und damit eine sehr hohe Impedanz ($>1 \text{ k}\Omega$) auf. Eine von mehreren Methoden, diese auf 50Ω zu transformieren, ist ein einseitig kurzgeschlossener $\lambda/4$ -Leitungstransformator. Dieser erlaubt es, einen passenden Anzapfungspunkt zu finden, der nach IN3TRX [5] und HB9ACC 34 % vom Kurzschlusspunkt entfernt liegt. Eigene Messreihen bestätigten dies.

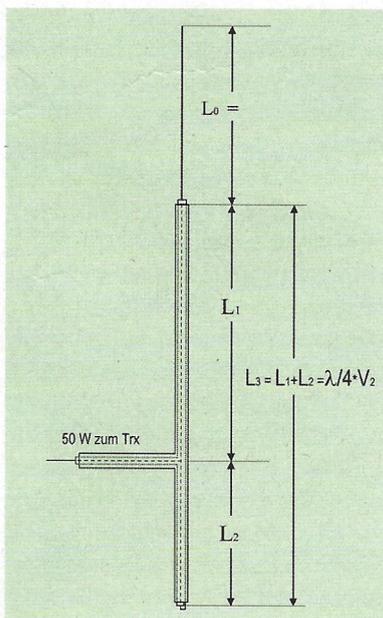


Bild 2: Prinzip der endgespeisten $\lambda/2$ -Koaxantenne

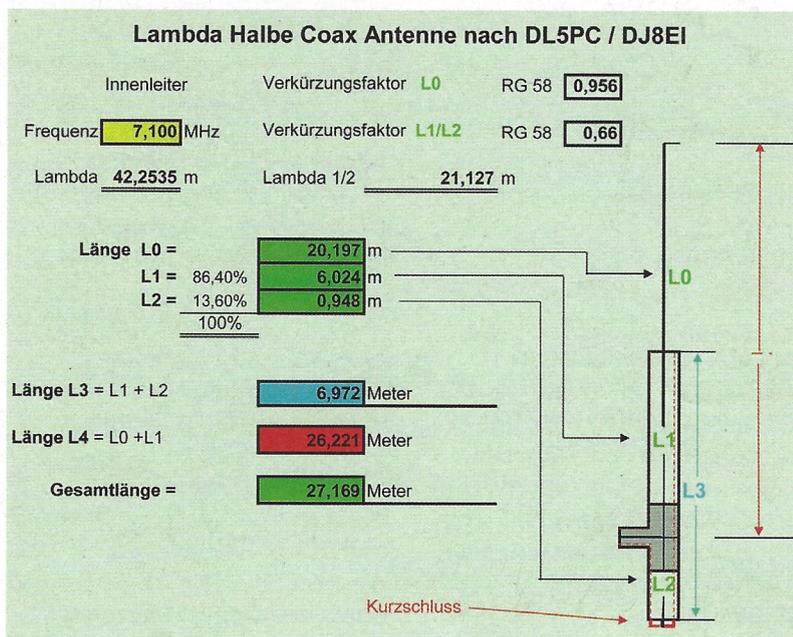


Bild 4: Excel-Rechner DO3EBB [9]

In [5] findet sich auch eine Fernfeldkalkulation mit dem Programm MMANA, die zeigt, dass bei vertikaler Aufhängung eine sehr flache Abstrahlung erreicht wird (**Bild 3**).

Da die Abschirmung der koaxialen Transformationsleitung elektrisch „kalt“ ist, kann sie beliebig ausgeformt sein. Sie muss nicht starr geradeaus verlegt sein wie bei der Sperrtopfantenne und auch nicht frei in der Luft hängen sowie von benachbarten Teilen auf Abstand gehalten werden wie bei der Bandleitungs-J-Antenne. Sie kann einfach auf dem Boden herumliegen oder sogar aufgewickelt werden. Praktischerweise lässt sich das kurze Stück, der Stub, auch parallel zur übrigen Transformationsleitung nach oben quasi zurückklappen.

Praktische Ausführung

Wir haben, um den Nachbau zu vereinfachen, den $\lambda/4$ -Transformator sowie

die strahlende $\lambda/2$ -Drahtantenne aus Koaxkabel gefertigt. RG-58 bietet sich aus Gewichts- und Kostengründen an, erhältlich z.B. bei [6]. Natürlich kann für das Strahlerelement L_0 auch irgendein anderer geeigneter Antennendraht verwendet werden; die Übergangsstelle zum Koaxkabel ist am Lötunkt dann wegen des dort auftretenden Spannungsbauchs gut zu isolieren. Die Fertigung aus einem einzigen Stück Koaxkabel bietet eine konstruktiv einfache und elegante Lösung. Als Abzweigung für den Anschluss des Speisekabels bietet sich ein Koax-T-Stück an. Beim Strahler als auch beim Anpassglied muss der Verkürzungsfaktor beachtet werden [7, 8]. Zur komfortablen Berechnung für alle Frequenzen hat Engelbert, DO3EBB, ein Excel-Programm [9] geschrieben (**Bild 4**). Man gibt die gewünschte Resonanzfrequenz ein, und das Programm berechnet die Längen der einzelnen Antennenelemente.

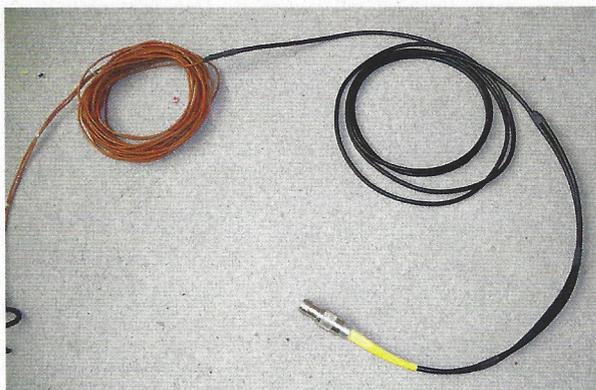


Bild 5: 20-m-Antenne mit Drahtstrahler ohne T-Stück

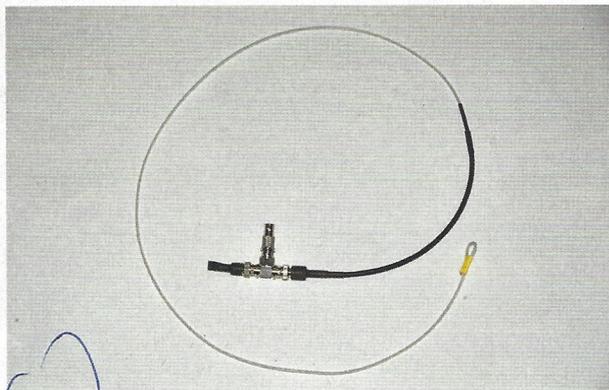


Bild 6: Eine Ausführung für 2 m/70 cm



Bild 7: Modifikation zu einem mittengespeisten symmetrischen Dipol

Mal ganz konkret

Als Beispiel sei eine 20-m-Antenne komplett aus Koaxkabel mit PL-T-Stück vorgestellt. Dieses Konzept kann als einfachste Variante von mehreren möglichen angesehen werden.

Wir benötigen etwa 14 m RG-58 (L_4), das auf ca. 11 m (L_0) von der Abschirmung befreit wird. Hierzu schlitzt man es mit einem Teppichmesser – Vorsicht, Verletzungsgefahr – über die Länge L_0 auf und zieht dann die schwarze Ummantelung ab. Dann durchtrennt man das freiliegende Abschirmgeflecht mit einer spitzen Schere und entfernt es. Die offenliegende Übergangsstelle wird mit Schumpfschlauch, z.B. 6,4/4,7 mm Durchmesser kalt/geschumpft [6], vor Feuchtigkeit geschützt. Das Koaxkabelende von L_4 wird in einen PL-Stecker gelötet. Als Stub dient ein ca. 50 cm langes Kabelstück (L_2), das man an einem Ende kurzschließt und am anderen in einen weiteren PL-Stecker einlötet. Auch das kurzgeschlossene Ende wird mit Schumpfschlauch abgedichtet. Beide Stecker verbindet man dann mit dem T-Stück, dessen freie Buchse den Stecker des Kabels zum Trx aufnimmt. Unser Aufmacherfoto zeigt das Ergebnis.

Bei UKW-Varianten besonders wichtig: Die Abmessungen von L_1 und L_2 gelten

von der Mitte des T-Stücks.

Aber es geht auch ohne T-Stück. Dann führt man die freien Enden beider RG-58-Kabel gemeinsam in einen PL-Stecker für RG-213. Es muss darauf geachtet werden, dass beide Seelen im Steckerstift Verbindung finden,

beide Abschirmungen in der Steckerhülse gefasst werden und keine Kurzschlüsse erfolgen. Die Leitungen werden parallel geführt und mit einem gemeinsamen Schumpfschlauch auf der gesamten Länge des Stubs eingeschumpft. Dabei reicht der Schlauch ein Stück über den PL-Stecker und schützt diesen gegen Feuchtigkeit. Diese kompakte Version (**Bild 5**) bietet sich vor allem für den Einsatz auf Booten an.

Weitere Varianten

Wie gesagt, kann die freie Strahlerlänge L_0 auch aus einem einfachen Draht bestehen, z.B. einem Stück 1-mm²-Installationsleitung NYAF, das man mit der Seele des RG-58 verbindet. Die Verbindungsstelle muss sorgsam gegen Wasser mittels Schumpfschlauch abgedichtet werden, weil dieser Punkt wegen der Hochohmigkeit sehr empfindlich ist (**Bild 5**). Aber dies betrifft ja auch die reine Koaxvariante. Für die UKW-Ausführung (**Bild 6**) haben sich T-Stück und Stecker in BNC-Ausführung bewährt. Für KW eignet sich hingegen sehr gut die PL-Norm mit Mini-PL-Steckern für RG-58 oder Aircell 5.

Praktische Tipps

Der obere Aufhängungspunkt des Strahlers kann z.B. mit den Mini-Isolatoren

von DX-Wire und Seilklemmen [10] ausgeführt werden, sodass ein Längenabgleich des Strahlers leicht erfolgen kann. Wie bei allen Drahtantennen fängt man mit einer etwas größeren Strahlerlänge L_0 an und ermittelt dann über eine SWR-Messung die optimale Länge. Sofern das umgeklappte Drahtstück parallel zum Strahler verläuft, beeinflusst es die elektrisch wirksame Strahlerlänge nicht messbar.

Eine kleine Modifikation führt übrigens zum normalen mittengespeisten Dipol: Man entferne z.B. bei der 20-m-Version den Stub, führt die Abschirmung des Koaxkabels L_1 am offenen Ende heraus und schließe dort einen zweiten Strahler mit der Länge L_0 an (**Bild 7**). So entsteht im Handumdrehen ein Dipol für 40 m.

Erfahrungen ...

Je höher die Antenne bei vertikaler Anbringung ist, umso flacher strahlt sie. Man kann sie irgendwo aufhängen oder mithilfe einer Angelrute oder eines GFK-Mastes frei aufstellen. Immer sollte der strahlende Teil L_0 möglichst hoch und frei über dem Erdboden sein. Es ist kein Problem, wenn sich ein paar Meter des Koaxkabels auf dem Boden kringeln, denn es ist ja außen elektrisch kalt.

Da wir hier im Prinzip eine Dipolantenne vorliegen haben, gibt es keine Mantelwellenprobleme wie möglicherweise bei unsymmetrischen Antennen.

Die Antennen wurden bei DXpeditionen nach Teneriffa und Madeira von DB7KC und DJ8EI sowie im Urlaub von PA/DG8KAJ getestet. Auf 20 und 40 m ergab sich eine relativ große Unabhängigkeit des SWRs von der Umgebung. Auf 40 m wurde die Antenne meist als Sloper von einem Ast schräg nach unten gespannt und wies dann eine ausgeprägte horizontale Richtcharakteristik auf.

Auch bei weiteren Funkfreunden entstanden solche Antennen für die Bänder

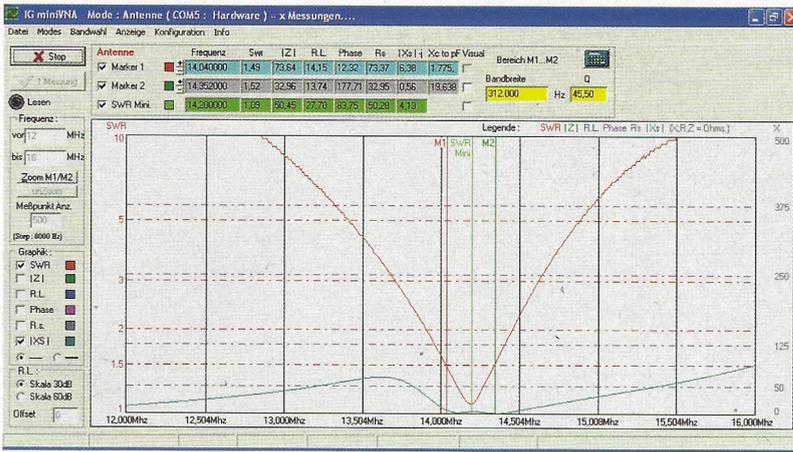


Bild 8:
SWR-Verlauf der
20-m-Antenne

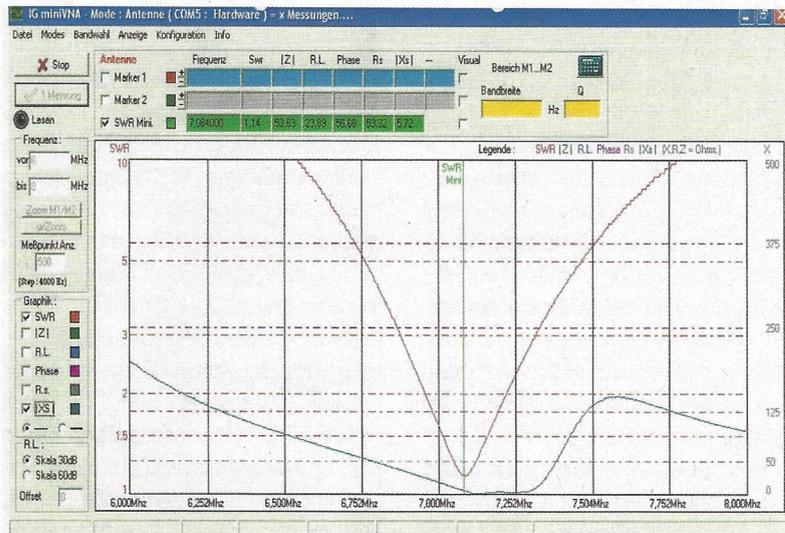


Bild 9:
SWR-Verlauf der
40-m-Antenne

von 70 cm bis 40 m. Stets wurde eine große Nachbausicherheit bewiesen, und alle Antennen funktionierten auf Anhieb einwandfrei.

... und Messergebnisse

Die Antenne bietet in der Regel ein SWR von 1,1 bis 1,2, man benötigt also nur ausnahmsweise einen Tuner, was beson-

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Rothammels Antennenbuch, DARC Verlag, 12. Auflage, S. 454ff
- [2] www.adl601.oevsv/Technik_x_Selbstbau/J-Antenne.html
- [3] HB9ACC, www.wreiner.at, Rund um die Antenne, Teil 7, S. 10-13
- [4] Daubermann, www.lambdahalbe.de
- [5] IN3TRX, s. <http://freeweb.dnet.it/arimeran>, J-Antennen für HF
- [6] Reichelt-Elektronik
- [7] Rothammels Antennenbuch, DARC Verlag, 12. Auflage, S. 85, Bild 4.10.1
- [8] <http://de.wikipedia.org/wiki/Koaxialkabel>, Verkürzungsfaktor
- [9] www.darc.de/G09, Technik
- [10] www.dx-wire.de

ders im Portabelbetrieb von Vorteil ist. Ggf. kann eine Feinabstimmung durch „Einklappen“ (nicht Abschneiden) von ein paar Zentimetern Strahler oder bei der Version mit T-Glied eine weitere, geringfügig längen-veränderte Stubleitung erfolgen. Die SWR-2-Bandbreite ist ca. 500 kHz auf 20 m (**Bild 8**) und ca. 300 kHz auf 40 m (**Bild 9**). Diese Antennen sind außerordentlich „ruhig“, da die Selektion weitab von der Betriebsfrequenz relativ hoch ist.

Schlussbemerkung

Wir haben rechnerisch und experimentell praxisgerechte Abmessungen für eine oft nur im Prinzip vorgestellte Antennenform ermittelt. Es hat sich bestätigt, dass man solche Antennen leicht erfolgreich realisieren und nutzen kann. Die diversen Vorteile überzeugen.



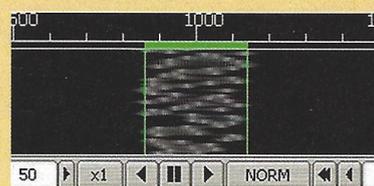
Was ist eigentlich ... THOR?

THOR beschreibt eine Familie von inkrementellen Multi-Frequenzshift-Moden mit niedriger Baudrate; sie ist mit DominoEX eng verwandt. Ein einzelner Träger konstanter Amplitude wird zwischen 18 Tonfrequenzen bei konstanter Phasenlage umgeschaltet. Dadurch werden keine unerwünschten Seitenbänder generiert, und es sind keine speziellen Senderlinearitäten notwendig. Die Töne ändern sich entsprechend einem Versatzalgorithmus, der sicherstellt, dass keine sequentiellen Töne gleich sind oder angrenzen. Das verbessert die

Widerstandsfähigkeit gegen Interferenzen bei multipath und bei Doppler. Der Mode hat fulltime Forward Error Correction und ist so äußerst robust. Der Default-Mode ist THOR11 und ist speziell für die Übertragung bei Nachtbedingungen auf 80 m entworfen worden. Andere Geschwindigkeiten sind optimal für die Bedingungen auf LF bzw. high-speed im HF-Bereich. Die Verwendung der inkrementellen Tastung verleiht dem Modus eine vollständige Unanfälligkeit bei Sender-Empfängerversatz (Frequenzdifferenz), gegen Drift und eine ausgezeichnete Unterdrückung der Dopplereffekt. THOR arbeitet asynchron. Es werden 256 ASCII-Zeichen verwendet (wie bei MFSK16), Kleinbuchstaben werden schneller gesendet. In den Zeichenpausen wird ein Idle gesendet. Zu beachten ist, dass THOR22

auf den breitbandigen Segmenten für Digitalmodes zu betreiben ist.

Max Perner, DM2AUO



THOR8

Tabelle

Mode	Baudrate	Typ. Geschw.	Bandbreite
THOR4	3,9 Bd	14 wpm	173 Hz
THOR5	5,4 Bd	22 wpm	244 Hz
THOR8	7,8 Bd	28 wpm	346 Hz
THOR11	10,8 Bd	40 wpm	262 Hz
THOR16	15,6 Bd	58 wpm	355 Hz
THOR22	21,5 Bd	78 wpm	524 Hz

Sub-Moden von THOR im Überblick