

Die SteppIR-Antenne

VEIT KLEINSTEUBER – DC9AT

Antennen, die sich, ohne einen Tuner zu verwenden, bereits vor dem ersten PTT selbsttätig auf die Sendefrequenz abgestimmt haben und gegebenenfalls dem Operator auch noch brav bei jedem Frequenzwechsel folgen, hören sich sehr fantastisch an. Dieser Beitrag stellt eine „intelligente“ Dreielement-Yagi für 20 m bis 6 m aus kommerzieller Produktion vor und gibt praktische Erfahrungen des Autors wieder.

Eine klassische Dreielement-Monoband-Yagi ist mit ihrer gewählten Konstruktion auf eine bestimmte Sendefrequenz bzw. ein Frequenzband festgelegt und repräsentiert damit im Allgemeinen einen günstigen Kompromiss aller elektrischen und mechanischen Kennwerte. Erzielbarer Gewinn,

Barkeit und den schnell möglichen Bandwechsel zum Teil wieder wettgemacht. Michael Mertel, K7IR, [3] fertigt nach demselben Prinzip ein Sortiment von Vertikal- und Horizontal-Antennen, bei denen die Variation der Elementlänge durch mikrocontrollergesteuerte Stellmotoren ge-



Bild 1: Die fertige Antenne vorm Aufstieg zum Mast

Vor-Rück-Verhältnis sowie ein möglichst geringes Stehwellenverhältnis (SWV) ordnen sich der erreichbaren Bandbreite unter. Begeben wir uns nun mit unserer Sendefrequenz außerhalb dieser Bandbreite, so gerät die Antenne außer Resonanz und die zuvor erzielten guten Kennwerte gehen verloren. Wir müssten unsere Antenne mechanisch so lange verändern, bis sie wieder resonant ist, und somit eine neue Antenne bauen.

■ Lösung durch variable Elemente

Für den Portabelbetrieb hat Martin Steyer, DK7ZB, in [1] und [2] eine Lösung dieses Problems gezeigt: Mithilfe einer Antennensimulationssoftware hat er für die Bänder 10 m bis 17 m [1] bzw. 6 bis 20 m [2] eine Dreielement-Yagi konstruiert, bei der der Abstand der Elemente untereinander konstant bleibt. Lediglich die Länge der Elemente wird variiert.

Der Abstand kann hinsichtlich Gewinn und Vor-Rück-Verhältnis selbstredend nur für ein Band optimal sein. Das Defizit auf den anderen Bändern wird aber durch die Mehrbandigkeit, die leichte Transportier-

barkeit und den schnell möglichen Bandwechsel zum Teil wieder wettgemacht. Am Beispiel seiner Dreielement-SteppIR-Antenne möchte ich dieses Prinzip vorstellen.

Auch hier wurde mithilfe einer Simulationssoftware und vorgegebenen Parametern eine feste Grundkonstruktion gefunden. Sie ist für eine Arbeitshöhe zwischen 13,3 m und 23,3 m berechnet, zeigt aber laut Hersteller in geringeren Höhen bis etwa 8 m kaum veränderte Werte. Die Vari-



Bild 2: Ansicht des Elementegehäuses mit Elementestützen hinten und Steuerkabel vorn. Der Schrittmotor befindet sich unter der Ausbuchtung in der Gehäusedecke. Die PL-Buchse verrät den spezielleren Verwendungszweck dieses Gehäuses.

Tabelle 1: Daten der Dreielement-SteppIR-Antenne

Frequenzbereich	13,8 bis 54 MHz
HF-Steuerleistung	≤ 2000 W PEP
Abstimmgeschwindigkeit	1,17 MHz/s
Antennenfläche	0,57 m ²
Windgeschwindigkeit	≤ 161 km/h
Länge der Elemente	10,97 m
Boomlänge	4,87 m
Drehradius	6,0 m
Boomdurchmesser	45 mm
Mastdurchmesser	53 mm
Masse	19 kg
Preis [4]	1895 €

ation der Elementlänge basiert hier auf einem aufwickelbaren Metallband.

In einem Gehäuse, Bild 2, befinden sich auf den zwei aus Bild 6 ersichtlichen Spindeln – für die linke und rechte Seite des jeweiligen Elements – je ein gelochtes Kupfer-Beryllium-Band mit den Abmessungen 13,8 mm × 0,2 mm und einer Länge von jeweils 6 m. Dieses Band wird von einem Ritzel, welches sich auf der Welle eines Schrittmotors befindet, auf- bzw. abgspult. Als mechanischer, nicht leitender Träger wird ein aus mehreren, sich von außen nach innen teleskopartig verjüngenden Rohren zusammengesetztes Glasfibrelement verwendet, in dessen Inneren das Berylliumband läuft.

Damit sich das Metallband beim Hineinfahren in das Elementrohr nicht an den inneren Übergangskanten der einzelnen Rohr-Segmente verwirft, bekommt es einen „Schutzhelm“ aufgesetzt, siehe Bild 3. Dadurch hat diese Antenne eine stets konstante äußere Mechanik, siehe Tabelle 1, aber eine sich nach dem Wunsch des Operators abhängige, veränderbare elektrische Länge pro Element von maximal 11 m bis herunter zu fast 0 m im *Elements Home*-Modus.

■ Vorteile des SteppIR-Prinzips

Mit dieser Lösung, einer softwareoptimierten Konstruktion mit in ihrer Länge variablen Elementen, ist es nunmehr möglich, diese Antenne in einem sehr weiten Frequenzbereich in Resonanz zu bringen. Durch die beliebige Wahl einer jeden Elementlänge kann, unabhängig von den be-



Bild 3: Hier sieht man im Boden vom Elemente-Aufnahme-Stützen der Elementegehäuse (Bild 2) – bei vollständig eingefahrenem Elementeband – den weißen Bandkopf, der das reibungslose Ausfahren des Kupfer-Beryllium-Bandes sichert.

Tabelle 2: Messergebnisse

Bänder [m]	G* [dBd]	VRV* [dB]	eigenes SWV vor nach Optimierung	
40 Option, Werte noch nicht bekannt				
30 Option, Werte noch nicht bekannt				
20	4,9	42	2,4	1,0
17	5,5	44	1,0	1,0
15	5,7	44	1,2	1,0
12	6,2	16,5	1,0	1,0
10	6,3	15	1,3	1,0
6	2,9	4	2,1	2,0
6†	6,0	20	-	-

* Gewinn und Vor-Rück-Verhältnis, bezogen auf Aufbauhöhe zwischen 13 und 23 m, nach [3]
 † Mit 6-m-Option als zusätzliches, passives viertes Element für 6 m

stehenden unterschiedlichen Abständen der Primärelemente Direktor und Reflektor zum Strahler, diese Vorgabe obendrein umgekehrt werden. Damit wird der primäre Direktor zum Reflektor und der primäre Reflektor zum Direktor – ein Drehen der Antenne um 180° dauert etwa 3 s.



Bild 5: Rückseite der Steuereinheit, links Stromversorgungs-ein- und -ausgang, in der Mitte Sub-D25-Buchse für das optionale Steuerkabel zu den drei Motoren

Ebenso ist eine bidirektionale Variante für beide Richtungen gleichzeitig möglich. Das System wurde so modelliert, dass sich in den drei Betriebsarten *Vorwärts*, *180°* und *Bidirektional* die elektrischen Kennwerte praktisch nur unwesentlich verändern. Ausgenommen hiervon ist lediglich das Vor-Rück-Verhältnis im bidirektionalen Betrieb.

Und noch etwas ist zu erwähnen: Diese Antenne kennt den Begriff Bandbreite im üblichen Sinn praktisch nicht mehr. Denn diese ist nun nur noch von der Nachführbarkeit des Elementbandes und damit von der Anzahl der Schritte des Stellmotors abhängig, Näheres weiter unten. Mit dieser Konstruktion ist es lt. Datenblatt möglich, einen Frequenzbereich von 13,8 MHz bis 54 MHz lückenlos resonant zu durchfahren. Bei mir waren es 13,6 MHz bis 59,95 MHz, vgl. Tabellen 1 und 2. Ein Frequenzwechsel zwischen dem 10- und dem 20-m-Band dauert bei mir 14 s.

■ Das Steuergerät im Überblick

Im Lieferumfang der Antenne befindet sich ein Steuergerät, das die Handhabung dieses Antennenprinzips überhaupt erst ermöglicht. Bild 4 zeigt die Frontansicht des Gerätes in der Version 6.704, Bild 5 die Rückansicht. In Bild 4 ist bereits die Frontplatte

für die neue 40/30-m-Option zu sehen. Zur Anzeige dient ein zweizeiliges, beleuchtetes, grünes LC-Display mit je 16 Stellen. Mit Ausnahme der Bänder 40/30 m (optional) und 10/6 m ist jedem Band eine eigene Taste zugeordnet, bei deren Betätigung eine der bereits hinterlegten Frequenzen angezeigt wird und sich die Elementebänder sofort in die dazu entsprechende mechanische Position begeben. Oben neben der *On-/Off*-Taste befindet sich die Richtungssteuerung. Bei jeder Tastenbetätigung wird nacheinander eine der drei o.g. Richtungen aktiviert und durch eine LED signalisiert (im Normalzustand *Vorwärts* leuchtet keine LED). Mit der Taste *Mode* wird ebenfalls nacheinander in eine der drei folgenden Betriebsarten gewechselt, die anschließend mit *Select* zu bestätigen ist:

Bild 4: Frontansicht der Steuereinheit



1. *Amateur*: Direkte Bandwahl über Bandtasten mit LED-Rückmeldung;
2. *General Freq*: Beliebige Frequenzwahl, ohne Bandanzeige durch LED;
3. *Setup*: Verschiedene Einstell- und Optionsmenüs.

Hier lässt sich u. a. eine SWV-Optimierung für den konkreten Montageort der Antenne vornehmen, siehe Tabelle 2. Die Tasten *Up* und *Dn* geben generell die Möglichkeit, sich innerhalb des jeweiligen Menüpunkts zu bewegen bzw. die Band-Frequenzen „laufen“ zu lassen. Bei manueller Steuerung beträgt das Frequenzraster 50 kHz. Wird das Steuergerät mit dem optionalen Transceiver-Interface betrieben, halbiert sich dieses und die Antenne wird automatisch auf 25 kHz genau nachgeführt.

■ Aufbau der Dreielement-Antenne

In diesem Abschnitt soll lediglich eine Vorstellung davon gegeben werden, was



Bild 6: Aufgerollte Elementebänder mit den beiden Transportritzeln und der vertikalen Bandführung

beim Aufbau dieser Antenne zu beachten ist. Die Transportverpackung im Bild 7 wiegt etwa 25 kg und misst 1,55 m × 0,34 m × 0,27 m. Seitlich geöffnet kommt man sehr bequem an den Inhalt heran. Das notwendige zwölfpolige Steuerkabel zwischen der Antenne und dem Shack muss zusätzlich nach eigenem Längenbedarf bestellt werden und kommt in einer zweiten Verpackung.

Im Zubehör (Bild 8) sind von den kleineren Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben ein paar mehr dabei, bei den größeren aber nicht. Muss etwas ergänzt oder getauscht werden, sei an das Herkunftsland USA mit

seinem Zoll-System erinnert. Hier sollen bisweilen Fachgeschäfte einer beliebigen amerikanischen Motorrad-Marke helfen können – d. Red.

Den Hauptteil der Montagearbeiten habe ich in aller Ruhe und geschützt vorm Wetter im Haus vorgenommen. Hierzu ist ein Raum von gut 5,5 m Länge erforderlich. Es bleibt nichts weiter zu tun, als die vier Boomrohre mit den jeweils gleichen Buchstabenprägungen an ihren Enden zusammenzustecken und durch die vorhandenen Löcher zu verschrauben.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass bei der mittleren Verbindung die Schraube von unten eingesetzt wird, um nicht später bei der Verkabelung in eine Situation zu geraten, wie sie Bild 9 zeigt. Wen dann der Schraubenkopf über dem später dicht am Boom zu montierenden PVC-Rohr noch stört (leichte Schräglage), der bohrt einfach ein neues 8-mm-Loch in gleicher

Ebene zur bereits vorhandenen Verschraubung, siehe Endzustand Bild 13.

Bei den auf die Mastschellen wirkenden Kräften sehe ich es als zwingende Voraussetzung an, einen Mast zu verwenden, der genau in die vorhandenen Lagerspannsättel passt (53 bis 55 mm) oder, wie ich es tat, diese Sättel für einen 60-mm-Mast (gerade noch machbar) durch Schleifen passend zu machen. Nur durch vollflächiges Anliegen des gesamten Lagersättels kann die Antenne auch bei Stürmen in ihrer vom Rotor bestimmten Lage gehalten werden.

Verdrahtung

Nach dem Aufsetzen und Verschrauben der Elementgehäuse (Unterscheiben auf die Gehäuseseite) sollten unbedingt die vom Hersteller vormontierten Steuerkabelenden des Reflektors und Direktors beschriftet werden. Damit verhindert man spätere Verwechslungen. Diese werden nun so um den Boom geschlungen, dass keines der beiden bereits abisolierten und verzinnten Kabel abgeschnitten werden muss, Bild 10. Dabei sollte man den Hohlraum im Montageblech der Strahlermontierung nutzen, Bilder 11 und 12.

Das Strahlergehäuse befindet sich praktisch unmittelbar am Verdrahtungsstützpunkt, dem PVC-Rohr, Bild 13. Wer möchte, wickelt dieses Steuerkabel zu einer „Spule“. Ich habe es gerade verlegt, passend zugeschnitten und neu verzinnt.

Nach Verbindung der Kabelenden über die mitgelieferte Lüsterklemmenleiste wird das ganze „Gewirr“ im bereits erwähnten PVC-Rohr, mit seiner Öffnung nach unten, eingesetzt. Das beiliegende Niro-Schlauchband zieht dieses dann zwischen den U-Sätteln der Boombefestigung fest.

Den krönenden Anschluss der Verdrahtungsarbeiten bildet das Anlöten des zwölfadrigen Kabels am Sub-D25-Steckers im Shack; wer vorher wissen will, ob alles funktioniert, absolviert die Übung zweimal.

Hinweis: Der Schirm soll gemäß aller Unterlagen [5], [6] an Pin 15 gelegt werden. Dieses hat keinerlei Verbindung zu irgendeiner der beiden, getrennten Massen des Steuergeräts.



Bild 7: Der Karton mit den Teilen für die GFK-Elemente liegt hier bereits rechts daneben.



Bild 8: Zubehör und Montagematerial

- Wird das nächstliegende freie Pin (13) verwendet, entsteht eine Verbindung zur elektrischen Masse.
- Verlöten mit dem Schirm auf dem Metallring des Steckers schafft eine Verbindung zur Gehäusemasse, diese liegt sonst an keinem Pin der 25-poligen Buchse im Steuergerät an.



Bild 9: Entweder man dreht die rechte Schraube um 180° oder bohrt neu.

Teleskop-Elemente

Wer dem Elementband auf seinen späteren Wegen durchs GFK die Arbeit etwas erleichtern will, kann bei den letzten drei dünneren Rohrsegmenten eines jeden vierteiligen Elements mithilfe eines Schleifkörpers im Akkuschauber eine Innenphase anschleifen, siehe Bild 14.

Nun werden wieder alle vier Segmente ineinander gesteckt und jedes, Segment für Segment, unter kräftiger Dreh-Zieh-Bewegung in seine Endlage herausgezogen – wie beim Herausziehen einer großen Teleskopantenne. Die dadurch entstandene Gesamtlänge muss mindestens 5,4 m erreichen.

Die nun je Element entstandenen drei Übergangsstellen erhalten zur mechanischen Fixierung und Dichtheit zwei übereinander liegende Wickel aus dem beiliegenden Isolier- und Silikonband. Der erste besteht aus Isolierband. Dieses wird zwei Finger breit rechts und links über die Verbindungsstelle hinweg gewickelt. Zum Anfang und Ende sollte immer eine volle, gerade Wicklung gesetzt werden. Dann mit leichtem Versatz vom Dünneren zum Dickeren fest umwickeln. Seine letzte Lage

sollte man ohne Überdehnung gerade wickeln und sauber abschneiden, nicht reißen! Anschließend mit der Hand mehrfach „dicht streichen“.

Beim Anfertigen des darüber liegenden Silikonwickels, der rechts und links etwas über dem Isolierband liegen sollte, müssen wir sehr pingelig sein. Dieses Band kann, wie auf S. 13 der Bauanleitung angegeben, zuvor auf die jeweiligen Längen geschnitten und anschließend, wie schon zuvor beschrieben, aufgebracht werden.

Hinweis: Dieses Band auf keinen Fall mit den Fingern (Fett) berühren. Es würde un-



Bild 10: Steuerkabel um den Boom, ...



Bild 11: ... durch die Gehäusebefestigung ...



Bild 12: ... hindurch bis zum ...



Bild 13: ... fertig montierten Kabelgehäuserohr an der Boomplatte ziehen **Fotos: DC9AT**

weigerlich zum späteren Ablösen führen. Dabei helfen auch die Gummihandschuhe aus dem Autoverbandskasten. Beim Wickeln beachten: Silikonband verschweiß sich nur auf sich selbst.

Endmontage

Nun sollten noch einmal alle Schraubverbindungen mit ihren selbst hemmenden Muttern gefühlvoll nachgezogen werden. **Hinweis:** Zuerst sind die sechs Gummimuffen mit ihren beiden Schlauchbändern 30 cm auf den Anfang der Elemente zu schieben. Dann werden die Elemente in den Gehäusestutzen eingeschoben. Vergewissern Sie sich, dass das Element auch wirklich bis zum Anschlag am Boden des Gehäusestutzens eingeschoben ist und sich der Kopf des Elementerohrs befindet! Nach dem eingesetzten Element wird die Gummimuffe so über die Verbindungsstelle geschoben, dass das Schlauchband auf der Gehäuseseite direkt über dem Verstärkungsring platziert ist. Beide Schlauchbänder festziehen, fertig.



Bild 14: Die drei dünneren Rohrsegmente nach erfolgreicher Bearbeitung

Ich montierte zunächst alle Elemente auf einer Seite komplett und setzte die halbe Antenne dann aufs Dach, Bild 1. So hatte ich es zunächst nur mit einem Gebilde von etwa 5 m × 5 m, anstatt 5 m × 11 m zu tun. In dieser Lage montierte ich dann die restlichen drei Elemente. Noch ehe die Sonne unterging konnte der Vater mit dem Sohne die 19 kg schwere Antenne bequem übers Dach hinauf zum Mast tragen und befestigen, Seil um den Bauch nicht vergessen!

■ Inbetriebnahme

Vor Anschluss des Steuerkabels an das Steuergerät müssen wir uns vergewissern,

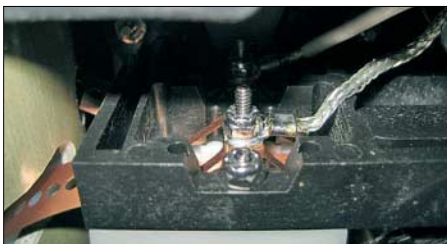


Bild 15: Befestigung eines der beiden Vierfach-Schleifersysteme für das Strahlerband

dass sich dieses auch im „richtigen“ Zustand befindet, hierzu die genauere Vorgehensweise laut Beschreibung beachten. Wir schalten das Gerät zunächst ohne Steuerkabel solo ein. Zeigt das Display *Elements home* – die Elementebänder gelten als eingefahren –, ist alles in Ordnung und wir können das Steuerkabel anstecken. In jedem anderen Fall führen wir gemäß Beschreibung zunächst diesen Zustand herbei.

Für den ernsthaften Einsatz im Shack ist die Antenne noch zu kalibrieren. Hierzu empfehle ich, bevor der zugehörige Menüpunkt aufgerufen wird, zunächst die 20-m-Bandtaste zu betätigen und die Bandbewegung abzuwarten. Dann rufen wir im Menü *Setup* die Funktion *Calibrate* auf und bestätigen diese.

Nun erhalten alle Motoren für eine fest definierte Zeit den „Rückzugsbefehl“. Hiermit wird sichergestellt, dass sich letztlich alle Elemente garantiert in ihrer Nulllage befinden.

Erst jetzt stimmen alle nach einer Bandwahl im Display erscheinenden Frequenz-



Bild 16: Eingesetzte Elemente mit zusätzlich unwickelten Muffen

anzeigen mit der Antennengeometrie exakt überein und wir können funken.

■ Weitere Erfahrungen

Nach beendetem Aufbau richtete ich die Antenne am darauf folgenden Tag gegen 1100 UTC in Richtung Nordamerika. Auf 18,111 MHz gab mir Günther, VA3GA, für meine rund 80 W in SSB ein Rapport von 57, wobei er deshalb auf meinen Ruf geantwortet habe, weil ich von allen anrufenden Stationen der Lauteste gewesen sei ...

Bei meinen Tests über die Bänder ergab sich im 180°-Modus eine Reduzierung der Empfangsfeldstärke um vier bis manchmal fünf S-Stufen. Gleiches traf auch für die Drehung um 90° zur Gegenstation zu. Im bidirektionalen Modus war vom S-Meter her kaum eine Veränderung zum Vorwärts-Modus abzuleiten.

Wie bereits weiter oben erwähnt, ist dem festen Sitz der beiden Mastschellen große Aufmerksamkeit zu schenken. Ich musste in den nachfolgenden Wochen noch zweimal auf das Dach, um diese nachzuziehen. Der Wind hatte die Antenne 0,5 m aus ihrer



Bild 17: Aufgebaute Antenne 2 m über Dach

Nulllage gedreht. Sitzt die Masthalterung genügend fest, quitiert die Antenne diese Belastungen lediglich mit einem müden Wippen der GFK-Elemente. Abgesehen vom Wind traten keinerlei verdächtigende Geräusche oder sonstige mechanische Veränderungen an den Elementen, den Motorgehäusen und deren Befestigungen auf.

Zusätzlich, neben allen üblichen Blitzschutzmaßnahmen, empfehle ich, die zwölfpolige Steuerleitung immer vom Steuergerät zu trennen, wenn dieses längere Zeit außer Betrieb ist. Das schützt die Motortreiber-ICs vor statischen Aufladungen.

Weiterhin kommt uns eine bereits erwähnte Besonderheit dieses Systems sehr gelegen: Mit dem Befehl *Elements home* werden alle Elementebänder nach Hause geholt und vollständig aufgespult. Elektrisch bleibt nur noch der mit dem Mast leitend verbundene Boom im Gewitter übrig.

■ Schlussbemerkung

Die für mich entscheidenden Vorteile dieses Systems sind dessen Universalität (durchgehend 20 m bis 6 m), die mithilfe des Steuergeräts durchführbare mechanische SWV-Optimierung der Antenne am Mast (sozusagen ein Offsetabgleich zur konkreten Umgebung), der Verzicht auf einen Antennenkoppler oder -tuner und die optionale Möglichkeit zur automatischen Steuerung über den Transceiver.

Ich hoffe, mit dem Beitrag Interesse an diesem – bereits von vielen DXpeditionsberichten her bekannten – Antennentyp geweckt und möglichst vielen Anwendern mit meinen Hinweisen geholfen zu haben.

dc9at@freenet.de

Literatur

- [1] Steyer, K., DK7ZB: Zerlegbare Kurzwellen-Yagi für die Bänder 10–17 m. funk 25 (2001) H. 3, S. 41–43
- [2] Steyer, K., DK7ZB: Zerlegbare Zweielement-Portable-Yagi für 6 bis 20 m. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 1, S. 61–63
- [3] SteppIR Antennas Inc.: The Home of the SteppIR Antennas: www.steppir.com
- [4] WiMo Antennen und Elektronik, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, Telefon (0 72 76) 9 66 80; www.wimo.com
- [5] Metrel, M., K7IR: SteppIR Antennas, Instructions Manual for 2 and 3 Element Yagi, 5/05/05
- [6] Pratsch, H., DK9PR: Übersetzung SteppIR Antennas, Instructions Manual, 4 element Yagi. Download unter www.wimo.com