

Vertikale Winkeldipole für die Lowbands

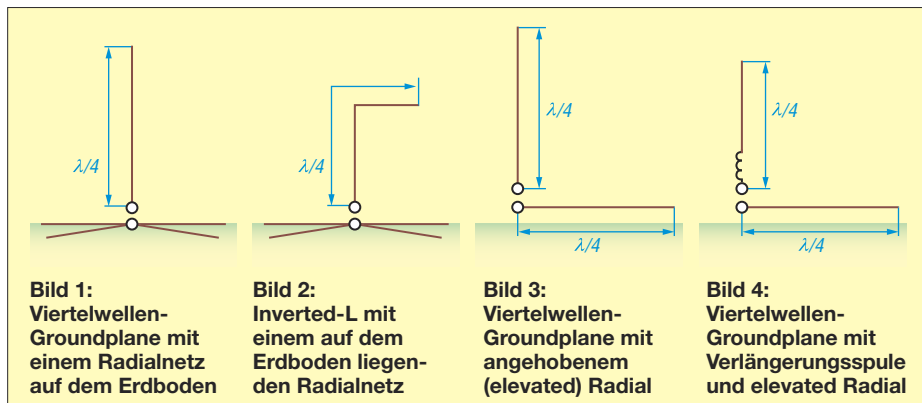
ROLF THIEME – DL7VEE

DX-taugliche Antennen für 80 m und 160 m zu errichten, stößt schon beim erforderlichen hohen Mast auf Schwierigkeiten. Im Beitrag wird gezeigt, wie sich GFK-Masten moderater Länge für den Aufbau verwenden lassen, um trotzdem eine flache Abstrahlung zu erhalten.

Viele Urlauber, die auch einmal aus der Ferne funken wollen, nutzen als Antenne lediglich ein Stück Draht, welches mittels Antennentuner angepasst wird. Das ist aus meiner Sicht eine dürftige Angelegenheit, wo man viel an Effizienz verschenkt. Wer an tollen DX-Verbindungen interessiert ist, sollte schon einiges mehr investieren, auch an Know-how. Deutlich besser funktionierenden resonante Antennen in sinnvollen Formen. Insofern stellen die bewährten Multiband-Vertikals R7, DX-88, HF9V u. a. viel bessere Lösungen als ein Draht mit Antennentuner dar.

Die beschriebene Antenne ist dafür ausgelegt, weit entfernte Stationen zu erreichen und somit das Sammeln von DXCC-Bandpunkten in allen Sendarten zu unterstützen.

Zu empfehlen ist aus Platz- und Abstrahlgründen eine $\lambda/4$ -Vertikal, die bis 80 m noch weitgehend in voller Länge realisierbar ist. Direkt am Antenneneingang sollte immer ein SWV von $s < 1,5$ für 50Ω erreicht werden. Ausgehend von einer Einbandantenne dürfte es hier, selbst für den ungeübten Antennenbauer, keine Schwierigkeiten geben, da diese Antenne an Einfachheit



Seit vielen Jahren interessiert mich das praktische Erproben von effektiven Drahtantennen für den DX-Verkehr auf KW. Ziel war und ist es, möglichst kompromisslose DX-taugliche und gleichzeitig einfach zu errichtende Einbandantennen für die Lowbands von 160 m bis 30 m für zuhause und für unsere Expeditionen zu haben. Auf einem kleinen Grundstück innerhalb einer Stadt ist das natürlich schwieriger zu realisieren als auf dem Land. Und es gelten natürlich trotz alledem die üblichen drei Antennenregeln: Möglichst frei, hoch und resonant! Nach vielen praktischen Tests, über die Jahre auch mit verkürzten Dipolen für 160 m, beschreibe ich hier eine isolierte Viertelwellenvertikal mit erhöht angebrachtem Radial, auch als vertikaler Winkeldipol bekannt. Die Eigenschaften entsprechen denen einer grundbezogenen Groundplane und keineswegs denen eines gestreckten horizontalen Dipols. Gerade das Topband ist eine echte Hürde, um eine gute DX-Antenne zu realisieren.

kaum zu unterbieten ist. Ist diese Antenne vorbereitet, kann man sie schnell als Portablevariante aufstellen. Ein isolierter 30- oder 40-m-Strahler aus Kupferlitze an einem 12-m-GFK-Mast und ein hochgespanntes Radial sind ein übersichtliches und Erfolg versprechendes Einsteigerprojekt. Abgestimmte Einbandantennen setzen darüber hinaus durch ihre Selektion das breitbandige Störspektrum am Empfänger herunter. Die Antenne ist sehr gut als DX-Sendantenne und durch die Verwendung von angehobenen isolierten Radials auch gut für den Empfang einsetzbar. Die Zeiten aufwendiger Vertikals mit 20 und mehr Radials auf der Erde sind zumindest für Portabeleinsätze überholt.

■ Zuerst etwas Theorie

Gegenüber der klassischen Groundplane-Antenne in Bild 1 besteht die hier beschriebene Vertikalantenne aus einem Viertelwellenvertikalstrahler und einem einzigen angehobenen Viertelwellenradial (engl. *elevated radial*).

Sie ist auch als Winkeldipol Bild 3 mit einem senkrechten und einem waagerechten Schenkel oder als *Up & Outer* bekannt.

Eine klassische Vertikal mit einem Radialnetz auf der Erde wie in Bild 1 und auch die Variante in Bild 2 als Inverted-L haben reell etwa 36Ω Impedanz. Durch die Erdverluste der Radials misst man in der Praxis oft ein vorgetäuscht gutes SWV um 50Ω . Die Form in Bild 3 bietet eine Impedanz von realen 50Ω . Durch das angehobene (elevated) Radial in einer Höhe von mindestens $0,5$ m über der Erde hat dieses schon eine hohe Güte und geht voll auf die Resonanz des Antennensystems ein. Praktisch empfiehlt sich im Garten eine Höhe von reichlich 2 m, um bequem unter dem Radial hindurchgehen zu können. Höher als 4 m bringt keine sichtbaren Vorteile mehr.

Die Abstrahlung erfolgt flach mit dem für die einzelnen Bänder typischen Winkel bei Vertikalantennen. Der beträgt für 160 m etwa 35° , für 80 m etwa 25° und für das 40 -m-Band etwa 18° . Die größte Abstrahlung erfolgt dort, wo der größte Strom fließt, direkt an der Einspeisung, Bild 5. Deshalb sollte dieser Punkt möglichst hoch und frei sein. 2 m über dem Erdboden sind besser als eine Einspeisung knapp über auf dem Erdboden. Eine Verlängerung des Strahlers mittels einer Fußpunktspule nach Variante Bild 4 ist erforderlich, wenn man die vertikale Höhe nicht aufbringen kann, also mindestens bei 160 m.

Die Varianten in den Bildern 1, 3 und 4 weisen keine Steilstrahlung auf, da sie keine horizontalen Strahleranteile haben, Bild 2 schon. Manche Literaturstellen empfehlen zwei oder mehr angehobene und abgestimmte Radiale, um ein ideales Richtdiagramm zu erhalten. Auf unseren DXpeditionen haben wir dazu neben dem höheren Aufwand an Material und Abgleich festgestellt, dass dann die Impedanzverhältnisse besonders unter höherer Leistung nicht mehr ganz so stabil sind. Eine Position unmittelbar neben einem Gebäude ist eine schlechte Wahl für eine Vertikalantenne. Für ein perfektes Abstrahlen in alle Richtungen sollten nach ON4UN rund 60 m um eine Vertikal keine hohen Hindernisse stehen. Falls doch, geht es in

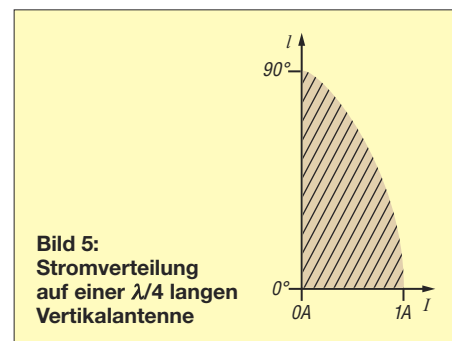


Bild 5: Stromverteilung auf einer $\lambda/4$ langen Vertikalantenne

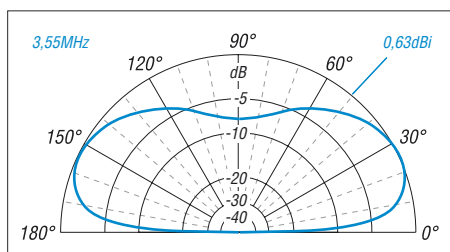


Bild 6: Im Freiraum simuliertes vertikales Strahlungsdiagramm (Elevation) des vertikalen Winkeldipols für 80 m

diese Richtungen schlechter. Gewinne oder Verluste bis 1 dB bei Antennen werden praktisch nicht bemerkt.

Am Ende des Strahlers (oben) und des Radials stehen hohe Spannungen. Deshalb besonders bei Arbeiten mit einer Endstufe das Ende des Radials nicht um Büsche oder Bäume wickeln und eine mögliche Gefährdung fremder Personen bedenken! Ans Ende gehört ein isolierendes Abspannseil.

Die Verwendung nur eines Radials erzeugt kein kreisrundes Abstrahlungsdiagramm. In der Praxis sind aber die sehr geringen Feldstärkeunterschiede in verschiedene Richtungen vernachlässigbar. Als Vorteil ist nur ein einziges abgestimmtes Radial erforderlich.

Empfangsmäßig nehmen isolierte KW-Antennen wesentlich weniger Störsignale als geerdete Antennen auf. Deshalb kann man mit einer isolierten Vertikal als Sendeantenne auch halbwegs vernünftig Hören, wie die Erfahrungen unserer DXpeditionen zeigen.

Simulation über EZNEC

Ausgehend von den Ergebnissen in EZNEC empfiehlt sich für eine bessere Anpassung beim Winkeldipol, den vertikalen Schenkel (Strahler) gegenüber $\lambda/4$ um etwa 10 % zu verlängern und entsprechend den horizontalen Schenkel (Radial) um 10 % zu kürzen. Das Diagramm in Bild 6 zeigt einen für DX-Verbindungen guten Abstrahlwinkel von 24°. In Richtung des Radials geht es einen Tick besser, was aber nicht überzubewerten ist. Die Steilstrahlung ist unterdrückt.

Die theoretische Berechnung mit einer Spule in Serie zur Einspeisung bei 160 m gelingt den erfahrenen Anwendern von EZNEC. Aber auch durch Probieren kommt man nach einigen Versuchen zu einem guten Ergebnis mit einem DX-tauglichen Abstrahlwinkel.

Praxis

Sehr gut für den Aufbau geeignet sind die robusten GFK-Masten von Spiderbeam [1], die es in Längen von 12 m, 18 m, 22 m und 26 m gibt. Das Aufrichten eines 12- oder 18-m-Mastes gelingt auch allein, aber für das Befestigen der Abspannungen sind Helfer sinnvoll. Für DX-Verbindungen auf 160 m sind 18 m Höhe das empfohlene

Minimum. Jeder weitere Meter an vertikaler Höhe hilft, die Effektivität zu steigern. Beim Herausziehen der Elemente oben mit dem dünnsten beginnen und die einzelnen Elemente durch die von Spiderbeam [1] angebotenen Edelstahl-Schlauchscheiden mäßig festziehen. Diese Schlauchscheiden mit Gummiauflage und Schrumpfschlauch haben sich bei uns bestens bewährt. Ein Fixieren der Mastelemente nur mit Klebeband ist dagegen nicht zu empfehlen.

Der Strahlerdraht sollte aus isolierter Kupferlitze bestehen und etwa alle 2 m mit Klebeband oder Kabelbindern am Mast befestigt werden, um ein Flattern im Wind zu verhindern. Das obere Ende des Strahlers legt man etwa 2 cm zurück. Dies vermeidet bei statischen aufgeladenen Wetterlagen Entladungen an spitzen Enden von großen Antennen – Stichwort: Elmsfeuer.

Beim Herablassen des Mastes unten beginnen, die Schellen lockern und den Mast einrutschen lassen. Bis zu 18 m oder auch 22 m Masthöhe ist bei einer vorübergehenden Portabelvariante in normalen, nicht sturmgefährdeten Gebieten eine minimale Abspannung in drei Richtungen von je 120° in einer Höhe von etwa 50 % bis 60 % der Masthöhe ausreichend. Oder etwas aufwendiger mit vier Abspannungen in 90°. Die darüberliegenden dünneren Segmente können sich bei Sturm kräftig verbiegen, was jedoch im Allgemeinen dem Mast keinen Schaden tut. Ich übernehme jedoch keine Gewähr und weise auf die Empfehlungen des Herstellers hin. Wichtig: Der Mastfuß muss fest und sicher eingespannt gegen Verrutschen stehen.

Als Abspannmaterialempfehle ich 2 mm dicke Dyneema-Seile z. B. von DX-Wire [2]. Dieses Seil hat 270 kg Bruchlast und dehnt sich maximal um 1,5 % aus (1,5 cm pro Meter). Auch andere Abspannleinen sind geeignet, wenn sie UV-fest sind und sich kaum ausdehnen. Es genügt, für eine schnelle Portabelabspannung des Seils oberhalb einer Schelle zweimal um den Mast zu legen und zu verknoten. Man sollte darauf achten, dass die Abspannungen

Richtwerte für die Drahtlängen von vertikalen Winkeldipolen			
f [MHz]	$l_{\text{Strahler}}^{1)}$ [m]	$l_{\text{Radial}}^{1)}$ [m]	$\Delta l^{2)}$ [cm]
1,84	43,0	39,0	205
3,55	22,4	20,0	55
5,35	14,7	13,6	26
7,05	11,2	10,3	15
10,15	7,8	7,2	8
14,25	5,7	5,1	3,6
18,10	4,4	4,0	2,4
21,25	3,8	3,4	1,6
24,90	3,2	2,9	1,2
28,50	2,8	2,5	0,9

1) isolierter Draht, Durchmesser 1... 2 mm
2) jeweils bei Strahler und Radial zur Verschiebung der Resonanzfrequenz um 100 kHz

nicht an den metallischen Schlauchscheiden scheuern.

Die isolierte Litze für den Strahler ist unkritisch, sollte aber schon einen Querschnitt von mindestens 0,5 mm² aufweisen und möglichst aus Kupfer bestehen. Beim langen 160-m-Radial in einer Richtung ist dagegen eine zugfeste Variante (Stahleinlage mit Kupfermantel) zu wählen, um dieses straff abspannen zu können.

Ich habe den isolierten abgestimmten Winkeldipol mit einem isolierten angehobenen Radial seit einigen Jahren zu meinem Favoriten erklärt. Das ergibt neben einem einfachen überschaubaren Aufbau klare Impedanzverhältnisse und erlaubt direkte Koaxialeinspeisung mit reell 50 Ω. Weitere Vorteile sind eine flache Abstrahlung, wie für DX-Verbindungen gewünscht, und die Absenkung des Signalpegels der steil einfallenden nahen Europastationen. Diese

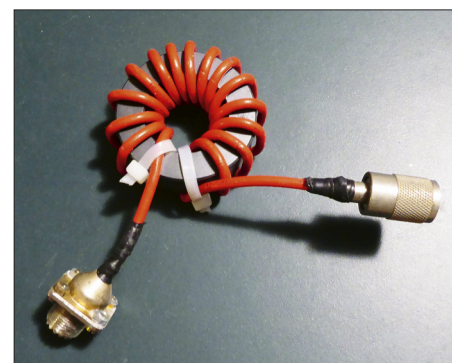


Bild 7: Mantelwellensperre mit FT240-43 und PTFE-Koaxialkabel; ein Wickelsinnwechsel nach der Hälfte der Windungen ist elektrisch nicht erforderlich.

Variante verringert auch alle über die Erde hereinkommenden Störungen, wie bei einer geerdeten Groundplane, deutlich. Dazu kann man noch Mantelwellensperren an der Antenne und am Senderausgang benutzen, um ganz sicherzugehen, Bild 7. Das schadet nicht und kann manchmal deutlich helfen.

Aufbau einer 80-m-Antenne

Der 18 m lange Mast ist gut brauchbar für eine 80-m-Antenne; der mit 22 m bei Einspeisung in 2 m Höhe ziemlich perfekt. Der vorrangig für den CW/Digimode-Bereich bemessene vertikale Strahler aus einfacher dickerer Kupferlitze mit etwa 21 m Länge muss in einigen groben Windungen auf den verfügbaren 16 m des 18-m-GFK-Mast aufgebracht werden. Dann lässt sich in 2 m Höhe die Einspeisung vornehmen, Bild 9. Das isolierte horizontale Radial bemisst man mit 19 m etwas kürzer. Durch weiteres Kürzen ist schnell und einfach die Resonanzfrequenz einstellbar, wobei direkt am Einspeisepunkt zu messen ist.

Auf der gewünschten Resonanzfrequenz sollte ein SWV von $s < 1,5$ erreichbar sein

und die Bandbreite für $s = 2$ zwischen 140 kHz und 200 kHz liegen. Ein SWV von $s < 2$ ist normalerweise auch für Transistorendstufen ohne Antennentuner ausreichend. Die Lage des Radials und die Umgebung bestimmen das auf der Resonanzfrequenz erreichbare SWV mit. Hier kann man etwas experimentieren und auch das Längenverhältnis Strahler zu Radial ändern. Ein längerer Strahler ergibt eine höhere Impedanz, ein kürzerer eine niedrigere.

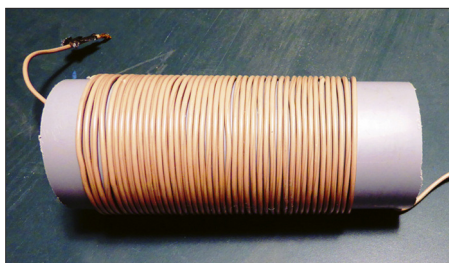


Bild 8: Verlängerungsspule für 160 m auf einem 80 mm dicken PVC-Rohr

Für einen schnellen Wechsel von 3,55 MHz auf 3,75 MHz kann man schnell das Radial durch Umschlagen des Drahts am Ende kürzer wirken lassen und so die Resonanzfrequenz erhöhen.

Nochmals: Der Mast muss sehr gut am Boden gegen Wegrutschen fixiert sein. Dazu, wie bereits erwähnt, eine Abspannung in drei Richtungen bei etwa 50 % bis 60 % (9,5 m) der Gesamthöhe verwenden. Die Abspannpunkte sollten stabil und wenigstens 7 m weit entfernt sein.

■ Aufbau einer 160-m-Antenne

Für das 160-m-Topband wäre der vertikale Strahler auf reichlich 40 m zu verlängern, was üblicherweise nicht annähernd erreichbar ist. Der vertikale Strahler sollte deshalb so hoch wie möglich und praktisch realisierbar sein. Hier zählt jeder Meter, also besser einen 22 m oder 26 m hohen Mast nehmen und den Strahler unten mit einer eng gewickelten Spule elektrisch verlängern. Der Unterschied bei der DX-Jagd auf 160 m mit einem 18 m oder 26 m

hohen Strahler ist ganz deutlich zu merken. Das Radial ist mit etwa 38 m anzusetzen.

Bei einem 18 m hohen Mast und 16 m gerader Strahlerlänge sind als Richtwert für die direkt am Fußpunkt in Reihe zum Strahlerdraht eingefügte Spule etwa 40 Windungen, dicht mit möglichst dicker Kupferlitze (1,5 mm²) auf einem PVC-Rohr mit 80 mm Durchmesser aufzuwickeln, Bild 8. Zum schnellen Optimieren macht sich eine externe Spule deutlich einfacher als diese direkt auf den Mast zu wickeln. Eine Spule ist im Vergleich zu Sperrkreisen oder Kondensatoren nahezu unzerstörbar.

Nach dem Erreichen der gewünschte Resonanzfrequenz ist mit Kürzen oder Verlängern des Radials ein Feinabgleich möglich. Das SWV auf der Resonanzfrequenz sollte $s < 1,5$ und die Bandbreite für $s = 2$ bei über 70 kHz liegen. Innerhalb des Arbeitsbereiches ist die Antenne problemlos mit HF-Leistung belastbar. Da das elevated (angehobene) Radial auch „um die Ecke“ oder im Zickzack verlegt werden kann, lässt sich in der Regel immer die volle Länge von $\lambda/4$ bzw. die knapp 38 m des Radials auf der zur Verfügung stehenden Fläche unterbringen.

Ein zu kurzer Vertikalstrahler ist bekanntermaßen auch oben durch eine seitliche Drahtverlängerung technisch sauber anpassbar, also eine Inverted-L-Antenne nach Bild 2. Die Gesamtlänge des Strahlers liegt dann ebenfalls bei reichlich 40 m. Allerdings ist der seitliche mechanische Zug an der Antennenspitze eines GFK-Mastes nicht zu unterschätzen. Diese Inverted-L-Antenne bringt auch wieder Steilstrahlung mit sich und damit laute Europasignale. Unter Umständen kann dies bei Contesten erwünscht sein.

Ich bin von der Inverted-L-Variante abgekommen, da ich überwiegend an DX-Verbindungen (> 3000 km) und damit an wenig Steilstrahlung interessiert bin. Durch die Vermeidung von Steilstrahlung dämpft die Vertikalantenne die steiler einfallenden

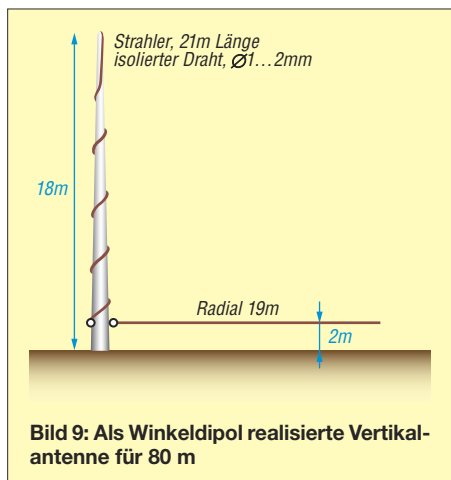


Bild 9: Als Winkeldipol realisierte Vertikalantenne für 80 m

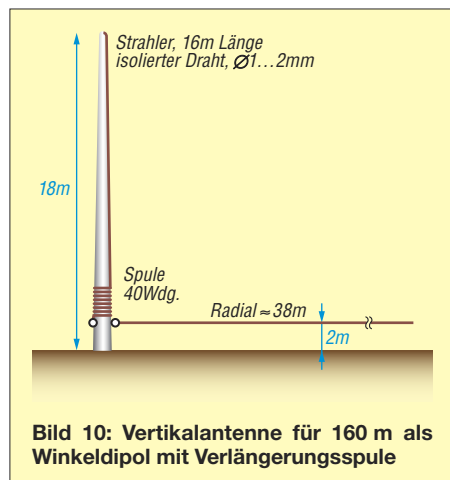


Bild 10: Vertikalantenne für 160 m als Winkeldipol mit Verlängerungsspule

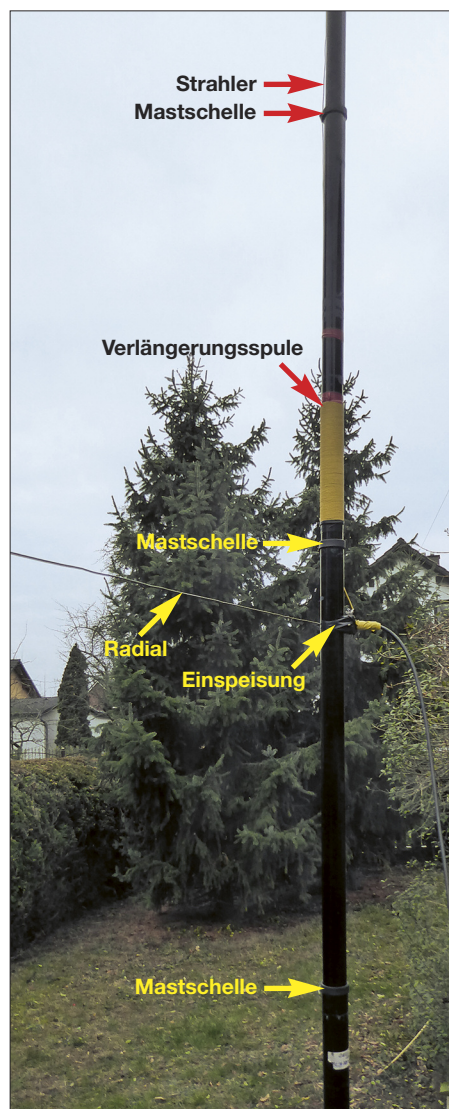


Bild 11: Unterer Teil der als Winkeldipol auf einem 12-m-GFK-Mast aufgebauten Vertikalantenne für 160 m
Fotos: DL7VEE

den lauten Europäer um eine bis drei S-Stufen, während DX-Stationen gleichmäßig gut empfangbar sind. Damit kann mit dieser abgestimmten Sendeantenne halbwegs brauchbar in alle Richtungen gehört werden.

Deshalb bevorzuge ich für 160 m das Einfügen einer dicken Spule direkt unten an der Einspeisung in Reihe zum Strahler nach der Variante in Bild 4, mit der die Resonanzfrequenz durch Zu- oder Abwickeln eingestellt werden kann. Damit bleibt die Antenne rein vertikal mit flacher Abstrahlung.

■ Weitere Hinweise

Ziel dieses Beitrags ist es, den Funkamateuren eine leistungsfähige und nachbausichere Einbandantenne speziell für den DX-Verkehr auf den Lowbands sowie meine Erfahrungen dazu nahezubringen und zum Experimentieren anzuregen. Als Vergleichsantenne auf 80 m diente meine dauerhaft aufgebaute 80-m-Drahtpyramide [3],

oben in 17 m Höhe am Gittermast befestigt und eingespeist. Diese Antenne ist sehr stabil bei jeder Wetterlage und arbeitet für alle Entfernungen und Richtungen deutlich besser als ein Dipol.

Wie erwartet, ist die beschriebene isolierte Vertikal jedoch bei Entfernungen von größer 6000 km etwa eine S-Stufe besser. Eine Verstimmung der Resonanzfrequenz bei starkem Regen oder Eisbehang um einige Kilohertz nach unten ist möglich.

Man kann erst die beschriebene 80-m-Antenne mit dem gewendelten 21 m langen Strahler aufbauen und abgleichen. Dann fügt man möglichst entgegengesetzt dem 80-m-Radial ein weiteres Radial für 160 m dazu, was die Resonanz auf 80 m nicht beeinträchtigt. Nun wird für 160 m die beschriebene Spule eingefügt und abgeglichen. Für 80-m-Betrieb muss nur die Spule überbrückt werden.

Da man auf 160 m die volle Länge vertikal praktisch nie aufbringen kann, bildete eine Draht-Vertikal für 160 m nach diesem Prinzip auf einem nur 12 m langen GFK-Mast ein weiteres Versuchsobjekt, siehe Bild 11. Das angehobene Radial als ein Schenkel der Antenne bekommt man mit voller Länge gespannt.

Jedoch der Strahler muss mittels Spule stark verlängert werden. DF7SX bietet auf [4] praktische Online-Rechner an, die sich sehr gut als grobe Näherung eignen. Zum Beispiel gibt es Rechner für einen verkürzten Dipol, eine verkürzte Vertikalantenne und einlagige Spulen. Wie gesagt, bei Einspeisung in etwa 2 m Höhe und einer Spule von etwa $110 \mu\text{H}$ auf rund 30 cm Länge auf den durchschnittlich 45 mm dicken Mast gewickelt, ergab die gewünschte Resonanz auf 1840 kHz.

Technisch erfüllte dieser kurze Winkeldipol meine Erwartungen. Ein Frequenzbereich von 35 kHz mit einem SWV $s < 2$ ist in Ordnung. Es lassen sich zwar auch Stationen außerhalb Europas damit erreichen, doch bezüglich Effektivität im Weitver-

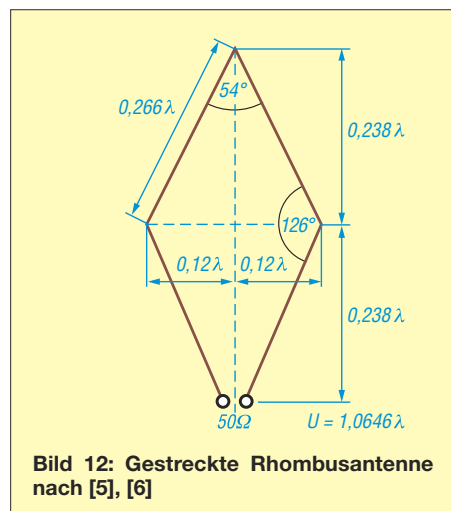


Bild 12: Gestreckte Rhombusantenne nach [5], [6]

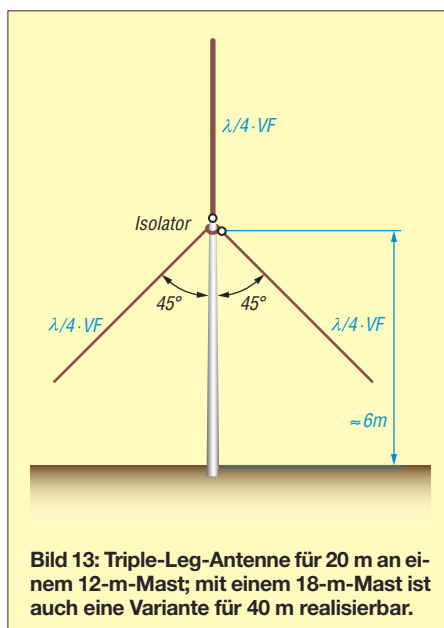


Bild 13: Triple-Leg-Antenne für 20 m an einem 12-m-Mast; mit einem 18-m-Mast ist auch eine Variante für 40 m realisierbar.

kehr gegenüber anderen Stationen erreichte diese Antenne meine Vorstellungen zumindest aus meiner nicht exponierten Lage nicht. Sie ist mit knapp 10 m vertikaler Drahtlänge des Strahlers und zwischen mehreren bis 10 m hohen Einfamilienhäusern errichtet einfach zu kurz für die erfolgreiche DX-Jagd auf dem 160-m-Band. Eine Antenne nach Bild 10 an gleicher Stelle mit einem 22-m-Mast errichtet, offerierte da erhebliche bessere Möglichkeiten! Bild 11 zeigt die Realisierung eines 160-m-Winkeldipols mit großer Spule auf einem 12-m-Mast.

■ Weitere geeignete Antennen

Zum Abschluss seien noch einige Empfehlungen zu Portabelantennen aufgeführt. Als Expeditionsteam bevorzugen wir auf den mittleren und höheren Bändern Triple-Leg-Antennen statt einfache Vertikalantennen oder Winkeldipole. Diese Antennen sind normalerweise mit drei um etwa 45° nach unten und um 120° versetzt geneigten gleich langen Radials aufgebaut.

Triple-Legs sind ebenfalls erdfreie Antennen, die sich problemlos abgleichen lassen und bei uns seit vielen Jahren als Drahtvariante an einem GFK-Mast perfekt mit nur zwei gleich langen entgegengesetzten und nach unten abgewinkelten Radials arbeiten. Dieses Ergebnis bestätigte auch DK7ZB bei seinen Untersuchungen [7].

Praktisch sind Triple-Leg-Antennen aufgrund der großen vertikalen Ausdehnung ähnlich Vertikaldipolen in voller Länge nur ab 40 m aufwärts realisierbar. Bei freier Abstrahlung bringen sie recht gute Ergebnisse. Eine steckbare, sehr interessante Mehrbandvariante beschrieb DJ7ZG in [8].

Vergessen sollte man auch hier nicht, dass als Drei- oder Viereck gespannte Schleifen

für die Bänder in verschiedenen Formen ebenfalls sehr empfehlenswerte DX-Antennen darstellen. Unter Verwendung des Quadspreizers von Spiderbeam [1] lassen sich auf der Spitze stehende Quadschleifen für die oberen und mittleren KW-Bänder realisieren, ebenso wie langgezogene Rhombusantennen als auf der Spitze stehende Vierecke, Bild 12, Letztere lässt sich direkt mit 50-Ω-Koaxialkabel speisen [5], [6].

Letztlich noch ein wichtiger Hinweis: Die Länge des verwendeten Koaxialkabels zwischen Antenne und Sender sollte unter Berücksichtigung des Verkürzungsfaktors zur Vermeidung von störenden Impedanztransformationen keine ungeraden Vielfachen von $\lambda/4$ bezüglich der Betriebsfrequenz treffen.

rolf@dl7vee.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Spiderbeam: www.spiderbeam.com
- [2] DX-Wire: www.dx-wire.de
- [3] Thieme, R., DL7VEE: Selbstbautipps zur Drahtpyramide. FUNKAMATEUR 53 (2004) H. 7, S. 708–709
- [4] Wagner, B., DF7SX: Rechner: verkürzte Vertikal Antenne. www.df7sx.de/rechner-verkuerzte-vertikal-antenne/
- [5] Steyer, M., DK7ZB: The 50-Ohm-Oblong and Rhombic Loops for the Shortwave Bands. www.qsl.net/dk7zb/DK7ZB-Quad/Oblong.htm
- [6] Steyer, M., DK7ZB: Von der Quad-Antenne zu 50-Ω-Rhombus- und Oblong-Schleifen. FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 2, S. 182–185
- [7] Steyer, M., DK7ZB: Ideal für den DX-Betrieb: Triple-Leg als Multibandversion. FUNKAMATEUR 60 (2011) H. 7, S. 730–732
- [8] Linge, L., DJ7ZG: 10-m- bis 40-m-Triple-Leg-Antenne nach DJ7ZG. CQ DL 73 (2002) H. 12, S. 886–887
- [9] Thieme, R., DL7VEE: Lowband-DX mit einem 22-m-Mast. FUNKAMATEUR 65 (2016) H. 2, S. 145

Nachlese

■ VHF/UHF-Transceiver IC-9700: SDR für fast alles

FA 7/2019, S. 620–623

Der Offset im Split-Betrieb, S. 623, rechte Spalte oben, ist bis zu $\pm 9,9999$ MHz einstellbar.

■ Konverter für den Empfang von Lang- und Längstwellen

FA 9/2019, S. 834–837

C1 ($1 \mu\text{F}$) am Antenneneingang muss richtigerweise C2 heißen.

■ Elektronikmuseum Tett nang

FA 9/19, S. 828–829

In der Unterschrift zu Bild 5 sind fälschlicherweise nur 1000 Kerne je Ebene angegeben. Es sind jedoch $4 \cdot 50 \cdot 50 = 10\,000$, so wie auch im Text angegeben.

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