

Einfache Speisung von Monoband-Yagis

MARTIN STEYER – DK7ZB

Monoband-Yagis sind dankbare Objekte für den noch selbstbauenden Funkamateurl. Ein Abgleich durch Elementlängenveränderung bleibt eine übersichtliche Angelegenheit. Wie man auch die Anpassung auf einfache Weise in die Reihe bekommt, wird hier beschrieben.

Wenn das gesamte Konzept einer Einband-Yagi stimmt, ist ein einfacher Längenabgleich aller Elemente möglich. Man mißt die Resonanzfrequenz aus; falls sie nicht der gewünschten entspricht, kürzt oder verlängert alle Elemente umgekehrt proportional.

Als maximaler Gewinn für Dreielement-Yagis sind 6 bis 6,5 dBd zu erreichen. Dieser Wert läßt sich mit nahezu unendlich vielen Kombinationen zwischen Elementlängen und -abständen erzielen.

ein Beta-Match (Haarnadel-Kompensationsschleife parallel zum Speisepunkt). Schließlich bleibt neben der richtigen Dimensionierung als letzter Punkt der Balun zur Symmetrierung. Es gibt jedoch eine noch einfachere und billigere Lösung.

■ Theorie

Zwei Probleme müssen gelöst werden: Transformation des niedrigen Speisewiderstandes auf 50 Ω und Anpassung des symmetrischen Strahlers an den unsymme-

trischen Eingang des Koaxialkabels. Beide Forderungen lassen sich mit einem Anpassungsstück aus zwei parallelgeschalteten Koaxialkabeln lösen! Sie wirken als Viertelwellentransformator und gleichzeitig als vereinfachter Viertelwellensperrring (Tonna-Speisung).

Bei den von Tonna verwendeten Antennen wird das Erden in der Entfernung von $\lambda/4$ am metallischen Antennenträgerrohr vorgenommen. Diese Variante führt beim Eigenbau allerdings zu Problemen bezüglich der Mechanik und der Korrosionsbeständigkeit. Aus diesem Grund verwende ich in Yagis nach dem DL6WU-Design [2] schon seit Jahren mit gutem Erfolg eine abgewandelte Tonna-Speisung (Bild 1). Das Strahlerelement muß isoliert gehalten werden und ist in der Mitte elektrisch unterbrochen (gestreckter Dipol). In einer

$$Z = \sqrt{Z_a \cdot Z_e}$$

Anschlußdose befindet sich eine am Boom direkt neben dem Speisepunkt geerdete Koaxialbuchse, die über eine koaxiale Viertelwellenleitung in Form einer Schleife mit der beidseitig isolierten Strahlermitte verbunden ist. Diese Schleife darf man nicht mit dem allseits bekannten Halbwellenbalun verwechseln! Messungen zeigen, daß sie Mantelwellen wirksam unterdrückt. Außerdem läßt sich eine Viertelwellenleitung als frequenzabhängiges Transformationsglied verwenden. Mit Z_a als Antennenwiderstand und Z_e als Eingangswiderstand am Speisepunkt errechnet sich der Wellenwiderstand Z der Transformationsleitung zu

Kommen wir nun zu unserer Dreielement-Yagi zurück, deren Strahlungswiderstand (bzw. Impedanz am Speisepunkt) bei etwa 17,5 Ω liegt und setzen die Werte 17,5 Ω (Z_a) und 50 Ω (Z_e) in die obige Gleichung ein. Für den Wellenwiderstand der Anpassleitung ergibt sich ein Wert von 29,6 Ω. Sie läßt sich auf einfache Weise durch das Parallelschalten zweier Kabelstücke mit 60 Ω Wellenwiderstand herstellen. Diese Variante eignet sich für Antennenspeiseimpedanzen von etwa 17 bis 20 Ω; bei 12 Ω verwendet man zwei 50-Ω-Kabelstücke, für 25 Ω solche mit 70 Ω Wellenwiderstand.

■ Praxis

Wird dieses Viertelwellenstück gleichzeitig so geschaltet, daß sich die beschriebene Tonna-Speisung ergibt, so erreicht man beide geforderten Wirkungen: Transformation auf 50 Ω und Sperre zur Mantelwellenunterdrückung.

Daß diese Überlegungen nicht nur in der Theorie funktionieren, zeigen drei gebaute Musterantennen für die Bänder 2 m, 6 m und 10 m. Prinzipiell läßt sich das Konzept natürlich auch für jedes beliebige andere Kurzwellenband anwenden, allerdings nur für Monoband-Yagis.

Wer die notwendigen Abmessungen braucht, findet im Abschnitt 16.3 von [1] alle Werte für einen Strahlungswiderstand von 20 Ω, auch hier ist mit zwei parallelgeschalteten 60-Ω-Kabeln eine in guter Näherung exakte Speisung möglich. Liegt deren Strahlungswiderstand höher oder niedriger, können andere Kabel verwendet werden (s.o.). Der grundsätzliche Aufbau ist in Bild 1 gezeigt; die Mechanik der Antennen wird so ausgeführt, wie schon in [3] beschrieben. Tabelle 1 enthält die Maße für die Bänder 2 m, 6 m und 10 m. Die Längen für die Viertelwellenleitung beziehen sich auf Koaxialkabel mit einem Dielektrikum aus Voll-Polyäthylen mit einem

Tabelle 1: Abmessungen von Dreielement-Yagis

Band [m]	R [cm]	S [cm]	D [cm]	$A_R = A_D$ [cm]	Anpaßleitung 60 Ω [cm]
2 m	103	97,5	92,5	41,5	2 × 34,5 (Voll-PE)
6 m	298	283	267	120	2 × 100 (Voll-PE)
10 m	522	496	469	210	2 × 176 (Voll-PE)

Tabelle 2: Faktoren zum Berechnen beliebiger Resonanzfrequenzen

Reflektor	0,496 λ
Strahler	0,471 λ
Direktor	0,445 λ
$A_R = A_D$	0,200 λ

All diesen Kombinationen ist aber gemeinsam, daß sie zu einem relativ niedrigen Fußpunktwiderstand des gespeisten Elements führen [1]. Bei einem gestreckten Dipol sind das 10 bis 20 Ω. Soll ein in der Reaktanz unverstimmtes Element mit 50 Ω Speisewiderstand zum Einsatz kommen, fällt der Gewinn zwangsläufig auf etwa 5 dBd.

Die klassische Speisung bei der niederohmigen Yagi ist die Gamma-Anpassung. Sie erfordert eine verhältnismäßig anspruchsvolle Mechanik inklusive eines entsprechend spannungsfesten Dreh- bzw. Trimmkondensators zur Kompensation des am Speisepunkt entstehenden induktiven Blindanteils, und solche Bauteile sind immer schlechter zu bekommen. Auch die Wetterfestigkeit ist ein schwer beherrschbarer Faktor. Eine weitere Möglichkeit ist

trischen Eingang des Koaxialkabels. Beide Forderungen lassen sich mit einem Anpassungsstück aus zwei parallelgeschalteten Koaxialkabeln lösen! Sie wirken als Viertelwellentransformator und gleichzeitig als vereinfachter Viertelwellensperrring (Tonna-Speisung).

Bei den von Tonna verwendeten Antennen wird das Erden in der Entfernung von $\lambda/4$ am metallischen Antennenträgerrohr vorgenommen. Diese Variante führt beim Eigenbau allerdings zu Problemen bezüglich der Mechanik und der Korrosionsbeständigkeit. Aus diesem Grund verwende ich in Yagis nach dem DL6WU-Design [2] schon seit Jahren mit gutem Erfolg eine abgewandelte Tonna-Speisung (Bild 1). Das Strahlerelement muß isoliert gehalten werden und ist in der Mitte elektrisch unterbrochen (gestreckter Dipol). In einer

Das Strahlerelement muß isoliert gehalten werden und ist in der Mitte elektrisch unterbrochen (gestreckter Dipol). In einer

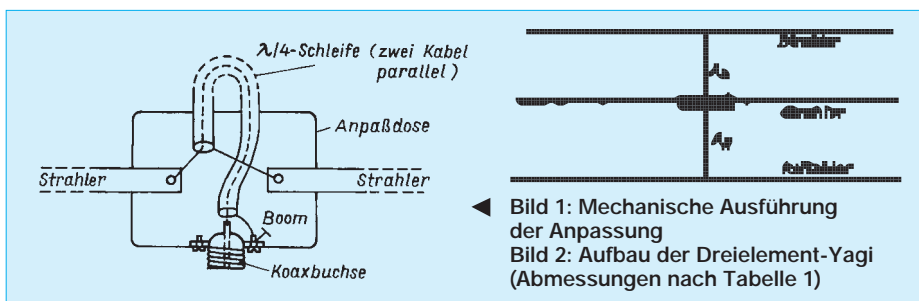


Bild 1: Mechanische Ausführung der Anpassung
Bild 2: Aufbau der Dreielement-Yagi (Abmessungen nach Tabelle 1)

Verkürzungsfaktor von 0,67. Wird Schaumstoffkabel verwendet, muß man einen Faktor von 0,82 ansetzen.

Eine Elektro-Installationsdose für Feuchträume wird oben auf das Mittelteil des Strahlers gesetzt und enthält die mit dem Trägerrohr metallisch leitend verbundene Koaxialbuchse für das 50- Ω -Speisekabel. Bild 2 zeigt die Verdrahtung der „Anpassungsbox“.

Die seitlichen Löcher, durch die die Kabelschleifen führen, werden mit Silikon-Dichtungsmasse wetterfest gemacht, zwei kleine Bohrungen im Boden dienen dazu, eventuell auftretendes Kondenswasser abzuleiten.

Die Mechanik der Element- und Tragerrohrhalterung entspricht den schon im FUNK-AMATEUR [3] beschriebenen Portabel-Yagis. Die 2-m-Antenne besteht aus einem Boom aus Vierkant-Aluminiumrohr 15 mm \times 15 mm und Elementen aus 6-mm-Aluminiumrundrohr, die in entsprechenden Bohrungen des Trägerrohres sitzen. Für die 6-m-Variante wurden ein 30-mm-Rundrohr für den Träger und 12-mm-Rohre für die Elemente verwendet.

Entsprechend bestehen für das 10-m-Band das Trägerrohr aus 40-mm-Aluminiumrohr mit 2 mm dicker Wandung und die Elemente aus jeweils 2 m langen Mittelstücken aus Aluminiumrohr 16 mm \times 1,5 mm und Enden aus Rohr 12 mm \times 1 mm.

Ein Abgleich sollte bei den gegebenen Abmessungen an sich nicht notwendig sein. Liegt die gewünschte Resonanzfrequenz ober- oder unterhalb der tatsächlichen, so werden alle (!) Elemente prozentual in ihrer Länge korrigiert.

■ Dimensionierung für andere Bänder

Mit Hilfe der in Tabelle 2 angegebenen Faktoren ist ein einfaches Umrechnen auf andere Bänder möglich. Dazu wird jeweils die gewünschte Wellenlänge (eingesetzt in m) mit ihnen multipliziert.

Durch die bei niedrigeren Frequenzen wegen der mechanischen Belastung zu wählenden dickeren Elementrohre ergibt sich in gewissen Grenzen eine Selbstkorrektur für den Verkürzungsfaktor. Ein Abgleich ist ohne weiteres durch die beschriebene Längenänderung möglich, wenn man die Elementenden mit Hilfe von Schlauchschellen verschiebbar macht.

Literatur

- [1] Rothammel, K: Antennenbuch, 10. Auflage, Frankh-Kosmos, 1991
- [2] Hoch, G., DL6WU: Wirkungsweise und optimale Dimensionierung von Yagi-Antennen, UKW-Berichte 21 (1977), H. 1, S. 27
- [3] Steyer, M., DK7ZB: Portable KW-Yagi-Antennen nach dem Baukastenprinzip, FUNKAMATEUR 43 (1994), H. 7, S. 626

Afu-Software-News

■ NEC/Wires 1.5

Brian Breezly, K6STI, ist für seine Antennenberechnungs-Programme recht bekannt. So wie das vor kurzem fertiggestellte Programm NEC/Yagi 2.0, basiert auch NEC/Wires auf dem Standard des Numerical Electromagnet Codes (NEC), der vor allem in der kommerziellen und professionellen Welt verwendet wird. Diese Implementierung ist das erste auch am Amateurmarkt verfügbare Programm, mit dem sich Antennen wahlweise aus Rohren oder Drähten berechnen und modellieren lassen.

Das NEC-Programm, das keine Miniaturausgabe eines anderen Programms ist, hat eine vielfach größere Leistungsfähigkeit als die bekannten, auf dem Mininec-Algorithmus basierenden Programme, läuft viel schneller und ist für die meisten Modelle um einiges genauer.

NEC/Wires soll das einzige Programm (für den PC) sein, das Leitungs- und Bodenverluste, Eingangsimpedanzen sowie Gewinn für Antennen nahe dem Erdboden

richtig berechnet. NEC/Wire ist außerdem in der Lage, Antennendateien von AO und MN direkt einzulesen, so daß bereits bestehende Modelle schnell analysiert werden können.

Das Programm ermöglicht automatische Drahtsegmentierung, symbolische Dimensionierung, symbolische Ausdrücke, die Definition von Strom- und Spannungsquellen und vieles mehr. Die Ausgabe erfolgt grafisch wahlweise in Polar- und Rechteckkoordinaten (für Azimut und Elevation), die dargestellten Kurven lassen sich zu Vergleichszwecken auch übereinanderlegen. Natürlich können alle Ausgaben zusätzlich auf einem Matrix- oder Laserdrucker dokumentiert werden.

Die Amateurversion beherrscht 1000 Segmente und kostet US-\$ 100. Der Preis für eine kommerzielle Version mit 1500 Segmenten beträgt ungefähr US-\$ 150. Das Programmpaket ist (mit zahlreichen Beispielen sowie einer ausgezeichneten Dokumentation) bei Brian Breezly, K6STI, 507 1/2 Taylor, Vista, CA 92084, USA, Tel. ++1-619-945-9824, erhältlich (Visa- und Mastercard werden akzeptiert).

Claus Stehlik, OE6CLD

Neuer SSTV-Farbmodus

In den letzten Jahren verstärken sich die Bemühungen, die alte SSTV-Norm durch mannigfaltige neue Modi zu bereichern. Insbesondere auf dem Gebiet der Farbübertragung wird viel experimentiert, um die Bilder mit einer besseren Qualität und vor allem Störsicherheit der Gegenstelle zu präsentieren, da auf Kurzwelle oft Störungen sowie Phasendrehungen die Bildqualität mindern.

Ausgangspunkt ist die Tatsache, daß fast alle SSTV-Farbaussendungen mittels Computer erfolgen und sich spezielle Runden gebildet haben, in denen vorbereitete und gespeicherte qualitativ hochwertige Bilder ausgetauscht werden, wobei zwischen jeder Übertragung eines Bildes Minuten vergehen, weil die Bilder erstens geladen, zweitens einzeln übertragen und drittens anschließend oft nochmals wiederholt werden müssen, da sie ein oder mehrere Teilnehmer der SSTV-Runde nur gestört, nur teilweise oder wegen des falsch eingestellten Farbmodus überhaupt nicht empfangen haben.

Der neue Farbmodus setzt voraus, daß jeder Rundenteilnehmer über einen PC (ab 386) verfügt, der mit einem modernen Diskettenlaufwerk und für höhere Ansprüche der Runde mit einem CD-ROM-Laufwerk ausgerüstet ist. Der Fachhandel hält Disketten und auch CDs mit diversen Bildern und Cliparts bereit, die der Funk-

amateur in dieser Qualität nur mit großem Zeitaufwand herstellen kann. In vielen Runden hat sich bisher das „Farbbild-Set“ durchgesetzt. Auf CD oder auch auf vier Disketten (je 3,5"/1,44 MB, entpackt etwa 14 MB) sind ungefähr 5000 Bilder und Cliparts samt Katalogmenü untergebracht. Eine spezielle Software sorgt dafür, daß nach Eingabe der Bildnummer mittels Tastatur oder Wahl mittels Maus auf einer symbolischen Zehnertastatur das Bild nach maximal 5 s auf dem Bildschirm aufgebaut ist.

Jede SSTV-Runde besitzt ihr eigenes Farbbild-Set. Damit ist sichergestellt, daß jeder Teilnehmer problemlos und ohne vorherige Verständigung darüber, welcher Modus verwendet wird, die Bilder des Sets sehen kann. Der Ablauf der Übertragung ist relativ simpel: In der üblichen Reihenfolge der Runde verkündet die jeweilige Station in SSB die Nummer des Bildes, das von ihr vorgeschlagen wird. Daraufhin wählen die anderen Teilnehmer der Runde auf dem eigenen Computer die Bildnummer und erhalten bei der Wahl des entsprechenden Modus viel schneller als bisher ein Bild, dazu ohne Störungen, ohne Phasendrehungen und ohne Probleme. So ist gewährleistet, daß die gesamte Runde auch Vergnügen und Spaß an den Farbbildern hat. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist, daß man weder teure SSTV-Konverter noch teure Software benötigt. **Max Perner, DL7UMO**