

# Zirkulare Polarisation für UKW-Yagi-Antennen

MARTIN STEYER - DK7ZB

*Eigentlich ist zirkulare Polarisation nur für Satellitenbetrieb wirklich sinnvoll. Gegenüber linearer Polarisation verliert man 3 dB an Gewinn; nur wenn die Gegenstation ebenfalls zirkular arbeitet oder die Signale starke Polarisationsdrehungen aufweisen, können sich Vorteile ergeben. Beide Fälle sind aber in der Praxis sehr selten.*

Auch bei EME (Erde-Mond-Erde-Verbindungen) kann infolge der Polarisationsdrehung der Signale (Faraday-Rotation) eine zirkulare Antennenanlage deutliche Vorteile bieten, zumal wenn die Polarisations Ebenen schnell umschaltbar sind. Allerdings steigert das den bei EME ohnehin schon immensen Antennenaufwand noch einmal erheblich, weshalb nur in Ausnahmefällen damit gearbeitet wird. Nützlich kann es sein, von den beiden Ebenen einer Kreuzyagi getrennte Kabel zur Station zu führen und erst dort die Polarisationsumschaltung vorzunehmen. Arbeitet die Gegenstation mit linearer Polarisation, vermeidet man den Polarisationsverlust, bei Bedarf kann auf zirkular geschaltet werden. Zudem sind zwei verschiedene vertikale und horizontale Richtantennen aufwendiger als beide Ebenen auf einem Boomrohr. Für Satellitenverkehr ist zirkular rechtsdrehend Standard, weshalb man diese Möglichkeit bei nicht umschaltbarer Polarisation wählen sollte. Durchaus interessant sind Experimente mit wechselnden Polarisationsarten, besonders wenn man über Reflexionen oder in bergiger Lage über Beugungen funken muß.

## ■ Anordnung der Antennen

Wenn die beiden Yagis auf einem Tragrohr befestigt sind, gibt es zwei Möglichkeiten für die Anordnung der Antennen. Bei der X-Anordnung (Bild 1) sind beide Ebenen jeweils um 45° gegenüber dem Standrohr gedreht. Aufwendig dabei ist, daß bereits für normale lineare Polarisation ein Umschaltnetzwerk erforderlich ist. Auch die Mechanik der Befestigung läßt sich im Selbstbau nur aufwendig umsetzen.

Diese Nachteile vermeidet die kreuzförmige Anordnung (Bild 2), bei der jede Ebene allein für vertikal bzw. horizontal polarisierten Betrieb genutzt werden kann. Je nach Montageart muß das Standrohr bzw. horizontale Tragerohr für die Antenne aus Isoliermaterial bestehen. Bei kleinen und leichten Antennen kann das ein imprägnierter Besenstiel sein, den man zum zusätzlichen Wetterschutz in ein PVC-Rohr für die Elektroinstallation schiebt. Für längere Antennen kommt nur Material aus glas-

faserverstärktem Polyester in Frage. Ragt ein Metallrohr in die Antennenebene hinein, führt das zu erheblicher Beeinflussung der Antenneneigenschaften, weshalb ein solcher Fall unbedingt zu vermeiden ist.

Möchte man zwei getrennte Antennen einsetzen, bietet sich noch eine weitere Anordnung mit räumlichem Abstand beider Yagis an (Bild 3). Dieser Fall kommt insbesondere für 70-cm-Yagis mit Faltdipolen und großen Anschlußkästen in Frage. Werden solche Strahler nämlich dicht nebeneinander auf einem Boom montiert, können sich asymmetrische Konstruktionen einstellen, die nicht zu einer sauberen Zirkularpolarisation führen. Bild 4 zeigt eine an sich empfehlenswerte Anordnung

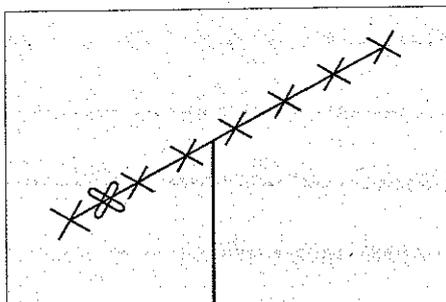


Bild 1: X-förmige Anordnung der beiden Antennenebenen

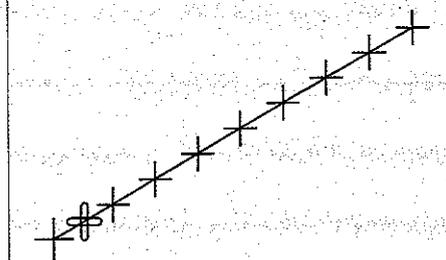


Bild 2: Kreuzförmige Anordnung mit vertikaler und horizontaler Ebene

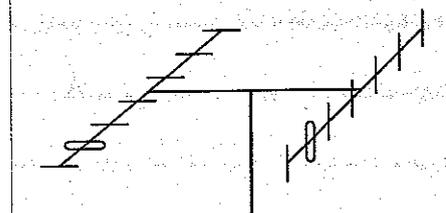


Bild 3: Räumliche Trennung der beiden Antennenebenen

(mit Montage der beiden Ebenen im Abstand von  $\lambda/4$  auf einem Boom) in einer kommerziell gefertigten 70-cm-Antenne, bei der die Anschlußkästen sehr groß sind und in das Strahlungsfeld der Antenne hineinragen. Damit kann es Schwierigkeiten bei der Anpassung beider Ebenen geben.

## ■ Verschalten für Zirkularpolarisation

Grundsätzlich wird Zirkularpolarisation dadurch erreicht, daß man beide Antennenebenen um 90° phasenverschoben speist, was einer Viertelwellenlänge entspricht. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dies in die Praxis umzusetzen. Die beiden einfachsten seien hier kurz vorgestellt.

Am verbreitetsten ist die Montage der Elemente beider Yagi-Ebenen direkt hintereinander mit dem mechanisch erreichbaren geringstmöglichen Abstand. Dann wird der Strahler einer Ebene über ein elektrisch  $\lambda/4$  langes Kabel mit dem Strahler der anderen Ebene verbunden. Die beiden Möglichkeiten für zirkulare Polarisation ergeben sich aus Bild 5 (rechtsdrehend) und Bild 6 (linksdrehend). Man erkennt, daß es darauf ankommt, welche Ebene das Verzögerungskabel erhält.

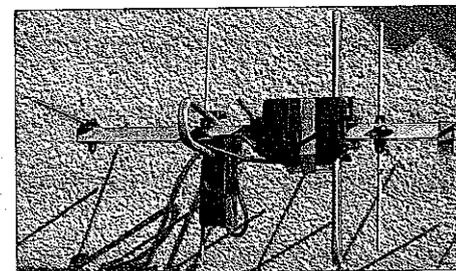


Bild 4: Elemente bei einer 70-cm-Kreuzyagi um  $\lambda/4$  auf dem Tragrohr versetzt

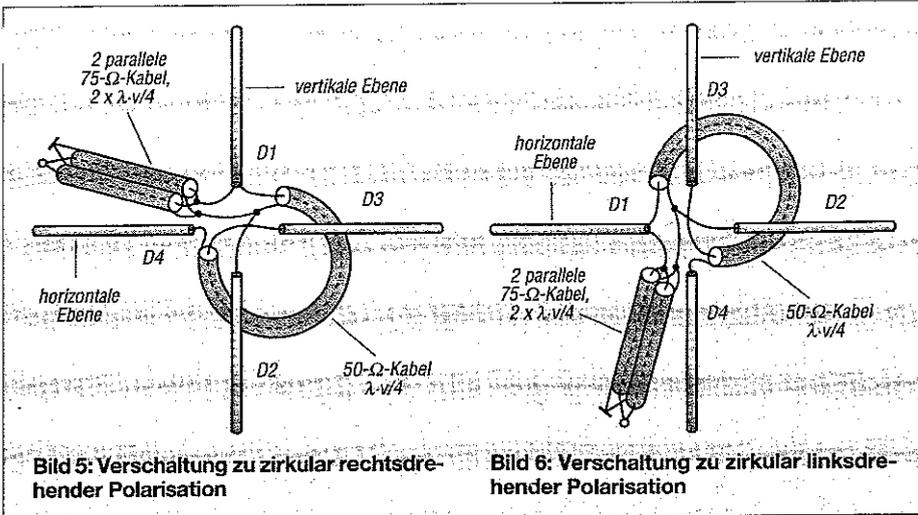
Analog werden auch Faltdipole angeschlossen, nur daß zusätzlich die Halbwellenumwegleitungen für die Transformation/Symmetrierung von 200  $\Omega$  auf 50  $\Omega$  vorhanden sind. Bei Montage der Verzögerungsleitung direkt an der Antenne erhält man fest eingestellte, zirkulare Polarisation.

Besser kann es sein, die Verzögerung von 90° durch einen Versatz der Elemente um eine Viertelwellenlänge auf dem Tragrohr zu realisieren (Bild 4).

Dann braucht man logischerweise keine Viertelwellenumwegleitung mehr. Die Kabel zu dem Punkt, an dem die Impedanzanpassung stattfindet, sind dann gleichlang. Diese Variante bietet sich speziell für das 70-cm-Band an.

## ■ Einfache Anpaßbox für die verschiedenen Polarisationsarten

Das Umschalten unmittelbar an den Speisepunkten würde sehr aufwendige Kon-



struktionen ergeben, so daß andere Wege besser geeignet sind. Verwendet man Schalter für die verschiedenen Polarisationsarten, so führen überdies dämpfungsarme Koaxialschalter oder -relais zu einer sehr teuren und aufwendigen Lösung [1]. Einfacher geht es mit einer zwar unbequemeren, aber schnell und preiswert zu realisierenden Methode, bei der man die Koaxialkabel von Hand umstecken muß.

sehen. Dabei sollte man Kabel mit Voll-PE-Dielektrikum verwenden (Verkürzungsfaktor  $v = 0,667$ ), weil Schaumstoffkabel beim Biegen kritisch reagieren können. Die „Seelen“ der Koaxialkabel werden jeweils mit den Innenanschlüssen der Buchsen verbunden, die Abschirmungen mit Masse. An Buchse 1 liegt das eine Ende der 50-Ω-Viertelwellen-Phasenleitung, das andere Ende dieses Kabels führt zusammen mit den zwei parallelen 75-Ω-Kabeln an Buchse 2.

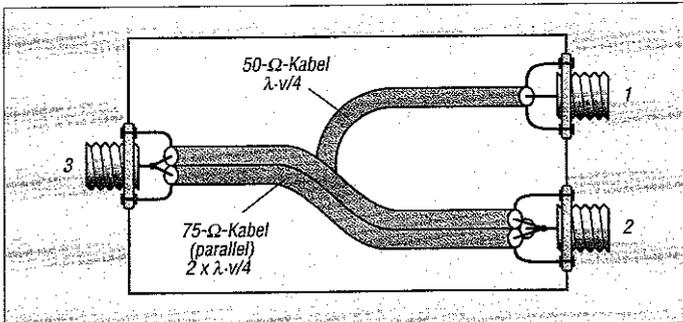
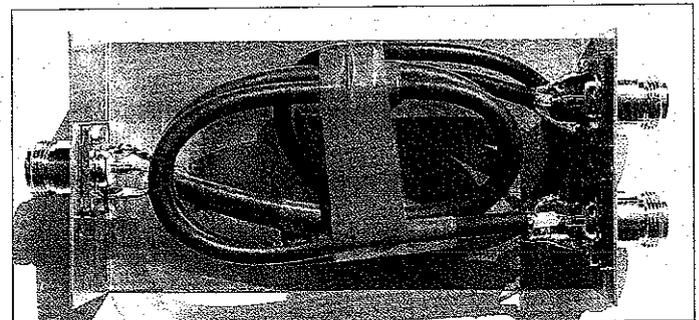


Bild 7: Schema der Anpaßbox

Dazu werden zwei exakt gleichlange Koaxialkabel von den kreuzförmig angebrachten Yagis zur Station geführt. Weil sich dabei Fertigungstoleranzen des Kabels negativ bemerkbar machen können, sollte man dazu keine Billigkabel unbekannter Herkunft einsetzen, sondern nur gute Industriequalität. Die Kabel werden an der Station mit farbigen Ringen aus Plastikband markiert, um Verwechslungen sicher auszuschließen. Die Box enthält jetzt nur noch die Viertelwellen-Verzögerungsleitung für die Phasenverschiebung und ein Transformationsglied, um die 25 Ω der beiden parallelgeschalteten Antennenkabel wieder auf 50 Ω zu bringen. Bei Inkaufnahme einer geringfügigen Fehlanpassung werden dazu zwei parallelgeschaltete Viertelwellenstücke mit 75-Ω-Kabel verwendet. Dabei führt Anschluß 3 zur Station (Schema Bild 7). Der einfache Aufbau der Box mit den Kabeln für eine 2-m-Antenne ist auf Bild 8 gut zu

Bild 8: Blick in die fertig aufgebaute Box  
Fotos: Autor



Folgende Varianten sind nun möglich: Direkter Anschluß eines Kabels an den Transceiverausgang ergibt wahlweise vertikale oder horizontale Polarisation. Anschluß 1 horizontal und Anschluß 2 vertikal führt zu zirkular rechtsdrehender Polarisation; bei Vertauschen der Eingänge mit Anschluß 1 vertikal und Anschluß 2 horizontal erhält man zirkular linksdrehend. Über Buchse 3 geschieht die Verbindung zum Transceiver.

**Antennen für zirkulare Polarisation**

Grundsätzlich lassen sich alle Yagis für Zirkularpolarisation aufbauen; deshalb folgt hier auch keine spezielle Baubeschreibung. Ich habe einfach auf demsel-

ben Tragrohr zwei Ebenen montiert. Problemlos geht das mit nicht zu langen Antennen (etwa 3 m Boomlänge), die keinen Unterzug o.ä. zur Verstärkung benötigen. Setzt man längere Antennen mit Unterzug ein, so kommt man um eine X-förmige Montage mit den oben geschilderten Nachteilen nicht herum. Wer aus käuflichen Antennen eine Kreuzyagi aufbaut, sollte auf möglichst kleine, flache Anschlußkästen achten, um die oben beschriebenen Effekte zu minimieren.

**Erfahrungen mit Zirkularpolarisation**

Beim Betrieb über die Phase-3D-Satelliten OSCAR-10 und -13 hat sich zirkular rechtsdrehende Polarisation sehr gut bewährt, ebenso bei niedrig umlaufenden Satelliten der russischen RS-Reihe. Versuche mit linearer Polarisation führten dabei mitunter kurzfristig zu höheren Feldstärken, meist war aber der Schwund wesentlich tiefer, teilweise bis zur Unleserlichkeit mancher Signale. Im terrestrischen Verkehr waren meine Erfahrungen recht zwiespältig. Bei Kontakten mit Mobilstationen in meiner recht bergigen Umgebung wirkt sich zirkulare Polarisation positiv aus. Das typische Mobilfading („Lattenzauneffekt“) verringert sich gegenüber reiner Vertikalpolarisation spürbar. Auch weit entfernte Relais haben mitunter bessere und stabilere Signale als bei einer reinen Vertikalantenne.

Andererseits konnten sich bei mir positive Ergebnisse im SSB/CW-Weitverkehr [2] durch Zirkularpolarisation nicht bestätigen. Obwohl ich an der Werra eine ausgesprochene Tallage habe und Reflexionen an der Tagesordnung sind, ergab sich durch Zirkularpolarisation gegenüber den Verhältnissen bei einer horizontalen Yagi in keinem Fall eine höhere Feldstärke. Aus diesem Grund habe ich schon vor Jahren derartige Versuche eingestellt.

**Literatur**

- [1] Stoll, H., DF7SO: Fernsteuerbare Umschaltung der Polarisation einer Kreuzyagi-Antenne, UKW-Berichte 19 (1979), H. 4, S. 217
- [2] Bittan, T., DJ0BQ: Antennennotizbuch; Weitere Überlegungen zur Zirkularpolarisation, UKW-Berichte 15 (1975), H. 2, S. 83