

# Vertikalantenne für 15-12-10 m

Dipl.-Ing. Martin Erger, DK4FD

## Zusammenfassung

Um auf möglichst vielen Kurzwellenbändern Funkbetrieb machen zu können, benutzen Amateure oft Mehrbandantennen. In der Praxis stellt sich dann häufig heraus, dass diese, vor allem auf den oberen für DX-Verbindungen besonders geeigneten Frequenzen, nur bescheidene Ergebnisse bringen. Hier wird eine Antenne vorgestellt, die diesen Mangel beheben kann und sich leicht zusätzlich installieren lässt.

## Motivation und Zielsetzung

In FA 12/2021 und 1/2022 habe ich meine endgespeiste Mehrbandantenne vorgestellt. Diese war von vornherein schwerpunktmäßig für die Bänder 40, 30, 20, und 17 m konzipiert und ich bin nach wie vor sehr zufrieden damit. Für eine solch einfache Konstruktion können sich meine Erfolge damit sehen lassen.

Ohne wirkliche Resonanzen ließ sie sich eher ungeplant auch auf 15, 12 und 10 m mit einem SWR von bis zu 3,6 betreiben. Überraschenderweise gelangen damit sogar DX-Verbindungen. Inzwischen hatte ich Gelegenheit sie auch auf diesen Frequenzen ausführlich zu testen und musste leider feststellen, dass sie meine Erwartungen an eine gute Antenne dort nicht erfüllt. Daraus entstand der Wunsch eine zusätzliche, speziell für diese Bänder konzipierte DX taugliche Vertikalantenne zu bauen.



*Bild 1 Schlauchschele zur Sicherung eines Mastsegmentes wie im Text beschrieben.*

## Ausgangssituation und Konzeptüberlegungen

Um die Voraussetzungen dafür herzustellen, schaffte ich zunächst einen stabilen GFK-Teleskopmast an und befestigte das untere Segment mit zwei Rohrschellenpaaren am Balkongeländer. Das hält zuverlässig und lässt sich, wenn notwendig rückstandslos wieder zurück bauen. Die einzelnen Segmente sichere ich

mit Schlauchschellen, die zunächst mit Gummiprofil, das es im Baumarkt als Fensterdichtung gibt, gepolstert und dann mit Schrumpfschlauch überzogen werden. Da ich den Mast bei stärkerem Wind jederzeit innerhalb weniger

Minuten auf etwa 1,5 m Länge zusammenschieben kann, steht er ansonsten ständig ausgezogen auf etwa 8 m Gesamtlänge völlig frei. Das ist ausreichend für die 6,5 m Nutzlänge, die ein Halbwellendipol für das 15 m Band max. erwarten lässt. Von daher kann ich es mir leisten, die doch sehr dünnen oberen Elemente überhaupt nicht zu benutzen und auch auf eine Abspannung zu verzichten.

Weil ich auf dem Balkon weder HF-Erde noch Radials brauchen konnte, hängte ich nach den guten Erfahrungen auf den unteren Bändern auch hier zunächst einen für 15 m dimensionierten Halbwellendipol mit Endspeisung (EFHW) an den Mast. Der Erfolg ließ nicht lange auf sich warten. QSOs bis in den westlichen Pazifik oder weit nach Südamerika waren damit auch auf diesem Band kein ernsthaftes Problem mehr.

Die Schwierigkeiten kamen als ich darüber nachdachte, wie ich diesen Dipol auch für 12 und 10 m nutzbar machen könnte. Traps, mit denen ich bei der anderen Antenne gute Erfahrungen gemacht hatte, schieden aus. Dafür lagen die Nutzfrequenzen zu dicht beieinander und auf das 12 m Band wollte ich keinesfalls verzichten.

Bei meinen Recherchen stieß ich auf eine [Veröffentlichung von Klaus Warsaw DG0KW](#) in der er eine Multibandantenne, die zum Teil mit strahlungsgekoppelten Dipolen, d.h. ohne jede galvanische Verbindung, arbeitet, vorstellt. Besonders seine Variante „DO4a“ fand mein Interesse. Dabei handelt es sich um einen 15 m Dipol, der mit Tiefpassspulen auf 80m und zusätzlich mit zwei parallelen, diesmal strahlungsgekoppelten Dipolen auf 12 und 10 m erweitert wird. Man könnte doch einfach den 80 m-Teil weglassen und den mittengespeisten Dipol durch eine EFHW, mit dem wegen der vorgesehenen Montage am Mast vorteilhaften Anschluss der Speiseleitung von unten, ersetzen, so war meine Idee. In der Diskussion machte mir Klaus allerdings sehr schnell klar, dass es so einfach doch nicht ist. Eine Strahlungskopplung setzt voraus, dass die Speisung des erregenden Dipols zwingend an einer Stelle erfolgen muss an der ein nennenswerter Strom fließt. Das ist bei einer EFHW eben nicht der Fall.

Während ich immer wieder darüber nachdachte wie ich bei meinen baulichen Gegebenheiten eine Mittenspeisung an einem Vertikaldipol realisieren könnte, fand ich dann zufällig einen [Bericht zur T<sup>2</sup>LT-Antenne](#) und hatte meinen „Heureka“-Moment. Diese Antennenform, die auf ein Patent aus den 30er

Jahren zurückgeht, mit der Strahlungskopplung zu kombinieren, erschien mir als ultimative Lösung für mein Problem.

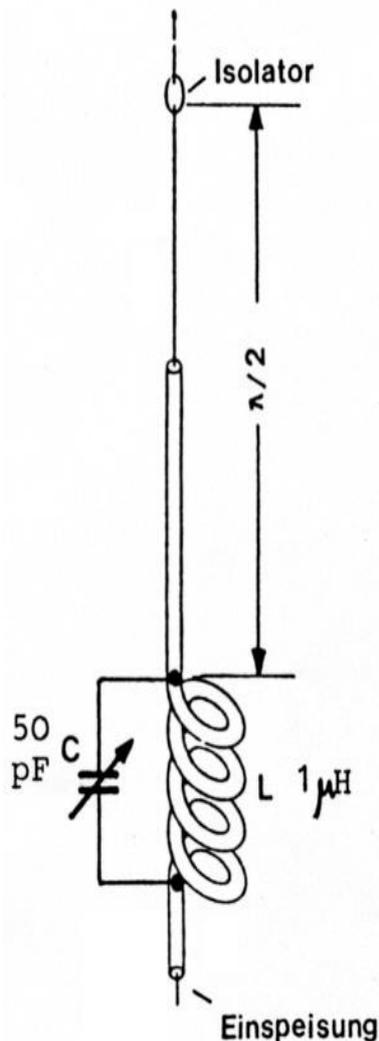


Bild 2 Aufbau der T<sup>2</sup>LT-Antenne

T<sup>2</sup>LT steht für Tuned Transmission Line Trap, also einen abgestimmten Sperrkreis (engl. trap) in der Speiseleitung. Die Funktionsweise ist schnell erklärt. Die Gesamtlänge beträgt wie immer bei einem Dipol  $\lambda/2$ . Die obere Hälfte ( $\lambda/4$ ) ist ein gewöhnlicher Kupferdraht. Daran wird der Innenleiter des Koaxialkabels angeschlossen. Dessen Außenleiter wird als die andere Antennenhälfte genutzt. Damit das funktioniert, muss man nach  $\lambda/4$  eine Sperre einfügen, die das Ende der Antenne markiert. Dazu wird das Kabel an dieser Stelle zu einer Spule aufgewickelt. Mit einem parallel geschalteten Kondensator bildet diese einen Schwingkreis, der auf die Betriebsfrequenz abgestimmt wird. Dessen hoher Widerstand auf der Resonanzfrequenz trennt die Antenne von der eigentlichen Speiseleitung. Innerhalb der Antenne ist das Koaxialkabel sowohl Speiseleitung als auch Teil der Antenne. Es handelt sich also um eine  $\lambda/2$ -langen Dipol mit Speisung im Strombauch in der Mitte, bei dem allerdings die Speiseleitung nach unten herausgeführt wird und damit genau das, was ich gesucht habe.

Als typische Einbandantenne hat die T<sup>2</sup>LT vor allem bei CB-Funkern eine gewisse Popularität. Es werden ihr, wie eigentlich jeder Vertikalantenne, gute DX-Eigenschaften nachgesagt. Alle Baubeschreibungen die ich fand, verzichteten allerdings auf eine Abstimmung des Sperrkreises und begnügten sich mit ein paar Windungen aufgewickelten Koaxkabels. Damit hat man wieder eine breitbandige Drossel, wie man sie sonst als Mantelwellensperre (MWS) nutzt. Ich habe solche Spulen genau nach Vorgabe (z.B. 5 Wdg. bei 10 cm Durchmesser) nachgebaut und vermessen. Die Sperrwirkung fiel mit knapp 20 dB erwartungsgemäß bescheiden aus. Das kann man mit vertretbarem Aufwand deutlich besser machen, wie ich weiter unten noch zeigen werde.

## Simulation

Um meine Idee weiter zu evaluieren, modellierte ich die geplante Antenne

zunächst erst einmal mit MMANA-GAL. Später beim Bau würde ich RG58 Koaxialkabel und ansonsten 0,75 mm<sup>2</sup> Litze mit 1 mm Durchmesser benutzen wollen und der Speisepunkt, also die Mitte zwischen den beiden Strahlerhälften, läge in 10 m Höhe über dem Boden. Von daher nahm ich für die Modellierung einen vertikalen für das 15 m Band dimensionierten Dipol an, dessen untere Hälfte, der äußere Leiter des Koaxialkabels, 4 und die obere 1 mm Durchmesser hat. Jeweils auf einer Seite ordnete ich einen Dipol für 12 und einen für 10 m aus CU-Draht ebenfalls mit 1 mm Durchmesser an.

Es zeigte sich sofort, dass die Antenne grundsätzlich funktionieren und die gewünschte flache Abstrahlung im Fernfeld haben würde. Auf dieser Basis konnte ich durch Variation von Längen, Abständen und Anordnungen ein Optimum suchen.

Nr.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWV 50	Gh dBd	Ga dBi	V/R dB	Elev.	Boden	Höhe	Polar.
3	28.1	54.5	4.979	1.14	---	1.08	-0.61	31.0	Real	10.0	vert.
2	24.9	57.74	0.6411	1.16	---	2.43	0.22	33.1	Real	10.0	vert.
1	21.1	77.95	-13.75	1.64	---	1.85	0.03	39.0	Real	10.0	vert.

Bild 3 Die bei der Simulation errechneten Daten lagen im erwarteten Bereich

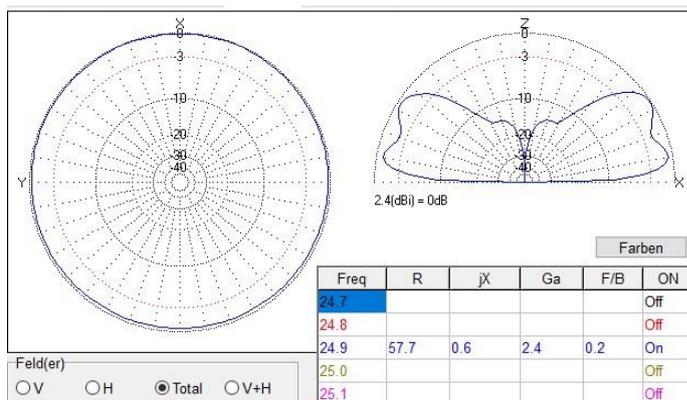


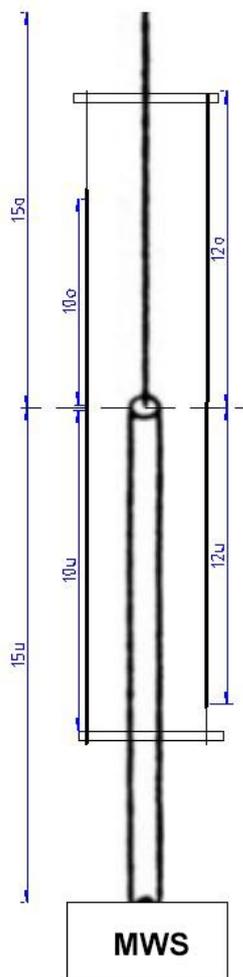
Bild 4 Auch die Rundstrahlung bei gleichzeitig flachen Abstrahlwinkel, hier bspw. das 12 m Band, entsprach meinen Erwartungen.

Im Ergebnis stellte sich heraus, dass die Abstandsangaben von DG0KW mit 50 mm (12 m) und 33 mm (10 m) bereits das Optimum waren. Auch die Drahtlängen entsprachen weitgehend seinen Angaben. Anders war das bei der gegenseitigen Positionierung, da sich die SWR-Werte noch verbesserten, wenn zumindest

der 12 m Dipol deutlich versetzt und nicht symmetrisch zum Speisepunkt angeordnet wurde.

Darüber hinaus lieferte die Simulation weitere wichtige Erkenntnisse. So muss der Aufbau von vornherein vollständig sein, da sich alle Elemente gegenseitig beeinflussen. Lässt man bspw. zunächst die zusätzlichen Strahler für 12 und 10 m weg, liegt die Resonanz der 15 m T<sup>2</sup>LT deutlich zu tief. Würde man jetzt notwendigerweise abschneiden, wäre sie bei einer späteren Erweiterung zu kurz und man hätte ein Problem. Auch die Art des verwendeten Drahtes, wie

auch die vorgesehene Aufbauhöhe, wirken sich, wenn auch nicht so gravierend, aus.



*Bild 5 Nicht maßstäblicher prinzipieller Aufbau*

Bild 5 zeigt den nicht maßstäblichen prinzipiellen Aufbau der Antenne. Der Übergang vom Koaxialkabel zum einfachen Draht beim mittleren 15 m Teil ist der eigentliche Speisepunkt und bildet den Bezug für alle Längenmaße. Links von der in der Mitte platzierten und für 15 m dimensionierten T<sup>2</sup>LT ist mit 33 mm Abstand der 10 m-Dipol angeordnet und rechts der 12 m-Dipol mit 50 mm Abstand. Die folgende Tabelle enthält die bei der Simulation ermittelten Längenmaße in m.

Frequenz	unten	oben	Gesamt
21,1 MHz	-3,40	3,56	6,96
24,9 MHz	-2,43	3,37	5,80
28,1 MHz	-2,62	2,65	5,26

Damit sind alle erforderlichen Informationen vorhanden und der konkrete Bau kann beginnen.

### Abstandshalter

Vor der eigentlichen Montage müssen die Abstandshalter vorbereitet werden, die später die Drähte in der korrekten Position halten. Um das Gewicht möglichst niedrig zu halten, hatte ich mir

überlegt sie aus 4 mm Plexiglas zu bauen. Das war keine so gute Wahl. Ich musste feststellen, dass ich das mit dem mir zur Verfügung stehenden Heimwerkerwerkzeug nicht wirklich gut bearbeiten konnte. Das spröde Material franste an den Sägekanten deutlich aus. Das ist einerseits ärgerlich andererseits aber lediglich ein optisches Problem und so ließ ich es dabei. Bei einer Serienproduktion würde man sich etwas anderes überlegen müssen.

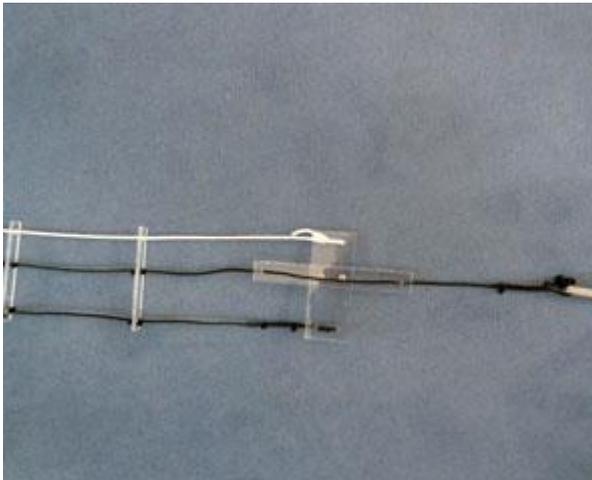
Ansonsten ist der Bau lediglich eine Fleißarbeit und weist keine besonderen Schwierigkeiten aus. Es werden zwei leicht unterschiedliche Halter für oben (Bild 6) und unten (Bild 7) benötigt und 19 Stück für dazwischen (Bild 8).

Interessierte Nachbauer können sich an die Bilder und die Zeichnung (Maßstab 1:1) im Anhang halten, die auch als Bohrschablone benutzt werden kann. Der

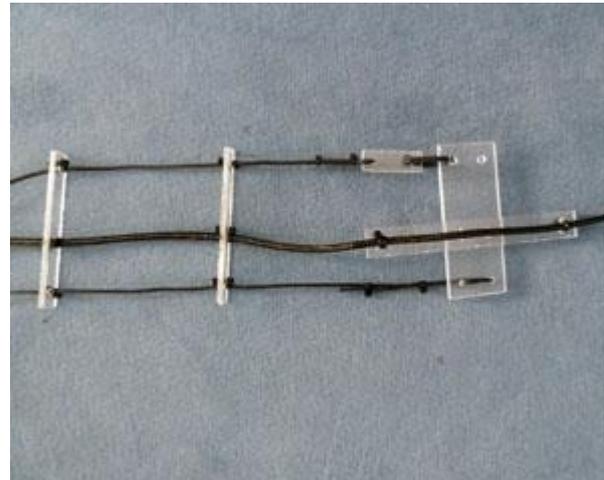
Durchmesser der nicht bemaßten Bohrungen ist individuell verschieden und muss an den benutzten Draht bzw. die Schrauben angepasst werden.

### Drähte

Für den unteren Teil, der in der Mitte angeordnet und für das 15 m-Band dimensionierten T<sup>2</sup>LT, habe ich RG 58 Koaxialkabel und für alle anderen Drähte 0,75 mm<sup>2</sup> isolierte CU-Litze benutzt. Ungeachtet, dass aufgrund von individuellen Umgebungseinflüssen auf jeden Fall noch Kürzungen notwendig sein werden, kann man erst einmal von den bei der Modellierung errechnen Längen ausgehen. Der obere Teil der T<sup>2</sup>LT wird an den Innenleiter des Koaxialkabels angelötet und mit Schrumpfschlauch gut geschützt, damit kann später keine Feuchtigkeit eindringen. Diese Stelle bildet auch den Bezugspunkt für alle angegebenen Längenmaße. Sie wird auch bei den vorbereiteten Drähten für die Zusatzdipole mit einem Kabelbinder markiert.



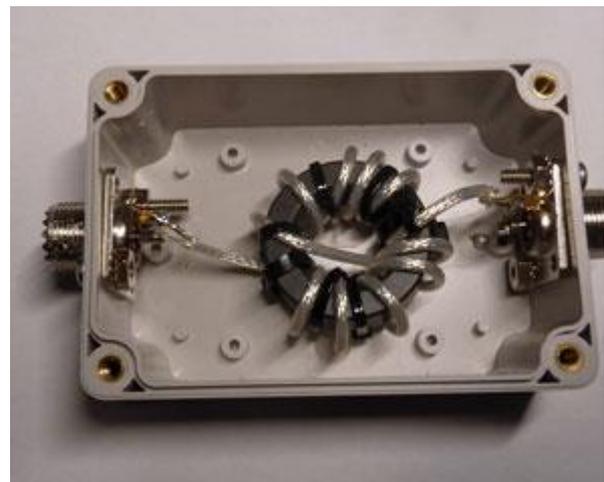
*Bild 6 Oberer Abstandshalter*



*Bild 7 Unterer Abstandshalter*



*Bild 8 Abstandshalter im Detail*



*Bild 9 Mantelwellensperre mit FT 140-43*

## Montage

An dieser markierten Stelle beginnt man auch mit dem ersten Abstandshalter, der mit Kabelbindern auf den Drähten gegen Verrutschen fixiert wird. Danach kann man weiterarbeiten indem man in ca. 30 cm Abstand jeweils den nächsten Abstandshalter anordnet und wieder mit Kabelbindern in alle Richtungen gegen Verschieben sichert. Die Bilder 6 bis 9 zeigen die Details. Nach meiner Erfahrung tut man sich leichter, wenn man zumindest den Teil, an dem man gerade arbeitet, einigermaßen stramm spannen kann.

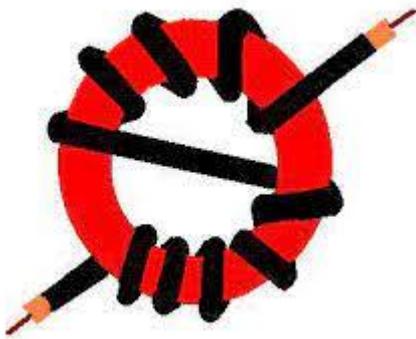


Bild 10 Wickelschema nach W1JR

## Mantelwellensperre

Wie ich weiter oben schon andeutete, stellen mich die Werte, die eine einfach aus ein paar Windungen Leitung bestehende Mantelwellensperre erreicht, nicht zufrieden. Ich habe stattdessen eine eingesetzt, die sich bei mir in anderen Projekten schon bewährt hat und bei Sendeleistungen bis etwa 100 W völlig

ausreichend ist. Sie dämpft etwa 30 dB und besteht aus 9 Windungen RG 174 oder RG 316, die nach dem bekannten W1JR Schema auf einem FT140-43 Ringkern aufgebracht werden. Mehr Windungen bringen, im für dieses Standardmaterial schon relativ hohem Frequenzbereich, nicht mehr viel oder wären sogar kontraproduktiv, weil, die dann enger zusammen liegenden Windungen zu stark aufeinander koppeln würden. Wenn man nicht einen größeren Ringkern wie den FT240-43 nutzen möchte, würde ich aus dem gleichen Grund auch von Koaxialkabel mit größerem Durchmesser abraten. Auch die sonst von mir gern geübte besonders kostengünstige Praxis, gleich die sowieso vorhandene Speiseleitung fliegend auf den Kern zu wickeln, halte ich in diesem Fall für keine gute Idee.

## Inbetriebnahme

Da jeder Baum und auch jede Hauswand Einfluss haben, muss für eine optimale Leistung jede Antenne - auch eine als Fertigantenne gekaufte - am endgültigen Aufbauort abgeglichen werden. Dazu schließt man bei dieser Antenne unterhalb der Mantelwellensperre statt der Speiseleitung vorzugsweise einen Antennenanalysator an und ermittelt über das SWR die Resonanzfrequenzen. Wer keinen hat, kann auch ein normales Stehwellenmessgerät und den Stationssender nehmen. Da man damit in der Regel aber außerhalb der Amateurbänder nicht senden kann, tappt man mit dieser Methode oft im

Dunkeln. Mit einer Messhilfe wie dem nanoVNA, den man schon für kleines Geld bekommt, ist es auf jeden Fall deutlich einfacher.

Bei mir funktionierte es auf Anhieb. Der Analysator zeigte drei Resonanzen, erwartungsgemäß bei zu tiefen Frequenzen. Bei einem einfachen Dipol würde ich jetzt zum Taschenrechner greifen und hätte die vorzunehmende Verkürzung schnell ermittelt. In diesem Fall, wo sich alles gegenseitig beeinflusst, ist das nicht so einfach. Deshalb tastete ich mich durch vorsichtiges Abschneiden an die gewünschten Frequenzen heran.

Frequenz	unten	oben	Gesamt	SWR
21,1 MHz	-3,40	3,26	6,66	1,4
24,9 MHz	-2,26	3,05	5,31	1,3
28,1 MHz	-2,35	2,45	4,80	1,1

Im Ergebnis, d.h. abgeglichen sah es bei mir wie in der nebenstehenden Tabelle (Längen in m) aus.

Beim Nachbauen einfach diese Werte zu nehmen ist trotzdem nicht ratsam. In einer anderen Umgebung kann es durchaus nicht unerhebliche Abweichungen geben.



Bild 11 SWR im Bereich 20 – 30 MHz mit Markern bei 21,1, 24,9 und 28,1 Mhz

Das SWR ist über einen etwa 500 kHz breiten Bereich bei allen Bändern durchweg besser als 1,5. Lediglich wegen meiner Präferenz für Digimodes habe ich alles für diese Frequenzen und nicht auf Bandmitte optimiert.

Die Differenzen des SWRs zu den in der Simulation berechneten Werten, lassen sich mit der Antennenumgebung und vor allem durch die unterschiedlichen Orte für die Signaleinspeisung erklären. Im Gegensatz zur Simulation, bei der ich der Einfachheit halber die Strahlermitte gewählt hatte, wird ja in der Praxis in die Mantelwellensperre eingespeist und auch dort das SWR gemessen. Die MWS und auch die 3,40m Koaxleitung innerhalb der Antenne, wirken sich natürlich aus. Ich will auch nicht ausschließen, dass sich durch noch sorgfältigeren Abgleich weitere Verbesserungen der SWR-Werte erreichen lassen. So hätte ich bspw. noch mit der Position der strahlungsgekoppelten Dipole experimentieren können. Wegen des hohen Aufwandes bei gleichzeitig geringem Verbesserungspotential, habe ich darauf bewusst verzichtet.

Abschließend noch ein Hinweis zur Arbeitserleichterung. Um den Mast nicht immer wieder zusammenschieben zu müssen, ziehe ich während des Abgleichs das ganze Gebilde der Einfachheit halber mit einer Leine nach oben. Nachdem alles richtig eingestellt ist, befestige ich die Antenne aber direkt und auch mit zusätzlichen Klettkabelbindern am Mast selbst. Das ist noch stabiler und sieht vor allem besser aus.

### **Erfahrungen in der Praxis**

Nachdem ich diese Antenne in den vergangenen Wochen ausgiebig erproben konnte, verfestigt sich der Eindruck, dass sie im 15 m Band der EFHW, die ich zunächst am gleichen Ort aufgehängt hatte, in nichts nachsteht. Darüber hinaus nutze ich auch jede Bandöffnung auf 12 und 10 m um Erfahrungen zu sammeln. Naturgemäß ist die Zahl der QSOs dort noch nicht ganz so groß, ich konnte mich aber mehrfach, trotz meiner vergleichsweise bescheidenen Sendeleistung von 25 W, im Pileup durchsetzen und wurde u.a. mit interessantem DX wie Swasiland, Mauritius, Rodriguez, Guam und den Falkland Inseln belohnt.

Fragen auch zu dieser Antenne beantworte ich natürlich gerne. In diesem Fall bitte ich um Kontaktaufnahme über das Formular auf meiner Webseite

[www.sy-merger.de](http://www.sy-merger.de)

## **Anlage**

Zeichnung der Abstandshalter M 1:1

## **Bildnachweise**

Bild 2 [Robs's Web](#), Bild 10 [DL4ZAO](#), alle anderen Bilder sind vom Autor.

# Vertikalantenne für das 10, 12 und 15 m Band

Abstandshalter aus 4 mm Plexiglas

oberer Halter A + C

unterer Halter A + D

dazwischen 19 \* Teil B

Die nicht bemasteten Bohrungen müssen an die verwendeten Drähte bzw. Schrauben angepasst werden.

