

## Leichtbau-Yagis für UKW

**Martin Steyer, DK7ZB**

dk7zb@fox28.de

Grundlage der beschriebenen Yagis sind die beiden Artikel im cq-DL [1, 2]. Die dort vorgestellten Konstruktionen bestehen aus einem PVC-Rohr als Boom und aufgeclipsten Elementen aus Aluminium-Schweißstäben. Die Elementhalter sind durchbohrte Klemmen aus der Elektroinstallation für die PVC-Leerrohre, die als Boom verwendet werden.



Inzwischen wurde das Prinzip der dünnen Elemente und der Elementhalterung zwar beibehalten, aber mit Aluminium-Rundrohren von 16mm und 20mm Durchmesser als Boom mechanisch stabiler ausgeführt. Einer Verwendung der PVC-Rohre für den Portabelbetrieb, wo es auf jedes Gramm Gewicht ankommt, steht natürlich nichts im Wege. Diese eignen sich aber eher für kurze Yagis und der Befestigung an einer Angelrute.

Hier soll nicht auf die Dimensionierungsgrundlagen eingegangen werden, sondern die mechanischen Lösungen in den Vordergrund gestellt werden. Mit Hilfe der vorgestellten Konstruktionsdetails lassen sich selbst für MS-oder EME-DXpeditionen leicht transportierbare Gruppen zusammensetzen. Ich staune immer wieder, welche Schwergewichte da zum Teil im Flug- oder Expeditionsgepäck mitgeschleppt werden!

*2x 2,50m lange 6-Element-50Ω-2m-Yagis, 13dBd  
Schmalbandausführung, Stockungsabstand 2,70m*

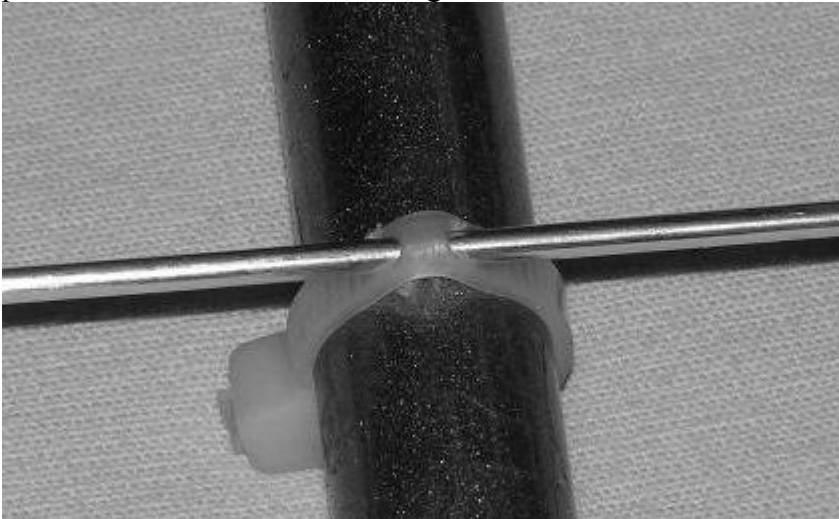
## Problematik dünner Elemente

Die Simulationen mit EZNEC+5 [3] zeigen, daß gegenüber Elementen von 8mm Durchmesser, die ich bei stationären Yagis als Referenz benutze, etwa 0,1-0,15dB Gewinneinbuße bei etwas verringerter Bandbreite zu erwarten ist. Der niedrigere Gewinn wird aber mehr als aufgefangen durch die hier vorgestellten Möglichkeiten längere und gestockte Systeme aufzubauen. Insofern dürfte es durchaus lohnenswert sein, sich mit den beschriebenen Lösungen näher zu beschäftigen.

Mit Hilfe der PVC-Klammern zur Befestigung von Installations-Leerrohren ist eine werkzeugfreie Montage und Demontage der Elemente möglich. Nachteil ist, daß diese Klammern für eine Dauerinstallation wohl wenig geeignet sind. Sie dürften einerseits nicht ausreichend UV-stabil sein, andererseits lässt ihre Spannung wahrscheinlich langfristig nach und eine sichere Befestigung ist nicht mehr gewährleistet.

Die ersten Experimente habe ich mit 4mm-Schweißstäben gemacht, inzwischen bin ich zusätzlich auf 3,2mm-Material übergegangen. Da die Stäbe nach Gewicht verkauft werden, sind 3,2mm-Ausführungen preiswerter. Nur zum Vergleich: Ein 4mm-Stab mit 1m Länge wiegt 32g, das ergibt etwa 31 Stück/kg Verkaufsgewicht. Bei den 3,2mm-Elementen sind das entsprechend 20g und etwa 50 Stäbe/kg.

Die mechanische Stabilität ist für das 2m-Band bei 3,2mm Stärke völlig ausreichend, allerdings muß man AlMg-Legierungen verwenden. Als optimal hat sich AlMg3 erwiesen, aber auch die Sorten 4 und 5 sind geeignet. Keinesfalls sollte man mit AlSi-Legierungen experimentieren, weil diese zu weich sind und sich schnell verbiegen. Sogar Aufbauten mit 2mm-Material für die parasitären Elemente waren erfolgreich und können realisiert werden.



Nur als Denkanstoß für weitere Möglichkeiten soll gezeigt werden, wie man mit GFK-Rohren vorübergehend eine absolute Leichtbau-Yagi erstellen kann. Dazu werden zwei Angelruten über ein Verbindungsstück in der Mitte zu einem GFK-Boom verbunden.

Die Elemente werden mit Kabelbindern befestigt. Benutzt man 2 Angelruten von 10m Länge, so kann man mit den inneren Teleskopteilen (die äußeren sind zu dünn!) mit 2x6m bis auf eine Gesamtlänge der Antenne von 12m kommen.

*Befestigung von 2mm-Elementen auf einer Angelrute als Boom*

## Yagi-Konzepte für die Leichtbau-Technik

Tabelle 1 zeigt die möglichen Längen von Yagis ohne Abspannung oder zusätzliche mechanische Verstärkungen. Werden die genannten Abmessungen mit dem Faktor 1,5 multipliziert, so reicht ein Überzug aus dünnem Kevlar-Seil [3]. Wer mehr Gewinn erzielen will, sollte auf gestockte Systeme setzen, mit zwei Yagis sind knapp 3dB mehr zu erwarten.

Tabelle 1: Mögliche mechanischen Längen für 16- und 20mm-Rohre ohne zusätzliche Abspannung

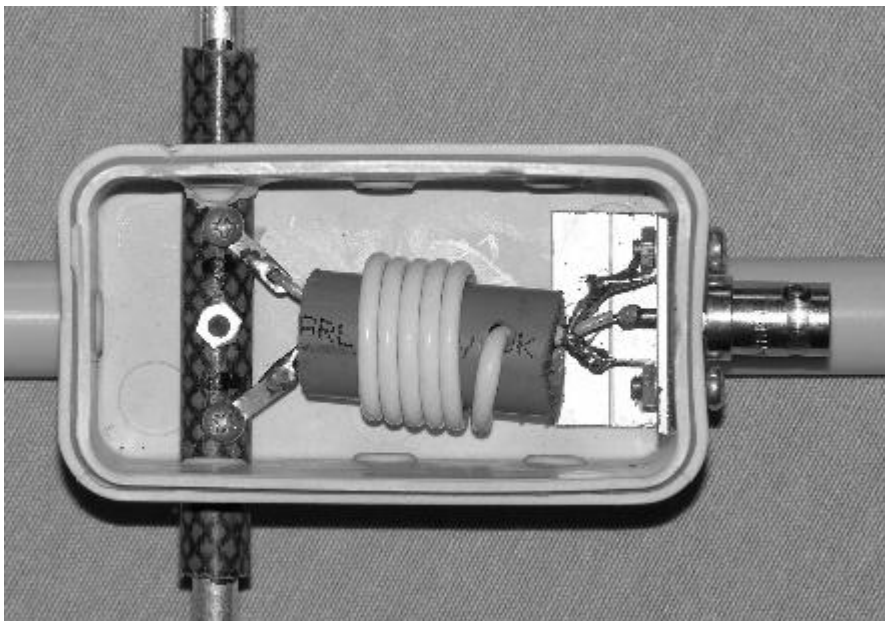
Alu-Rohre	16x1,0mm	20x1,5mm
2m-Band	2,50m	4,00m
70cm-Band	3,00m	4,50m

Grundsätzlich lassen sich natürlich alle Yagis auf die verwendeten Elementdurchmesser umrechnen. Allerdings wird dringend angeraten, auf Faustformeln und Vorgehen nach der „trial-and error“-Methode zu verzichten. Überraschend war in diesem Zusammenhang die Aussage von EZNEC+5, dass beim Übergang von 4mm- auf 3,2mm-Elemente -ein scheinbar nur geringer Unterschied- die Direktoren um 5mm (!) verlängert werden müssen. Besonders kritisch ist hierbei Direktor 1, der für die Impedanz des Strahlers eine entscheidende Rolle spielt und individuell betrachtet werden muss.

Der Strahler sollte zum Vermeiden zusätzlicher Verluste bei 50 $\Omega$ - und 28 $\Omega$ -2m-Yagis mindestens aus 4mm-Stäben bestehen, die auch notfalls im Baumarkt besorgt werden können. Eine mögliche Eloxierung spielt für die Antenneneigenschaften keine Rolle. Wer die 12,5 $\Omega$ -DK7ZB-Yagis mit der beschriebenen Technik nachbauen will, sollte beim Strahler 6mm Durchmesser nicht unterschreiten.

Neben den weiter hinten vorgestellten Musterantennen finden sich auf meiner Homepage [5] weitere Yagis, die auf die dünnen Elemente umgerechnet wurden. Grundsätzlich gilt: Wer noch keine Erfahrung im Antennenbau hat, sollte mit einem unkritischen, breitbandigerem Design beginnen. Die z.T. äußerst schmalbandigen Hochgewinnyagis holen das letzte mögliche Zehntel dB aus der gegebenen Länge heraus und erfordern exaktes Einhalten der Vorgaben. Deren Einsatzbereich beschränkt sich dementsprechend ausschließlich auf die untere Bandhälfte mit dem CW-/SSB-Bereich.

## Konstruktion des Strahlers



Die 50 $\Omega$ -Speisedrossel aus RG-188-Teflonkabel

Der Strahler muss in der Mitte mit einem Abstand von 10mm unterbrochen sein, die angegebenen Längen beziehen sich auf die Abmessungen von Spitze zu Spitze. Eine schmale Installationsdose nimmt das Strahlermittelstück und die Speisedrossel auf. Die verwendete Koaxbuchse beeinflusst das Gewicht, ich bevorzuge BNC-Typen. Für höhere Leistungen empfiehlt sich eine N-Buchse. Als Iso-liebstück eignet sich eine Zeltstange für Iglu-Zelte aus GFK oder ein anderes Material aus der Bastelkiste.

Zwei selbstschneidende Schrauben und zwei Lötösen stellen die Verbindung der Strahlerhälften zur Viertelwellen-Speisedrossel dar. Sie wird auf ein Stück PVC-Rohr aus RG-188-Teflonkabel gewickelt und mit in der Dose untergebracht.

Die Länge des Kabels ist 37cm bei Teflon-Koax RG-188 und 34,5cm beim weniger belastbaren RG-174.

Baut man die 28Ω-Yagis auf, sollte die Buchse mit einem Alu-Winkel auf dem Boom mit Hilfe einer Schraube geerdet werden, damit eine zusätzliche Dämpfung von Mantelwellen erfolgen kann.

*Die Strahlerdose für 28-Ohm-Yagis mit hoher Belastbarkeit, über den Winkel wird die Buchse am Boom geerdet*



## **Die parasitären Elemente**

Die Direktoren machen keinerlei mechanische Probleme, sie sind für 2m-Yagis deutlich kürzer als 1m, bei 70cm lassen sich aus einem 1m-Stück 3 Elemente konfektionieren. Die Klemmen werden in einen Schraubstock eingespannt und durchbohrt, dann werden die Alu-Stäbe stramm durchgesteckt. Etwas Gedanken muss man sich wegen des Reflektors auf 144MHz machen, weil er länger als 1m sein muss. Dazu fertigt man sich aus einem 60mm langen Stück eines 4x1mm-Messingröhrchens (Modellbau, Baumarkt) durch Aufbohren auf 3,2mm ein Mittelstück an. Dann werden die beiden Endstücke mit einem Hammer auf eine Länge von etwa 10mm vorsichtig eingetrieben.



*Mittelstück des Reflektors mit der Klemmhalterung und einem 16x1mm-Boom*

## Praktische Bauvorschläge für 2m-Yagis

Hier will ich mich nur auf einige wenige Beispiele beschränken, zusätzliche Bauanleitungen finden sich in [1, 2 und 5]. Hier sollen vier 2m-Yagis mit 1,00m-, 2,50m-, 3,30m- und 4,40m-Boom vorgestellt werden, die alle aufgebaut und vermessen wurden. Die Mittenfrequenz wurde auf 144,3MHz gelegt, damit sind alle Yagis primär für den SSB-/CW-Bereich ausgelegt.

Breitband heißt hierbei, daß die Anpassung mit einem SWR <1,5 bei etwa 2MHz liegt, die Schmalband-Varianten liegen deutlich darunter.

Die 4-Element-Yagi hat den Vorteil, daß alle Teile (Elemente und Boom) mit etwa 1m Länge ein recht handliches Transportmaß aufweisen. Der Gewinn liegt mit 7,5dBd recht hoch, dafür ist die Rückdämpfung mit 10dB vergleichsweise schlecht. Beim vorgesehenen Portabelbetrieb dürfte sich das aber nicht als nachteilig erweisen. Will man bei dieser Boomlänge ein deutlich besseres Richtdiagramm mit hoher Rückdämpfung, so sinkt der Gewinn um über 1dB ab.

### 4-Element-28Ω-Yagi, Breitband, Gewinn 7,5dBd, Elemente 3,2mm oder 4mm Stockungsabstand 2,10m

Elemente	Ref	Rad (4mm)	Dir 1	Dir 2
Position	0mm	190mm	545mm	980mm
L (3,2mm)	1020mm	989mm	954mm	949mm
L (4mm)	1019mm	988mm	949mm	944mm

Die 6-Element entspricht der schon in [1, 2] beschriebenen und jetzt mit 3,2mm-Elementen neu aufgebauten Antenne, die äußerst schmalbandig ist. Beim Aufbau müssen die Maße sehr genau reproduziert werden, um die Resonanzfrequenz bei 144,3MHz zu erreichen.

### 6-Element-50Ω-Yagi, Schmalband, Gewinn 10,2dBd, Elemente 3,2mm Stockungsabstand 2,70m

Elemente	Ref	Rad (4mm)	Dir 1	Dir 2	Dir 3	Dir 4
Position	0mm	380mm	530mm	1040mm	1800mm	2480mm
Länge	1011mm	965mm	946mm	939mm	924mm	924mm

Die 7-Element-Yagi ist die weit verbreitete 28-Ohm-Ausführung, die auf die dünnen Elemente umgerechnet wurde. Sie ist relativ breitbandig und damit weniger problematisch beim Nachbau. Beim Stocken sollten 2,90m eingehalten werden.

### 7-Element-28Ω-Yagi, mittlere Bandbreite, Gewinn 11,0dBd, Elemente 3,2mm oder 4mm Stockungsabstand 2,90m

Elemente	Ref	Rad (8mm)	Dir 1	Dir 2	Dir 3	Dir 4	Dir 5
Position	0mm	320mm	595mm	1145mm	1825mm	2615mm	3260mm
L (3,2mm)	1016mm	976mm	964mm	943mm	925mm	928mm	913mm
L (4mm)	1014mm	976mm	961mm	938mm	920mm	923mm	908mm

Die 8-Element-28-Ohm-Yagi ist eine Weiterentwicklung des alten 4,30m langen Entwurfs. Sie wurde etwas verlängert und neu berechnet, um auch mit den dünnen Elementen 12dBd Gewinn zu bekommen.

**8-Element-28Ω-Yagi, Breitband, Gewinn 12,0dBd, Elemente 3,2mm oder 4mm  
Stockungsabstand 3,20m**

Elemente	Ref	Rad (8mm)	Dir 1	Dir 2	Dir 3	Dir 4	Dir 5	Dir 6
Position	0mm	395mm	705mm	1325mm	2040mm	2835mm	3670mm	4400mm
L(3,2mm)	1012mm	978mm	961mm	941mm	922mm	912mm	912mm	907mm
) L (4mm)	1010mm	977mm	958mm	936mm	917mm	907mm	907mm	902mm



*Die gestockte Zweiergruppe aus 8-El.-Yagis mit 20er Boom beim AGCW-Contest Juni 2007*

**Praktische Bauvorschläge für 70cm-Yagis**

Hier sollen nur 2 Yagis vorgestellt werden. Wem der damit erreichbare Gewinn zu niedrig ist, kann entweder auf das Stocken übergehen oder eine der auf meiner Homepage beschriebenen Ausführungen längerer Yagis nachbauen.

Beide Yagis werden mit 28-Ohm-Erregern von 4mm, bzw. 8mm konstruiert. Wer sich mit der 28-Ohm-Technik noch nicht vertraut gemacht hat, wird auf die Veröffentlichungen dazu [6, 7] oder meine Homepage [5] verwiesen.

**7-Element-28Ω-Yagi, Breitband, Gewinn 10,4dBd, Elemente 3,2mm oder 4mm  
Stockungsabstand 1,00m**

Die 7-Element ist eine Breitband-Ausführung, die mit einem SWR <1,4 den gesamten Bereich von 430-440MHz abdeckt.

Elemente	Ref	Rad (4mm)	Dir 1	Dir 2	Dir 3	Dir 4	Dir 5
Position	0mm	105mm	175mm	320mm	545mm	800mm	995mm
L (3,2mm)	351mm	326mm	316mm	304mm	295mm	297mm	286mm
L (4mm)	350mm	326mm	315mm	302mm	293mm	295mm	284mm



**10-Element-28Ω-Yagi, mittlere  
Bandbreite, Gewinn 13,0dBd**

**Elemente 3,2mm oder 4mm  
Stockungsabstand 1,30m**

Bei dieser Yagi wird der Radiator aus 8mm-Alurohr ausgeführt, mit höher belastbarem 75-Ω-Kabel für die Anpassungsleitung bietet sich diese Antenne für vertikal gestockte Gruppen auch im Kontestbetrieb an. Mit 5mm-Voll-PE-Fernsehkabel ( $V=0,667$ , Länge der parallelen Anpassleitung 11,5cm) lässt sich eine Leistung von 250W je Antenne bei CW/SSB übertragen.

Mit zwei Antennen ist ein Gewinn von 15,5dBd zu erwarten, mit vier ergeben sich 18dBd. Das Bild zeigt eine Zweiergruppe beim UKW-Kontest Juli 2007.

*2x10-El.-28Ω-Yagis mit 2m-Boom für 432MHz*

**Abmessungen der 10-El.-28-Ω-Yagi für 432MHz**  
**Längenangaben in mm**

<b>Elemente</b>	<b>Ref</b>	<b>Rad (8mm)</b>	<b>Dir 1</b>	<b>Dir 2</b>	<b>Dir 3</b>	<b>Dir 4</b>	<b>Dir 5</b>	<b>Dir 6</b>	<b>Dir 7</b>	<b>Dir 8</b>
Position	0	145	225	420	645	915	1200	1485	1770	1995
L(3,2mm)	338	322	314	302	298	292	290	287	292	286
L (4mm)	337	321	312	300	296	290	288	285	290	284

**Literatur- und Quellenangaben:**

- [1] Steyer, M. (DK7ZB): Leichtgewichtige UKW-Antennen für SOTA und BBT (Teil 1), CQDL 4/2007, S. 269
- [2] Steyer, M. (DK7ZB): Praktische Ausführung leichter UKW-Yagis (Teil 2), CQDL 5/2007, S. 332
- [3] Programm EZNEC+5 von Roy Lewallen, W7EL, <http://www.eznec.com>
- [4] Fa. DX-Wire, Peter Bogner, Waldrandsiedlung 4a, D-95195 Röslau, <http://www.dx-wire.de>
- [5] Homepage DK7ZB, <http://www.mydarc.de/dk7zb>
- [6] Steyer, M. (DK7ZB): UKW- und Kurzwellen-Yagis in 28-Ohm-Technik, CQ-DL 6/2001, S. 433
- [7] Steyer, M. (DK7ZB): Einfache Speisung von Monoband-Yagis, FUNKAMATEUR 4/95, S.406