

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| 1. Kategorie:Antennen .....                  | 2  |
| 2. ATV-Antennen .....                        | 4  |
| 3. Antenne .....                             | 7  |
| 4. Antennenkabel .....                       | 9  |
| 5. Antennenkompendium .....                  | 11 |
| 6. Breitband Vertikal Antenne .....          | 20 |
| 7. Buddipole .....                           | 35 |
| 8. Datei:4-El-2m gebaut von OE5JFE.jpg ..... | 36 |
| 9. Datei:J Pole 2m OE5AUL.jpg .....          | 39 |
| 10. Portable, endgespeiste KW Antenne .....  | 41 |
| 11. Spider Beam .....                        | 42 |
| 12. Super Antennas .....                     | 45 |
| 13. Verkürzter Vertikalstrahler OE7OKJ ..... | 46 |
| 14. W3KH Quadrifilar Antenne .....           | 54 |

## Kategorie:Antennen

### Antennen

In dieser Kategorie werden die verschiedensten Antennenformen präsentiert. Viele Antennentypen eignen sich als Blaupausen für lohnende Selbstbauprojekte. Ein Ziel ist, sowohl einfache als auch kompakte Antennen für den mobilen und portablen Betrieb vorzustellen. Das Feld der Antennen bietet für den Funkamateurliebhaber ein breites Feld an Experimenten die mit einem Budget ab EUR 30,- beginnen.



### Seiten in der Kategorie „Antennen“

Folgende 11 Seiten sind in dieser Kategorie, von 11 insgesamt.

#### A

- [Antenne](#)
- [Antennenkabel](#)
- [Antennenkompendium](#)
- [ATV-Antennen](#)

#### B

- [Breitband Vertikal Antenne](#)
- [Buddipole](#)

#### P

- [Portable, endgespeiste KW Antenne](#)

#### S

- [Spider Beam](#)
- [Super Antennas](#)

#### V

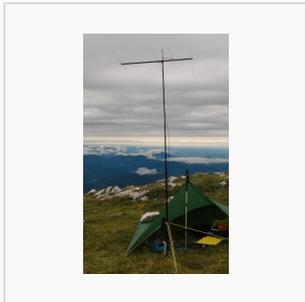
- [Verkürzter Vertikalstrahler OE7OKJ](#)

**W**

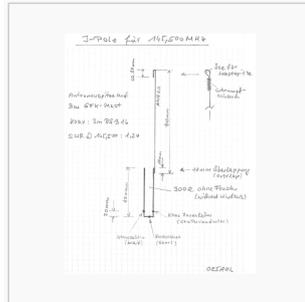
- [W3KH Quadrifilar Antenne](#)

**Medien in der Kategorie „Antennen“**

Folgende 2 Dateien sind in dieser Kategorie, von 2 insgesamt.



[4-El-2m gebaut von OE5JFE.jpg](#) 312 × 516;  
67 KB



[J Pole 2m OE5AUL.jpg](#)  
662 × 843; 46 KB

## ATV-Antennen

### Inhaltsverzeichnis

|  |   |
|--|---|
| 1 Antennenformen .....                 | 5 |
| 2 Antenneneinstellung .....            | 6 |
| 3 Antennenverstärker .....             | 6 |
| 4 DC-Blocker .....                     | 6 |
| 5 Dislozierte ATV-Sendebaugruppe ..... | 6 |

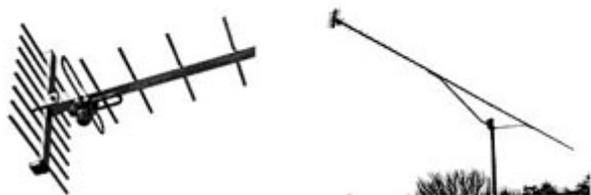
## Antennenformen

---

In dieser Kategorie wollen wir vorerst einmal nur die gebräuchlichen Antennenformen für ATV im 23cm- und im 13cm-Band betrachten.

Bei der Wahl einer geeigneten Antennenform spielt die Lage des QTH natürlich eine große Rolle. Gibt es überhaupt eine "quasioptische" Verbindung zum nächsten ATV-Relais oder ist man auf Reflexionen angewiesen? Wie groß ist die Entfernung zum Relais? Welche dämpfende Beeinflussungen zwischen Relais und QTH gibt es durch die "Fresnelzone" (Geländeschnitt)? Daraus resultieren u.a. auch Anforderungen an die Richtcharakteristik, an die [Antennenkabel](#) und an einen erwünschten (erforderlichen) Antennengewinn.

### YAGI-Antennen



Der Klassiker unter den Antennen ist die YAGI-Antenne. Nachteilig bei dieser Antennenform ist allerdings der Platzbedarf. Allerdings lassen sich mit steigender Elementenzahl der Direktoren auch höhere Antennengewinne erzielen. Exemplarisch sei hier angeführt eine im Fachhandel erhältliche YAGI-Antenne für das 23cm-Band mit 67 Elementen und einer Gesamtlänge von 5,1 Meter mit einem Gewinn von 19,9 dBD. Aber auch der "kleinere" Bruder für das 13cm-Band, ebenso mit 67 Elementen und einem Gewinn von 20 dBD, weist noch immer eine Länge von 3m auf. Angebrachte Mehrfach-Reflektoren sorgen für ein hohes Vor/Rückverhältnis. Diese Antennen sind sowohl für Vormast- als auch Unterzugmontage erhältlich.

### Parabolantennen



Wenn wir an unser digitales SAT-Fernsehen denken kommt uns natürlich sofort der Parabolspiegel in den Sinn. Einige von uns haben eventuell noch einen ausrangierten SAT-Spiegel im Keller oder es wird uns ein alter Spiegel von Freunden "zum Experimentieren" angeboten.

Bei der Verwendung eines SAT-Spiegels ist darauf zu achten, daß die Montage um 90 Grad gedreht durchgeführt werden muß da sich ja unsere ATV-Relais nicht stationär im Orbit sondern auf festem Boden auf der Erde befinden. Einen für die AFU-Bänder geeigneten Strahler (Erreger) erhält man im Fachhandel.

Zum Selbstbau sind Dosenstrahler besonders gut geeignet. Dosenstrahler sind „Dosen“-förmige Gebilde (z.B. leere Speiseöldosen mit abgeschnittenem Deckel) mit einem  $1/4 \lambda$ -Erregerstäbchen. Sie werden im Brennpunkt von einem Spiegel montiert und sind das frequenzbestimmende Bauteil bzw. die „eigentliche“ Antenne.

Zur Verminderung der Windlast kann auch eine Drahtvariante des Spiegels gewählt werden.

## **Flachantennen**

Die Low-cost-Variante für beispielsweise 23 cm und 13 cm sind auch selbst gebaute Hybrid-Quads, die sich leicht aus einseitig kaschiertem Platinenmaterial und Kupferdraht herstellen lassen.

## **Antenneneinstellung**

---

## **Antennenverstärker**

---

## **DC-Blocker**

---

## **Dislozierte ATV-Sendebaugruppe**

---

Gerade in Arbeit von --oe3rbs 08:20, 20. Mär. 2010 (UTC)

## Antenne

Die Antenne ist sicher eine der wichtigsten Komponenten einer Funkstation überhaupt. Viele Antennentypen sind auch lohnende Selbstbauprojekte sowohl für Einsteiger als auch für Fortgeschrittene.

### Inhaltsverzeichnis

|   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| 1 | Definition .....                     | 8 |
| 2 | Grundlegende Eigenschaften .....     | 8 |
| 3 | Antennentypen .....                  | 8 |
| 4 | Antennen für portablen Betrieb ..... | 8 |

## Definition

Die Sendeantenne wandelt die leitungsgebundene elektromagnetische Welle um in eine Freiraumwelle. Der Großteil der Sendeleistung, die in Form einer leitungsgebundenen elektromagnetischen Welle (über das Antennenkabel) an die Sendeantenne übergeben wird, wird in Form einer Freiraumwelle abgestrahlt.

Umgekehrt wandelt die Empfangsantenne einen Teil der transportierten Leistung der ankommenden elektromagnetischen Freiraumwelle in eine leitungsgebundene Welle um, die über eine Zuleitung (das Antennenkabel) an den Empfänger weitergeleitet wird.

## Grundlegende Eigenschaften

Siehe [Antennenkompendium](#).

## Antennentypen

Siehe [Antennen](#).

## Antennen für portablen Betrieb

siehe [Sammlung portabler Antennen für SOTA POTA usw.](#)

## Antennenkabel

### Antennenkabel und -Dämpfung

Bei der Auswahl der Zuleitung zur Speisung der [Antenne](#) ist auf die mit steigender Frequenz ansteigende Kabeldämpfung zu achten. Je länger die Zuleitung zur Antenne ist und je höher die verwendeten Frequenzen, um so wichtiger wird die Auswahl eines geeigneten Leitungstyps. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen [symmetrischen und asymmetrischen](#) Leitungen. Zu den asymmetrischen Leitungen zählt die Koaxialleitung (kurz: Koax, Koaxkabel). Zu den symmetrischen Leitungen zählt die Zweidrahtleitung (oft auch Hühnerleiter genannt).

Insbesondere im Betrieb auf den SHF-Bändern, z.B. ATV auf 23cm und 13cm, ist zur Vermeidung großer Dämpfungsverluste ein Antennenkabel höchster Güte einzusetzen.

Bei zu langen Strecken zwischen dem Shack und der Antennenanlage sollten auch Varianten mit RX-Antennenverstärker und alternative TX-Installationen, wie z.B. eine dislozierte Montage der Sendebaugruppe direkt am Antennenmast in Betracht ziehen. Der Sender sollte auf den hochfrequenten Bändern nicht gerade „unten“ im Shack sitzen und noch mit 20 m Koaxkabel abgetrennt von der Antenne sein. Die hohen Dämpfungswerte der Koaxialkabel auf den GHz-Frequenzen verhindern, dass noch ausreichend HF-Leistung am Ende eines langen Kabels ankommt.

Hier hilft das niederfrequente Basisband (siehe [ATV-Fachbegriffe](#)). Die Basisbandaufbereitung kann auch unten im Shack sitzen und das bei etwa 5 MHz liegende Signal kann über ein fast beliebig langes 75 Ohm - Kabel zum Dachboden bzw. dem Antennenmasten geführt werden, wo der eigentliche ATV-Sender sitzt.

### Kabeldämpfung bei 100m Leitungslänge

| Bezeichnung | Durchmesser | Biegeradius | 145 MHz | 432 MHz | 1,3 GHz | 2,4 GHz  | 5,0 GHz  |
|-------------|-------------|-------------|---------|---------|---------|----------|----------|
| RG58C/U     | 4,95 mm     | 25 mm       | 17,8 dB | 33,2 dB | 64,5 dB | 100 dB   |          |
| RG213/U     | 10,30 mm    | 50 mm       | 8,5 dB  | 15,8 dB | 30,0 dB | 47 dB    |          |
| Aircell 5   | 5,00 mm     | 30 mm       | 11,9 dB | 20,9 dB | 39,0 dB | 49,87 dB | 81,25 dB |
| Aircell 7   | 7,30 mm     | 25 mm       | 7,9 dB  | 14,1 dB | 26,1 dB | 38 dB    |          |
| Aircom Plus | 10,30 mm    | 55 mm       | 4,5 dB  | 8,2 dB  | 15,2 dB | 21,5 dB  |          |
| Ecoflex 10  | 10,20 mm    | 44 mm       | 4,8 dB  | 8,9 dB  | 16,5 dB | 23,1 dB  | 35,1 dB  |
| Ecoflex 15  | 14,60 mm    | 150 mm      | 3,4 dB  | 6,1 dB  | 11,4 dB | 16,0 dB  | 25,7 dB  |
| H1000       | 10,30 mm    | 75 mm       | 5,1 dB  | 9,1 dB  | 18,3 dB | 26,6 dB  |          |
| H2000 FLEX  | 10,30 mm    | 50 mm       | 4,8 dB  | 8,5 dB  | 15,7 dB | 21,6 dB  |          |

Für höhere Frequenzen als 3 GHz werden meist [SemiRigid-Kabel](#) verwendet

--oe3rbs 10:46, 20. Mär. 2010 (UTC)

## Antennenkompendium

### Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <b>1 Allgemeines</b>                                      | 12 |
| 1.1 Umkehrprinzip   | 12 |
| 1.2 Antennenformen  | 12 |
| <b>2 Antennenschnittstelle</b>                            | 13 |
| 2.1 Fußpunktimpedanz $Z$                                  | 13 |
| 2.1.1 Antennenanpassung                                   | 13 |
| 2.2 Symmetrieeigenschaften der Antennenschnittstelle      | 14 |
| 2.3 Steckernorm   | 14 |
| <b>3 Wirkungsgrad</b>                                     | 14 |
| <b>4 Polarisation</b>                                     | 15 |
| <b>5 Strahlungsdiagramm</b>                               | 16 |
| <b>6 Antennengewinn</b>                                   | 17 |
| <b>7 Nahbereich (Nahfeld), Übergangszone und Fernfeld</b> | 17 |
| <b>8 Ergänzungen</b>                                      | 18 |
| 8.1 Aktive Antennen                                       | 18 |
| 8.2 Magnetische Antennen / Rahmenantennen                 | 18 |

---

## Allgemeines

---

Unter einer Antenne versteht man ganz allgemein einen Wellentyp-Wandler, der hochfrequente leitungsgeführte Wellen in Freiraumwellen umwandelt und umgekehrt. Das hochfrequente elektromagnetische Feld (HF-Feld) besteht aus zwei miteinander gekoppelten Feldkomponenten, und zwar einer elektrischen und einer magnetischen Feldkomponente. Von einer „elektrischen Antenne“ spricht man dann, wenn die Antenne die elektrische Feldkomponente anregt bzw. die Antenne von dieser Feldkomponente angeregt wird. Diese Anregung ist nur kapazitiv möglich, d. h. eine elektrische Antenne stellt eine Kapazität gegenüber der Antennenumgebung dar. Von "magnetischen Antennen" spricht man hingegen, wenn die Antenne die magnetische Feldkomponente anregt bzw. von ihr angeregt wird (siehe Anmerkungen). Diese Anregung ist nur induktiv möglich, d.h. durch eine Spule, die allerdings klein gegenüber der Wellenlänge sein muß (Durchmesser der Spulenwicklung  $< 1/10$  der Wellenlänge). Die im Kurzwellenbereich oft verwendeten großen Drahtschleifen (z.B. Rombusantenne, Quadantennen) sind hingegen elektrische Antennen.

## Umkehrprinzip

Für Antennen gilt das sog. „Umkehrprinzip“, das auch "Reziprozität" genannt wird. Es gilt unter wenigen und meist erfüllten Voraussetzungen an die Antenne und deren Umgebung. Das Umkehrprinzip besagt, dass eine Antenne für den Sende- und für den Empfangsfall die gleichen elektromagnetischen Eigenschaften aufweist und daher auch die charakteristischen Kenngrößen für diese beiden Anwendungsfälle ident sind. Das Umkehrprinzip gilt jedoch nicht für sog. „Aktivantennen“, denn diese sind speziell für den Empfangsfall konstruiert und enthalten "aktive" Bauelemente, die das Empfangssignal verstärken und diese verhalten sich nicht reziprok. Daher sind Aktivantennen nicht für den Sendebetrieb verwendbar (siehe Anmerkung).

## Antennenformen

Unter der Vielzahl bekannter Antennenformen werden im Amateurfunk fast ausschließlich drei Formen benutzt: lineare Antennen, Antennen mit reflektierenden Flächen und Hornantennen (Hornstrahler). Die linearen Antennen, die typisch nur eine bevorzugte mechanische Dimension haben (typisch Drahtantenne), lassen sich alle auf einen Dipol oder Dipolkombination zurückführen. Im KW-Bereich werden fast nur lineare Antennen verwendet. Antennen mit reflektierenden Flächen sind typisch für hohe und sehr hohe Frequenzen, wobei die reflektierenden Flächen eben sein können (z.B. Winkereflektor) oder räumlich gekrümmt sind (z. B. Parabolantenne). Der eigentliche Erreger (Strahler), der sich vor der reflektierenden Fläche befindet, ist entweder ein lineares Antennenelement oder ein Hornstrahler. Die Hornstrahler schließlich werden nur im GHz-Bereich verwendet und stellen im Prinzip einen trichterförmig aufgeweiteten, einseitig offenen Hohlleiter dar. Die hochfrequenten Eigenschaften von Antennen können durch eine Vielzahl von Kenngrößen beschrieben werden. Wir wollen uns hier auf die wichtigsten beschränken, deren Kenntnis für den Amateurfunkalltag völlig ausreicht und dass wir „über Antennen fachsimpeln können“.

---

## Antennenschnittstelle

---

Die Antennenschnittstelle ist Speisepunkt der Antenne. Sie wird – wie jede andere hochfrequente Schnittstelle auch – durch drei Kenngrößen charakterisiert.

### Fußpunktimpedanz $Z$

Die Fußpunktimpedanz  $Z=R+jX$  einer Antenne ist i.a. komplexwertig, d.h. sie weist einen "Ohmschen" Wirkanteil  $R$  und eine Blindkomponente  $X$  auf. Ist die Antenne resonant, dann tritt nur der Wirkwiderstand  $R$  auf. Bei einer Antenne aus gespannten Drähten bzw. Stangen kann man feststellen: ist die Antenne etwas länger als die Resonanzlänge, dann tritt ein induktiver Blindanteil auf ( $X>0$ ), ist sie kürzer als die Resonanzlänge, dann ist der Blindanteil kapazitiv ( $X<0$ ). Soll eine nicht resonante Antenne in Resonanz gebracht werden, dann muss der Blindanteil  $X$  am Antennenfußpunkt durch einen gleich großen, jedoch entgegengesetzten Blindwiderstand ( $-X$ ) „kompensiert“ werden (Verlängerungsspule, Verkürzungskondensator).

Der Wirkanteil  $R$  der Fußpunktimpedanz  $Z$  besteht aus zwei Anteilen:  $R = R_v + R_s$ . Hierbei charakterisiert  $R_v$  die Antennenverluste, d.h. wenn die Antenne im Fußpunkt den Strom  $I$  aufnimmt (Effektivwert), so ist die Verlustleistung  $P_v = R_v I^2$ . Die abgestrahlte Wirkleistung wird durch den Strahlungswiderstand  $R_s$  charakterisiert, d.h. wenn die Antenne im Fußpunkt den Strom  $I$  aufnimmt (Effektivwert), so ist die abgestrahlte Wirkleistung  $P_s = R_s I^2$ .

Der Strahlungswiderstand  $R_s$  ergibt sich bei vorgegebener Wellenlänge aus der elektrischen Dimension der Antenne. Diese unterscheidet sich von der mechanischen Dimension durch Berücksichtigung des Verkürzungsfaktors (Schlankheitsgrades). Der Strahlungswiderstand ist für einen Halbwellendipol ca. 72 Ohm, für einen Viertelwellenstrahler rund 36 Ohm, für stark verkürzte Antennen fällt er rasch unter 10 Ohm und beträgt für typische Dimensionen von Magnetantennen nur Bruchteile eines Ohms!

Um effizient senden zu können, soll  $R_s$  viel größer als  $R_v$  sein. Ein Maß für die Effizienz der Antenne ist der Antennenwirkungsgrad  $\eta = R_s / (R_s + R_v)$ , siehe unten.

Der Blindanteil  $X$  der Fußpunktimpedanz  $Z$  charakterisiert die Energie, die im Nahfeld der Antenne im Sendebetrieb gespeichert ist. Diese Energie im Nahfeld der Antenne wird nicht abgestrahlt. Alle Objekte, die sich im Nahfeld der Antenne befinden beeinflussen die Impedanz  $Z$  merklich. Das Nahfeld der Antenne erstreckt sich ungefähr bis zur Rayleighdistanz der Antenne.

### Antennenanpassung

Um eine optimale Leistungsübertragung vom Antennenkabel zur Antenne sicherzustellen, müssen die HF-eigenschaften des Kabels und des Fußpunktimpedanzes ident sein. Im Falle des Fußpunktimpedanzes muß dieser mit dem HF-Widerstand des Kabels übereinstimmen. In der HF-Technik herrscht heute die „50-Ohm.Welt“ vor. Auch im Amateurfunk werden vorrangig 50 Ohm Koaxialkabel verwendet. Wenn daher der Fußpunktimpedanz der Antenne von 50 Ohm abweicht, dann kommt es an dieser Schnittstelle zu Reflexionen und dadurch zur Ausbildung von Stehwellen, auf der Koaxialleitung. Dadurch geht neben der Grunddämpfung des Koaxialkabels zusätzlich HF-Leistung „verloren“ (sie wird in Wärme umgesetzt). Um die Schnittstellenimpedanz ident zu machen, werden sog. „Antennenanpassgeräte“ verwendet.

Sie haben die Aufgabe, den Fußpunktwiderstand, den Fußpunktwiderstand der Antenne auf den HF-Kabelwiderstand zu transformieren und zudem übernehmen sie dabei auch meist die Aufgabe, allfällige Blindanteile wegzustimmen. Antennenanpassgeräte gehören daher an den Fußpunkt der Antenne! Im einfachsten Fall ist das Anpassgerät eine Kombination aus Spulen und Kondensatoren, wobei die „Verlustbringer“ fast immer die Spulen sind, die im Amateurfunk oft eine zu geringe Güte aufweisen.

## Symmetrieeigenschaften der Antennenschnittstelle

Grundsätzlich wird zwischen symmetrischen und unsymmetrischen linearen Antennen unterschieden. Dementsprechend muß auch das Antennenkabel ausgeführt sein. Ist dies nicht der Fall, wird also eine symmetrische Antenne (Dipol) mit einem unsymmetrischen Koaxialkabel angespeist, dann bilden sich auf diesem Koaxialkabel Mantelwellen aus, das Koaxialkabel strahlt (es wird selbst zu einer Antenne) und die beabsichtigte Schirmwirkung geht verloren. Sind daher die Symmetrieeigenschaften zwischen Antennenkabel und Antennenschnittstelle nicht ident, muss symmetriert werden (Balun, HF-Drossel). Bei einer offenen Zweidrahtleitung, die durch die gleich großen, jedoch entgegengesetzt fließenden Ströme an sich ebenfalls eine Schirmwirkung aufweist, geht diese durch ungleich Ströme auf den Leitungen verloren und sie strahlt dann ebenfalls. Der Begriff Mantelwellen ist bei offenen Zweidrahtleitungen nicht üblich.

## Steckernorm

Um eine einwandfreie elektrische und mechanisch belastbare Verbindung zwischen Antennenschnittstelle und Antennenkabel herzustellen, müssen die Steckernormen ident sein. Im Amateurfunk ist für Antennen die PL, N und BNC-Norm üblich, im militärischen Bereich die C-Norm. Für hochwertigere Antennenkabel werden Stecker verwendet die meist nach der Erzeugerfirma benannt werden (z.B. Spinner-Stecker). Stimmen die Normen an der Schnittstelle nicht überein, sind für einwandfreie Verbindungen Adapter erforderlich. Achtung – nur N-Stecker können wirklich wasserdicht ausgeführt werden!

## Wirkungsgrad

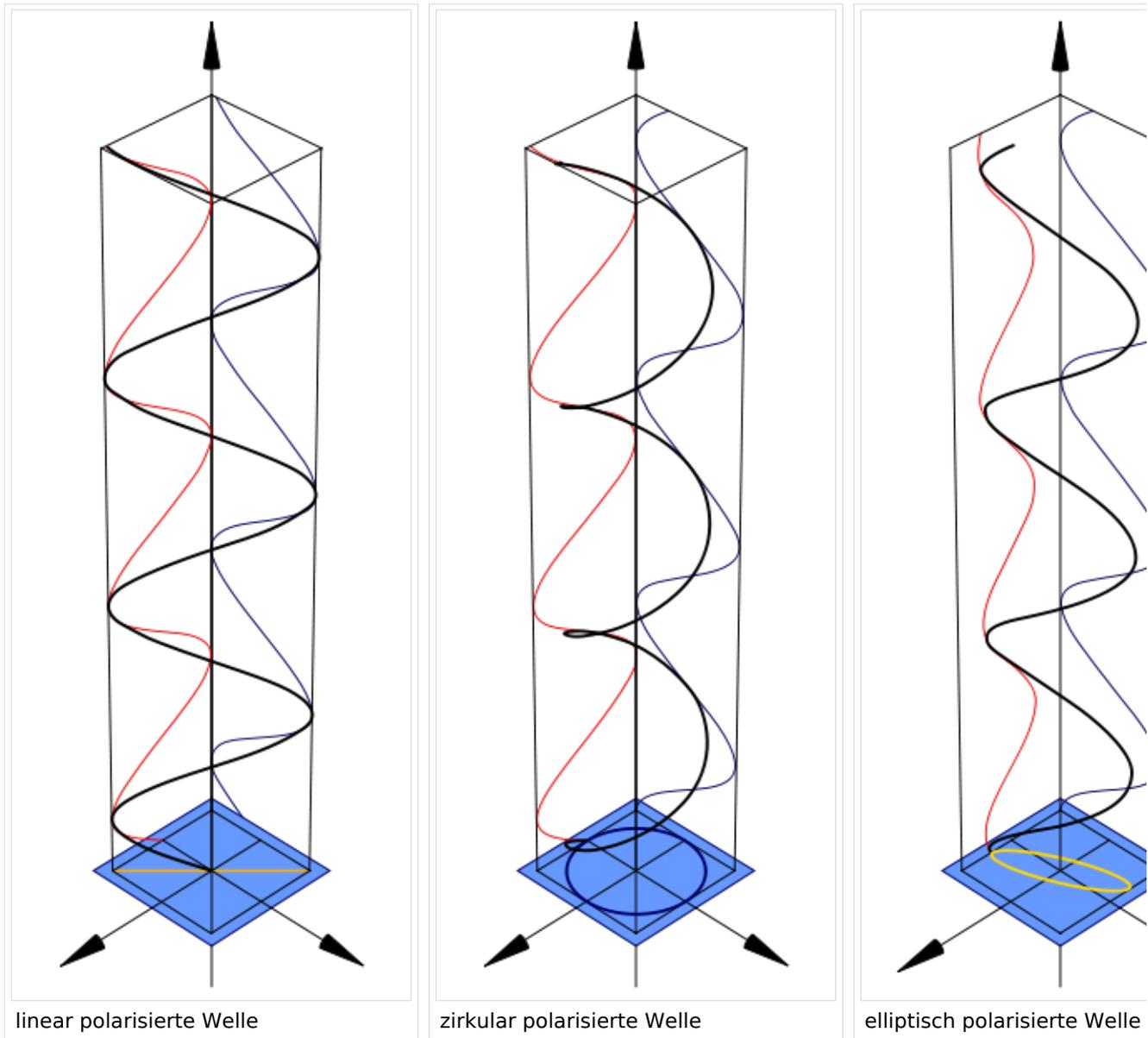
Unter dem Antennenwirkungsgrad  $\eta$  versteht man das Verhältnis zwischen der Leistung, die der Antenne zugeführt wird, und jener, die abgestrahlt wird. Der Antennenwirkungsgrad berechnet sich aus dem Verlustwiderstand  $R_v$  und dem Strahlungswiderstand  $R_s$  mittels  $\eta = R_s / (R_s + R_v) = R_s / R$ . Der Wirkungsgrad ergibt sich aus dem Verhältnis des Strahlungswiderstandes  $R_s$  zum Wirkanteil  $R$  der Fußpunktimpedanz, siehe hierzu auch: Abschnitt Fußpunktimpedanz. Eine verlustfreie, ideale Antenne hätte einen Verlustwiderstand  $R_v=0$  und Wirkungsgrad 1 bzw. 100%.

Die Verlustwiderstände ergeben sich aus den ohmschen Verlusten des Antennenmaterials, die bei den üblich verwendeten Materialien (Alu, Kupfer, Bronze) und Antennendimensionen und HF-Frequenzen weitgehend vernachlässigt werden können, aus Isolationsverlusten und bei Vertikalantennen, sowie bodennah montierten Horizontalantennen aus den Erdverlusten. Bei nicht resonanten Antennen kommen dazu noch Verluste durch Abstimmelemente und Anpasselemente die allerdings bei sorgfältigen Aufbau vernachlässigbar sind (Größenordnung 3-5%), bei geringer Güte der Komponenten (Spule!), sowie mehrdeutiger Kombination der Bauteile (z.B. T-Glied!) trotz Anpassung schnell 30% und mehr betragen können! Bei einem resonanten, horizontalen Halbwellendipol in ausreichender Höhe über Grund kann mit einem Wirkungsgrad

von über 97% gerechnet werden. Bei stark verkürzten Mobilantennen sinkt er schnell deutlich unter 20% und bei kleinen Loopantennen und nicht höchster Sorgfalt beim Aufbau bleiben nur ein paar wenige % über. Gerade bei diesen kleinen Antennenformen spielt dann auch die Materialwahl eine zunehmende Rolle. Grundsätzlich wird man daher versuchen, die Verlustwiderstände vor allem bei verkürzten Antennenformen so gering als möglich zu halten.

## Polarisation

Unter der Polarisation eines elektromagnetischen Feldes versteht man die Schwingungsebene des elektrischen Feldvektors.



Sie ist im allgemeinsten Fall elliptisch, d.h. die Spitze des elektrischen Feldvektors beschreibt eine Ellipse. Sind die Achsen dieser Ellipse gleich lang, dann entartet sie in einen Kreis und man spricht dann von Kreis. Oder Zirkularpolarisation, die rechts- oder linksdrehend sein kann. Schwingt der elektrische Feldvektor schließlich in einer Ebene, dann spricht man von linearer Polarisation. Je nach Lage dieser Ebene zur Bezugsebene, die beim terrestrischen Funk die benutzte Erdoberfläche immer einen vertikalen und einen horizontalen Anteil, der sich

jedoch ständig in seiner Stärke (Feldstärke) änder und so zu einem „Polarisationsfading“ führt. Während nahezu alle KWW-Antennebn linear polarisiert sind, verwendet man im UKW-Bereich für EME- und Satellitenverbindungen oft zirkular polarisierte Antennen, da es beim Durchgang des elektromagnetischen Feldes durch die Ionospäre zu einer Polarisationsdrehung kommt. Senkrecht zur Erdoberfläche angeordnete Antennen sind also vertikal polarisiert, während horizontal dazu angeordnete lineare Antennen horizontal polarisiert sind. Nach Reflexion der KW an der Ionospäre geht die ursprünglich immer lineare Polarisation in eine elliptische Polarisation über, so dass es für den DX-Verkehr eigentlich unerheblich ist, welche Polarisation die Antenne aufweist, da immer beide Anteile vorhanden sind. Bezüglich des Abstrahlwinkels (siehe) ist diese Aussage jedoch nicht ganz zutreffend.

## Strahlungsdiagramm

Unter dem Strahlungsdiagramm versteht man die räumliche Verteilung des elektrischen Feldes um eine Antenne. Dabei muß immer zwischen dem „freiraumverhalten“ (Antenne mindestens 10 Wellenlängen über einer störenden Fläche, z.B. Erdboden), dem „idealen Fall“ (Antenne befindet sich über einer unendlich ausgedehnten und unendlich gut leitenden ebenen Fläche) und dem „realen Fall“ unterscheiden, bei dem die Bodenleitfähigkeit und das Geländeprofil mitberücksichtigt werden. Früher eine sehr aufwändige mathematische Angelegenheit, ist es heute mit allgemein erhältlicher Software möglich, die Strahlungsdiagramme aller nur denkbaren Antennenformen einschließlich Boden- und Geländeeinfluß zu berechnen und tabellarisch oder graphisch darzustellen. Dabei werden zur graphischen Darstellung zwei Diagramme bevorzugt verwendet und zwar das Horizontaldiagramm (parallel zur Erdoberfläche), auf dem die Richtwirkung von Richtantennen sofort erkennbar ist, Nebenkeulen dargestellt werden und der „Öffnungswinkel“ sofort abgelesen werden kann. Dieser gibt an, innerhalb welchen Winkelbereiches die Strahlungsleistung auf die Hälfte (-3dB) zurückgeht. Das Vertikaldiagramm (senkrecht zur Erdoberfläche) läßt hingegen die sofortige Bestimmung des Abstrahlwinkels zu, der vor allem für KW von wesentlicher Bedeutung ist. Bei horizontal polarisierten Antennen ist dieser Winkel von der Höhe der Antenne über der Antennenumgebung bis mindestens 10 Wellenlängen abhängig (manche Autoren gehen von 50 und noch mehr Wellenlängen aus). Der Abstrahlwinkel ist – wenige Sonderfälle ausgenommen – dafür verantwortlich, wie viele Reflexionen („Sprünge; Hops“) bis zum Zielort notwendig sind und damit, wie viel an Zusatzdämpfung neben der reinen Entfernungsdämpfung zu erwarten ist. Zur groben Abschätzung ist von -10 dB je Ionosphärenreflexion (eigentlich Brechung) inklusive Dämpfungseffekten in der D-Schicht und -3 dB je Bodenreflexion auszugehen. Bei vertikal polarisierten Antennen treten über Durchschnittsböden Abstrahlwinkel von 20° und mehr auf. Über Meerwasser ist dieser Winkel (in der Fachliteratur als „Pseudo-Brewsterwinkel“ bezeichnet) nur wenige 2° bis 5°. Das verursacht einen uneinholbaren Vorteil für alle unmittelbar an der Küste stehenden Vertikalantennen („Sea-Gain“). Wegen der für horizontal polarisierte Antennen zur Erzielung eines flachen Abstrahlwinkels notwendigen Aufbauhöhe von mindestens einer halben Wellenlänge über Grund, liegt für die Mehrzahl der Funkamateure die Entscheidung, ob vertikal oder horizontal polarisiert, bei 10 MHz. Nur mehr eine kleine („Glückliche Minderheit“) kann/darf höhere Antennenmaste errichten, von den Kosten einmal ganz abgesehen. Da die Mehrzahl der künstlichen Störungen („Man Made Noise“) vertikal polarisiert ist, sind Vertikalantennen

„störanfälliger“ als horizontal polarisierte Antennen. Hier treffen dann zwei ungünstige Momente im Stadtgebiet zusammen: beschränkter Platz zwingt zu Vertikalantennen und gerade dichter besiedeltes Gebiet und/oder Industrie liefert einen höheren Störpegel. Vor vielen Jahren noch bezüglich Antennenhöhe(n) und Dimension(en) völlig uneingeschränkt, gehöre ich nun zu der Mehrzahl der „Antennengeschädigten“ in einer Großstadt – beides erlebt und absolut keine Vergleich!

## Antennengewinn

---

Ausgangspunkt ist ein „isotroper Strahler“, das ist eine nur theoretisch denkbare punktförmige Antenne, die nach allen Richtungen hin gleiche Strahlungseigenschaften aufweist. Sie wird vor allem für Rechenmodelle als Bezugsantenne verwendet und alle Leistungsangaben erfolgen dann in dBi. Ein solcher Strahler ist in alle Richtungen hin ein idealer Rundstrahler. Die einfachste realisierbare Antenne ist ein Dipol, der als Bezugsantenne als resonanter Halbwellendipol ausgeführt wird. Alle Leistungsangaben gegenüber diesem Halbwellendipol erfolgen dann in dBd und da er gegenüber dem isotropen Strahler bereits zwei ausgeprägte Vorzugsrichtungen hat, weist er gegen diesen einen Gewinn von rund 2 dBi auf. Der Gewinn ist also eine Angabe in dB, wie viel mal mehr Leistung von einer Antenne in eine (oder mehrere Vorzugsrichtungen) gegenüber einer Bezugsantenne abgestrahlt bzw. im Empfangsfall aufgenommen wird. Bei linearen Antennen können durch Kombination von mehreren Antennenelementen Gewinne von 6 dBd (z.B. optimierte Yagiantenne mit 3 Elementen), maximal aber rund 18 dBd in einem System erreicht werden. Eine „Stockung“ bringt einen Gewinnzuwachs von theoretisch weiteren 3 dB je System. Mit Parabolantennen hingegen sind 30, 40 und mehr dB Gewinn möglich. Wegen der notwendigen Dimensionen werden solche Antennen aber nur auf höheren Frequenzen verwendet, im Amateurfunk typisch ab 23 cm aufwärts. Parabole für das 70-cm-Band haben im Amateurfunk Seltenheitswert. Gewinn in (meist) eine Vorzugsrichtung bedeutet aber, dass alle anderen Richtungen „benachteiligt“ werden, was zu Ausblendung von Störungen und Rauschen immer erwünscht ist. Dazu definiert man zwei charakteristische Kenngrößen, und zwar

- Das Vor-Rückwärtsverhältnis („front to back ratio“) in dB und
- Das Vor-Seitenverhältnis („front to side ratio“)

Beide Kenngrößen sind direkt aus dem horizontalen Strahlungsdiagramm ablesbar. Rechtantennen haben allerdings den „Nachteil“, dass sie entweder schaltbar oder drehbar angeordnet sein müssen, soll nicht nur eine Richtung bevorzugt werden. Bei vertikalen Antennenkombinationen ist die Antennenanordnung starr und die Richtungsänderung erfolgt typisch mittels „Phasendrehgleider“, während horizontale Richtantennen mittels Antennenrotoren gedreht werden.

## Nahbereich (Nahfeld), Übergangszone und Fernfeld

---

Im Nahfeld der Antenne können die Antenneneigenschaften stark beeinflusst werden. Das kann einerseits ein Nachteil sein, wenn die Strahlungseigenschaften in eine oder mehrere Richtungen unerwünscht gestört werden. Umgekehrt nutzt man das Nahfeld einer Antenne aus, wenn eine bevorzugte Strahlungsrichtung erzielt werden soll. Dazu werden im Nahbereich resonante oder annähernd resonante Leiter angebracht, die mit dem eigentlichen Strahler passiv gekoppelt sind

(typisch Yagi-Antenne) oder alle Elemente aktiv gespeist werden (Dipolzellen und Spalten). Damit entstehen Richtantennen mit symmetrischen oder unsymmetrischen (einseitigen) Strahlungsdiagrammen. Dieses Nahfeld reicht ca. eine halbe bis max. eine Wellenlänge um die Antenne. Daran schließt die als Fernfeld bezeichnet. Für die Kommunikation interessieren die Strahlungseigenschaften der Antenne im Fernfeld, während das Nahfeld für den Antennenbauer interessant ist, da er hier die Strahlungseigenschaft beeinflussen kann. Für die Praxis gilt die Faustregel, dass Leiter im Nahfeld, die kürzer/länger als 10% der Resonanzlänge sind, das Strahlungsdiagramm nicht mehr wesentlich beeinflussen.

---

## Ergänzungen

---

### Aktive Antennen

Verkürzt man einen linearen Strahler von der Halbwellenresonanz beginnend, dann nimmt die entnehmbare Signalleistung allmählich ab, es verbessert sich allerdings gleichzeitig das für den Empfang ausschlaggebende Signal-Rauschverhältnis. Schließlich erreicht man für den KW-Bereich bei ca. 1,5 m Strahlerlänge einen Wert, bei dem ein optimales Signal-Rauschverhältnis erreicht wird. Ein derartiger Strahler hat aber einen extrem kleinen Strahlungswiderstand, so daß eine passive Leistungsauskopplung über ein Koaxialkabel einem Kurzschluß gleichkommt. Wird der Antennenfußpunkt hingegen mit einem sehr hochohmigen, aktiven Bauteil verbunden (typisch FET), dann „sieht“ die Antenne diese Belastung nicht und die Signalleistung kann ausgekoppelt werden, wobei das aktive Bauelement nicht verstärkt (sogar leicht negativer Gewinn), sondern als Impedanzwandler von einigen Mega-Ohm eingangsseitig auf rund 50 Ohm ausgangseitig wirkt. Dahinter folgen dann ein oder mehrere konventionelle Verstärkerstufen. Diese Antennen haben zwei Schwachstellen, deren Überwindung einen teilweise hohen Schaltungsaufwand und ausgefeilte Bauteileauslegung erfordern. Aktive Bauelemente sind anfällig gegen Felder, Blitzschlag!). Professionelle Aktivantennen mit einem intermodulationsfreien Dynamikbereich von +35dB und mehr und hoher Spannungsresistenz (gegen einen direkten Einschlag gibt es keinen wirksamen Schutz sondern nur eine möglichst gute Versicherung!) sind daher teuer und ihre Verwendung ist im Amateurfunk eher selten. Sie sind typisch im kommerziellen Bereich, wo Sende- und Empfangsantennen aus Platzgründen in nur geringem Abstand zueinander angeordnet werden müssen (typisch 10 m und weniger). Auf Grund ihrer geringen Baugröße sind sie allerdings ideal für gepulste Empfangs-Systeme für 160 /80 und 40 m, da sie sich quasi „gegenseitig nicht sehen“ und so die Bußpunktimpedanz nicht beeinflussen und man so von ungestörten 50-Ohm-Schnittstellen ausgehen kann.

### Magnetische Antennen / Rahmenantennen

Von magnetischen Antennen spricht man dann, wenn ausschließlich die magnetische Feldkomponente angeregt bzw. aufgenommen wird. Diese Antennen haben ein ähnliches symmetrisches Richtdiagramm wie ein elektrischer Dipol, die 2 Minima liegen allerdings senkrecht zur Antennenebene. Sie können für den Empfang breitbandig oder abgestimmt betrieben werden und eignen sich besonders auf den tieferen Frequenzbändern sehr gut als „leise“ Empfangsantennen mit zwei ausgeprägten Minima. Typisch sind Durchmesser von 50 cm /Mehrwindungsloop) bis 3 m, wobei für abgestimmten Betrieb mit ca. 1 m Durchmesser auf KW bereits sehr gute Ergebnisse erzielt werden können, Als Sendeantenne verlangen sie auf Grund

---

des sehr kleinen Strahlungswiderstandes hochwertige Materialien und sorgfältigen Aufbau, da sonst die Verluste extrem hoch werden können. Dass damit aber trotzdem ausgezeichnete DX-Verbindungen möglich sind zeigt indirekt, dass selbst kleinste effektiv abgestrahlte Leistungen im KW-Bereich für DX-Verkehr ausreichen. Eigentlich schade um die vergeudete viele Sendeleistung – eine wohl sehr aufwendige Luftheizung. Aber das gilt ja für alle kleinen / kurzen Sende – Antennen. Ich habe bewußt auf Formeln verzichtet, weil sie der praktisch tätige Funkamateurl kaum verwendet, sondern heute, wenn er über seine oder eine „neue“ Antenne mehr wissen möchte, zu einem der gängigen Rechenprogramm greift, die ihm neben den charakteristischen Strahlungsdiagrammen alle anderen charakteristischen Werte auf 5 Kommastellen genau liefern, ohne dass wie früher der Rechenstift bemüht werden muss. Wenn wir uns über Antennen unterhalten, dann sollten wir bei den verwendeten Begriffen alle das gleiche meinen und das war der Hauptzweck dieses Artikels.

Quelle: Von Dr. Ronald Eisenwagner - OE3REB / 9A5JR

## Breitband Vertikal Antenne

### Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1 Grundlagen der Breitband Kurzwellen Antenne nach Martin - G8JNJ .....                         | 21 |
| 2 Impedanz des Strahler .....   | 21 |
| 3 Verluste durch die Anpassung .....  | 22 |
| 4 Anpassung .....   | 23 |
| 5 Strahlungsdiagramm .....  | 25 |
| 6 Aufbau der Antenne .....  | 26 |
| 7 Breitband Transformator .....   | 26 |
| 8 Wie gut funktioniert die Antenne ? .....  | 28 |
| 9 Warum kann ich Stationen hören die aber hören mich nicht ? .....                              | 29 |
| 10 Was ist die Resonanzfrequenz der Antenne ? .....   | 29 |
| 11 How can I further improve its performance ? .....  | 29 |
| 12 How can I make it work better on the LF bands ? .....  | 29 |
| 13 How can I make it work better on 6m ? .....  | 31 |
| 14 Could I use some other form of loading ? .....   | 32 |
| 15 Why did you use coax cable as the radiating element ? .....                                  | 32 |
| 16 How critical is the height of the mounting pole and the length and number of radials ? ..... | 33 |
| 17 Why is there a 1:1 choke balun at the base of the mast ? .....                               | 33 |
| 18 Can I use chokes from CRT monitor cables or some others I have in my junk box ? .....        | 34 |
| 19 Do I have to use copper or brass tube ? .....  | 34 |

---

## Grundlagen der Breitband Kurzwellen Antenne nach Martin - G8JNJ

---

Übersetzung mit der freundlichen Genehmigung von G8JNJ (<http://g8jnj.webs.com/>)

### **Wichtiger Hinweis:**

Die Antenne wurde von Gernot, OE1IFM nachgebaut. Tipps und Teile stellt er gerne zur Verfügung.

Martin, G8JNJ hat eine breitbandige vertikal Antenne entwickelt die ohne Anpassgerät auf allen Kurzwellen Bereichen von 7MHz bis 30MHz (mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit von 3.5MHz bis 51MHz) betrieben werden kann. Bitte beachten Sie das die zu erwartende Leistungsfähigkeit der Antenne nur die eines 7m Rundstrahlers ist und nicht mit einer Yagi auf den höheren Bändern oder Lamda/2 Dipol auf den tieferen Frequenzen zu vergleichen ist.

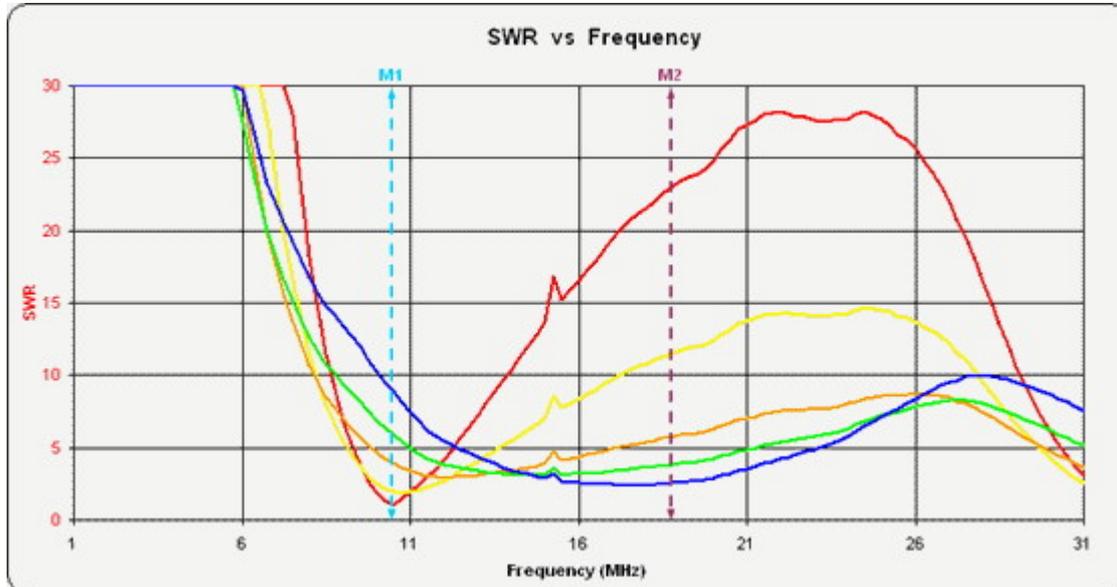
Die beschriebene Antenne wurde nach aufwendigen Tests mit einer Comet CHA-250 mit einem speziell angefertigten 6:1 Transformator entwickelt. Es wurden viele andere Bauformen aufgegriffen und wieder verworfen bevor die unten vorgestellte Version gefunden wurde.

### **Impedanz des Strahler**

---

Das Prinzip der Antenne ist das die Länge des Strahlers so gewählt wurde das der die Impedanz der Antenne auf den meisten Amateurfunk Bändern gleich ist. Ein spezieller Anpassungs-Transformator am Speisepunkt der Antenne transformiert die Fußpunkt Impedanz in die Nähe von 50 Ohm.

Die Antenne kann direkt über der Erde oder an einem isolierten Mast betrieben werden. Der Betrieb an einem Mast erhöht die Leistungsfähigkeit (darauf wird später eingegangen). Die Graphik zeigt das gemessene VSWR einer 6,5m vertikal Drahtantenne (um eine 10m Angelrute gewickelt) gegenüber einer Antenne mit 10 eingegrabenen Radials und dem unterschiedlichen Abschlusswiderständen.



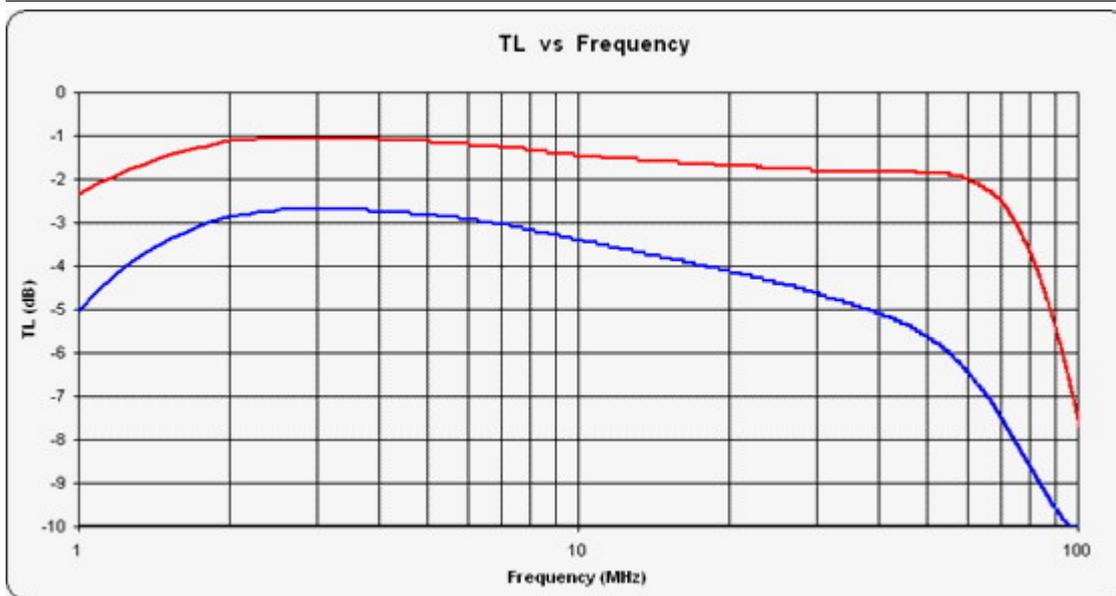
- Der rote Verlauf ist mit 50 Ohm Anschluss
- Gelb mit 100 Ohm
- Orange mit 200 Ohm
- Grün mit 300 Ohm
- Blau mit 450 Ohm

Das geringste VSWR wird mit einem Abschlusswiderstand im Bereich von 200 bis 300 Ohm erreicht.

Die zwei Marker zeigen die  $\lambda/4$  Resonanzstelle M1 bei 10,5 MHz und die  $\lambda/2$  Resonanzstelle M2 bei 21 MHz.

## Verluste durch die Anpassung

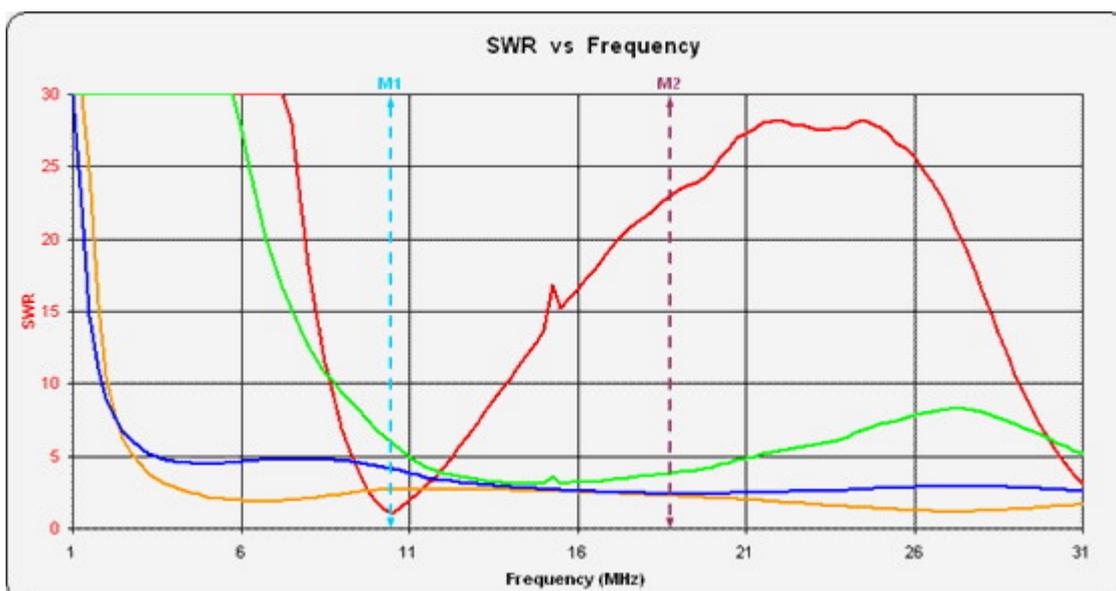
Wenn die Verluste durch den Transformator und in etwa 2dB durch die Koaxialkabel berücksichtigt werden, das strahlende Element und die Radials gut abgestimmt werden ist es möglich ein VSWR von weniger als 2:1 (Rückflußdämpfung von 10dB) auf den meisten Amateurfunkbändern zu erreichen.



Die Graphik zeigt den Verlust des Transformators. Die blaue Linie entspricht dem der Comet Nachbau und die rote Linie dem von G8JNJ entwickelten Transformator. Die Leistungsfähigkeit des neuen Transformators ist deutlich besser als die vorab getesteten. Auch wenn ein ferngesteuertes Antennenanpassgerät am Ende der verlustarmen Koaxialleitung eingeschlossen wurde waren keine Verbesserungen mehr im abgestrahlten Signal messbar. Ausgenommen waren die Frequenzen 1,9MHz und 3,6MHz wo eine Verbesserung von ca. 2dB messbar waren).

Die Durchgangsdämpfung ist deutlich geringer als die originale Version und der Aufbau der Antenne weist eine verbesserte Abstrahlungseffizienz bei geringfügig schlechterer Anpassung aus. Wie auch immer, durch die reduzierte Durchgangsdämpfung (und dem daraus beeinflussten VSWR) ist das VSWR der Antenne geringfügig höher als das VSWR der Comet Antenne.

## Anpassung



Die Graphik zeigt das VSWR gemessen an der Basis eines 6,5m hohen Vertikalstrahler getragen durch eine 10m Angelrute.

- Die rote Linie zeigt die direkte Anspeisung

- Die grüne Line zeigt das VSWR mit einem 300Ohm Abschluss
- die orange Line zeigt den VSWR Verlauf mit dem Nachbau des Comet Transformators.
- die blaue Line zeigt den VSWR Verlauf mit dem von G8JNJ Transformator.

Die zwei Marker zeigen die Lamda/4 Resonanzstelle M1 bei 10,5 MHz und die Lamda/2 Resonanzstelle M2 bei 21 MHz.

Zu beachten ist das der Transformator bei den tieferen Frequenzen eine höhere Einfügedämpfung aufweist und damit das VSWR verbessert wird. Weiter Verbesserungen der Anpassung kann durch den Einsatz kurzer Radiale oder einem Gegengewicht aus Kabeln anstelle des großen Radialsystems in der Erde erzielt werden. Das verbessert den ohmschen Widerstandsanteil der Antennenimpedanz bei der niedrigsten Frequenz. Dadurch reduziert sich der Antennengewinn, der Unterschied im Gewinn der Antenne fällt auf den tieferen Frequenzen kaum ins Gewicht da die Antenne für die Frequenzen von der Konzeption her zu kurz ist und keine große Leistungsfähigkeit zu erwarten ist. Das Wissen um diese Gegebenheit darf niemanden abschrecken, viele Antennenbauformen (auch kommerzieller Fertigung) verwenden die gleiche Technologie - nur verraten sie es nicht!

Viele Leute meinen das 2 oder 3dB Verlust im Anpassungsnetzwerk zu hoch ist. Die von G8JNJ durchgeführten Tests zeigen das auch ein gutes Antennenanpassgerät eine Einfügedämpfung zwischen 0,5 und 1,5dB aufweist, und viele 4:1 Baluns, speziell die Bauform mit Windungen um Eisenpulverkerne können Einfügedämpfungen zwischen 1 und 3dB aufweisen, speziell dann wenn die Einspeisung eine niedrige Impedanz oder einen hohen Blindanteil aufweist. So sind 2 bis 3dB im Durchschnitt zu erwarten, viele Funkamateure haben diese Dämpfungswerte bereits in Ihrer Sendeleitung ohne es zu wissen, denn sie haben sich nicht die Zeit genommen um es zu messen.

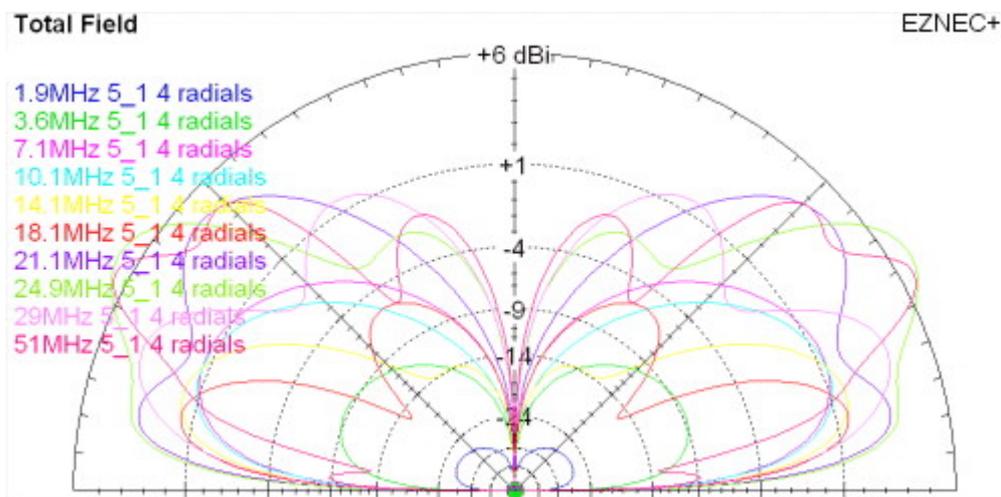
Das untenstehende Diagramm zeigt das gemessene VSWR mit einem 10m langem Koaxialkabel an der Basis der Antenne. Zusätzliche Verluste in der Zuleitung verbessern das VSWR zusätzlich. Wenn ein typisches Koaxialkabel mit einer Dämpfung 1 bis 2dB angeschlossen wird verbessert sich das VSWR von 3:1 auf 2,3:1 mit einer Dämpfung im Koaxialkabel von 1dB und von 3:1 auf 1,9:1 mit einer Dämpfung von 2dB im Koaxialkabel.

| Frequency | Gain   | VSWR       |
|-----------|--------|------------|
| 1.9 MHz   | -26dBi | 8.5:1      |
| 3.6 MHz   | -6dBi  | 4.2:1      |
| 7.1 MHz   | +1dBi  | 2.1:1      |
| 10.1 MHz  | +1dBi  | 1.75:<br>1 |
| 14.1 MHz  | +1dBi  | 1.46:<br>1 |
| 18.1 MHz  | +3dBi  | 1.94:<br>1 |
|           |        | 2.25:      |

|          |       |            |
|----------|-------|------------|
| 21.1 MHz | +4dBi | 1          |
| 24.9 MHz | +4dBi | 2.73:<br>1 |
| 29 MHz   | +2dBi | 2.38       |
| 51MHz    | +1dBi | 1.5:1      |

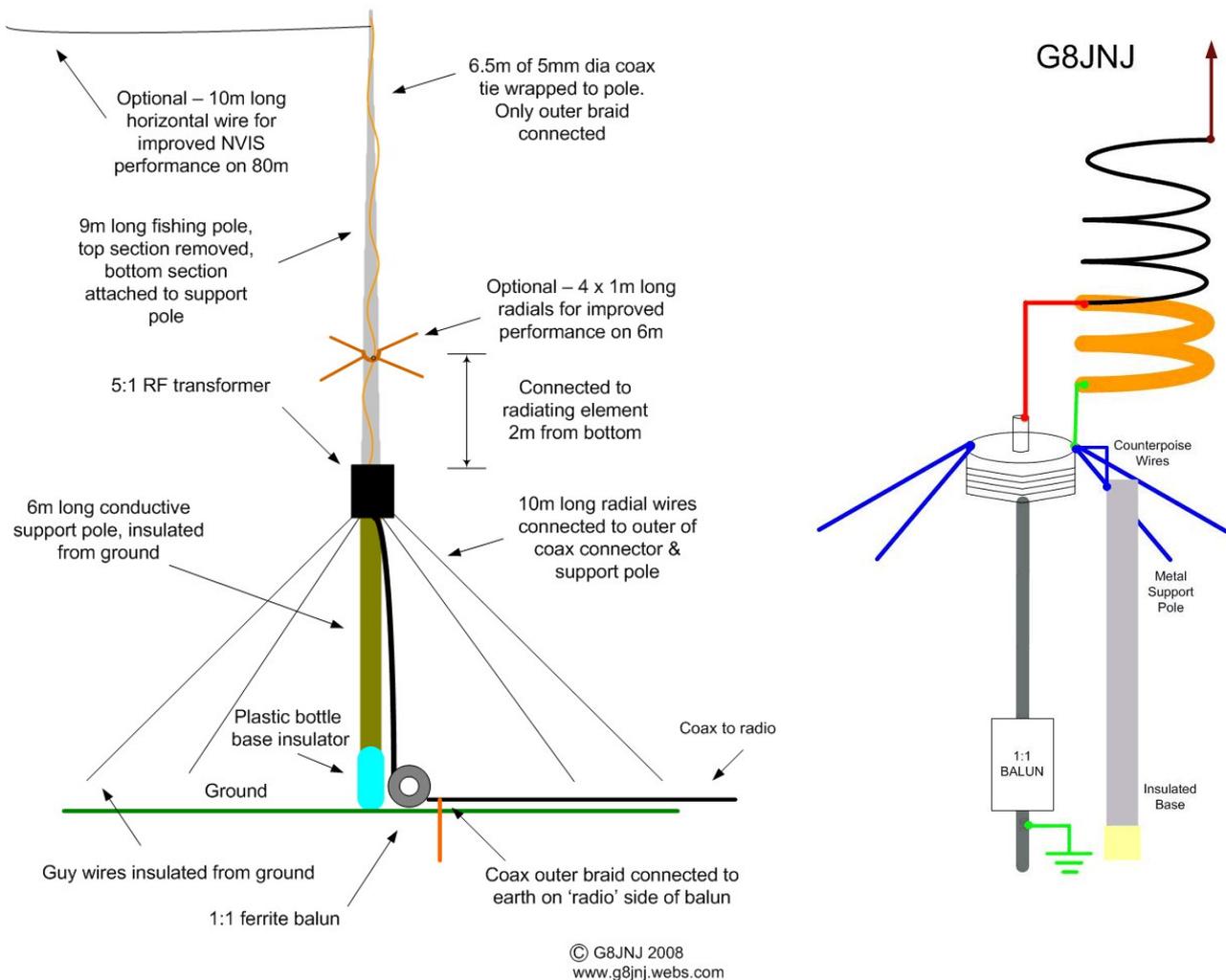
## Strahlungsdiagramm

Eine bessere Bewertung der Leistungsfähigkeit kann aus dem unterstehenden Diagramm entnommen werden. Zu beachten ist das der Abstrahlungswinkel bei bei 29MHz und 51MHz ansteigt und dadurch der Gewinn geringer ausfällt.



## Aufbau der Antenne

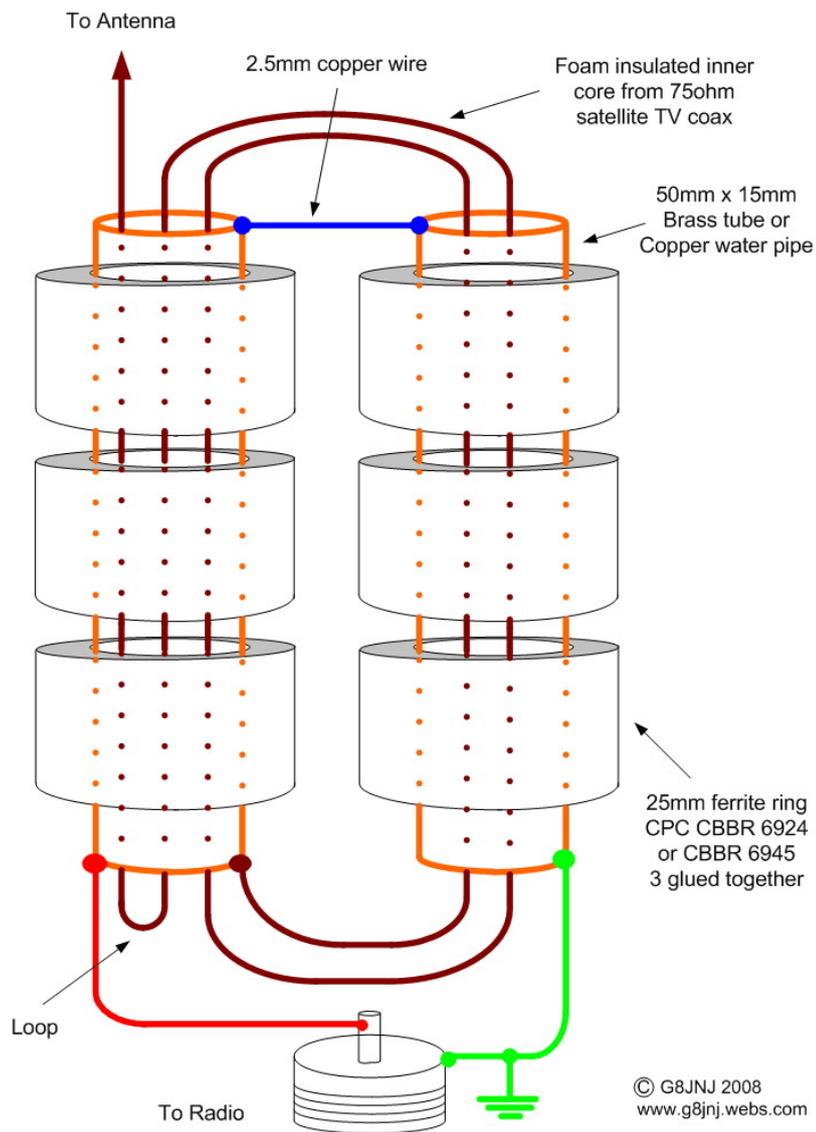
### G8JNJ - Broadband Vertical Antenna - V1.2



## Breitband Transformator

Das unten stehende Diagramm zeigt den Aufbau des 5:1 Transformators. Weiter unten sind die Bilder vom Transformator zu sehen den Gernot, OE1IFM aufgebaut hat. Die Ferritringe sollen dem Type 31 Material ähnlich sein und können von CPC mit der Artikel Nummer CBBR6924 oder CBBR6945 bezogen werden. Beide Typen werden zu fünf verpackt geliefert und können über ein standard 15mm Kupfer Rohr geschoben werden. Bedauerlicherweise waren einige der Ferritringe etwas kleiner und haben nicht über das standard Kupfer Rohr gepasst. Wenn dieses Problem auftritt kann ein Kupferrohr aus dem Modellbau bezogen werden.

## 5:1 Broadband RF Transformer Construction





OE1IFM Aufbau  
Transformator



OE1IFM Aufbau  
Transformator



OE1IFM Aufbau  
Transformator



OE1IFM  
Transformator im  
Gehäuse



OE1IFM  
Transformator im  
geschlossenen  
Gehäuse

## Wie gut funktioniert die Antenne ?

Das hängt vom Vergleich ab und auch welchen Frequenzen verglichen wird. Der Vergleich gegenüber einer hy-gain 19AVT sieht gut aus, gegenüber einen 40m Draht auf den niedrigen Frequenzen sieht es schlecht aus (es sind 8 bis 10dB auf 80m und 20 bis 30 dB auf 160m zu erwarten).

Ein fairer Vergleich kann nur mit einer Antenne mit gleichen Strahler- und Gegengewichtlänge gezogen werden wo ein anstatt des Anpassungstransformators ein automatischer Antennentuner eingesetzt wird. So wurde der Vergleich auch gemessen und die die Leistungsfähigkeit verglichen. Natürlich ist die Version mit dem Breitband Transformator immer schlechter als die Version mit dem Antennentuner, jedoch erscheint der Leistungsverlust der Antenne mit Anpassungstransformator durch die Breitbandigkeit und die Möglichkeit es deutlich günstiger zu realisieren als aufgehoben.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werdend das die Antenne so gut wie andere Multiband-Antennen mit gleicher Höhe auf den Bänderen größer als 40m funktioniert, aber nicht so gut auf den Bändern unter 40m.

---

## **Warum kann ich Stationen hören die aber hören mich nicht ?**

---

Man erwartet wenn man Stationen hören kann diese auch zu erreichen, wie auch immer, der niedrige Rauschpegel beim Empfang kann manchmal einen einen guten Empfang auf den niedrigen Bändern ermöglichen der bei größeren Antennen durch einen höheren Rauschpegel (QRM und QRN) nicht möglich ist. Zusammengefasst sind die Signale leiser aber das Signal - Rausch - Verhältnis (SNR) ist besser.

Das ist mit der DX Empfang möglich, und es scheint das die Antenne sehr gut für den Empfang - aber eventuell nicht so gut beim Senden funktioniert. Das erscheint als sehr seltsam, denn es wird hier eine reziproke Leistung erwartet.

Yet sometimes I call stations on the vertical and they don't come back, switch over to the other antenna and they do, even though on receive they are the same strength, it's a very odd phenomenon but I suspect it's simply down to a better receive S/N ratio on the vertical (as opposed to the absolute signal strength). I find it works well as a receive antenna on 160m and one constructor John, G4IJD, has heard a ZL station on 80m at reasonable strength. In comparisons I have found it outperforms a Datong active antenna mounted at the same height.

---

## **Was ist die Resonanzfrequenz der Antenne ?**

---

Die Basis der Antenne ist das sie auf den gewünschten Frequenzen nicht resonant ist.

Die Antenne wurde entwickelt das die Impedanz des Strahlers auf den gewünschten Frequenzen nahe der der sekundären Impedanz des Transformators ist um maximalen Energietransfer zu erzielen. Die Verwendung eines 7,1m langen strahlenden Elements ist nicht zufällig (das strahlende Element ist aktuell eine  $\lambda/4$  Wellenlänge bei der Frequenz 10,4MHz lange). Das ist es eine umsetzbare Impedanz auf den gewünschten Frequenzen zu erzielen wobei die Strahler nicht zu lange sein darf (unter  $\lambda/8$ ) für einen effizienten Betrieb auf 28MHz und 50MHz. Wenn das vertikale Element zu lange gewählt wird die Leistung in einem höheren vertikalen Winkel abgestrahlt, was den nutzbaren Gewinn (für Weitverbindungen) reduziert.

---

## **How can I further improve its performance ?**

---

The main problem is balancing the parameters of maximum vertical length (which needs to be kept below  $5/8$  wave at the highest frequency), sufficient length to be efficient at the lowest frequency, a moderate feed impedance (to suit the transformer ratio) for the radiating element at all frequencies required for TX, and ideally some horizontal component to keep the folks who require NVIS performance on 80m happy.

You could replace the transformer with an auto-tuner, increase the number and length of radials, increase the height of the support pole, use lower loss coax, increase the transmit power, add an 80m long offset top loading wire. The permutations are endless - but it's not the antenna you started with !

---

## **How can I make it work better on the LF bands ?**

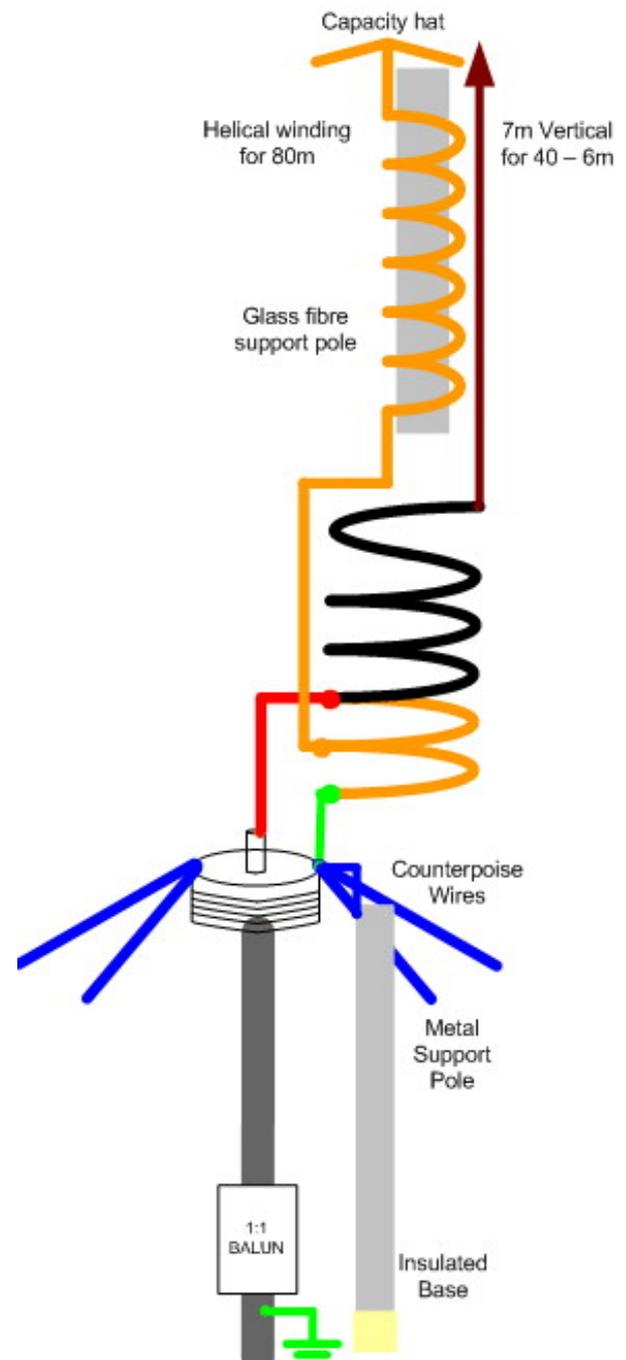
---

Performance on 80m is a bit of a compromise. I think it's about 6dB down on an equivalent length radiating element and counterpoise, but with an auto-atu in place of the transformer. Feeding the transformer with a remote atu made about 2dB improvement on 80m over the transformer alone. On the HF bands adding a remote atu made very little difference.

However the perceived lack of performance may be due to several factors. One is that it's a lot shorter than a  $\frac{1}{4}$  wavelength on the LF bands, another is that being a vertical it has very little upward radiation, so it is a poor performer for NVIS coverage on 1.9 and 3.6MHz. Hence once you get outside the ground wave coverage there is nothing until past about 500 Miles so it's very poor for semi-local contacts.

The main difficulty is managing the impedance presented by the radiating element on the LF bands. For example a 7m long wire over an average ground plane on 1.9MHz is typically  $10 - j1310$  and on 3.6MHz  $10.5 - j640$ . As you can see the resistive element is very small in relation to the transformer secondary impedance and the reactive component is very much greater and capacitive. With my transformer design I have tried to roll off the impedance ratio at the LF end to get a closer match to the radiating element but it's still a long way out. From this I hope you can get a good feel for what design parameters can be traded, and those which will remain a compromise. The ideal efficient broadband antenna is a 'holy grail' for antenna designers, and I'm sure there are a lot more qualified persons than myself who haven't found it yet.

John, G4IJD suggested using the antenna in a horizontal configuration. I have been playing with this idea, and the best configuration so far seems to be something like an 11.2m horizontal wire at 10m above ground, with the transformer also at 10m, fed with coax and with the 1:1 choke balun fitted to the coax at 2m above ground.



However I suspect that the mechanical difficulties of supporting the transformer at 10m may make an inverted L easier to implement.

To achieve this all that's required is the addition of a horizontal wire at the top of the existing vertical section. This would add an NVIS component, increase the radiation resistance and improve the efficiency on 80m. The question is, how long should the horizontal wire section be. I suggest keeping the vertical section the same length as the original design, but add a horizontal wire of length 12.2m or 27.2m long, to make the total length of radiating element either 19.2m or 34.2m.

These lengths should not present an impedance of much greater than 1K on any of the desired transmit frequencies. You can use the LVD programme on this website to give an estimation of feed impedance if you wish to experiment with other lengths (also see my notes relating to auto-tuners). Using a 12.2m horizontal top wire will add a useful NVIS component on 3.6MHz, but you really need to get upto 27.2m long before it becomes effective. However at this point the antenna is starting to become fairly large. Another option would be to use two top (or more) wires of differing lengths say a ratio of 1/3 & 2/3 in order to provide mismatched currents which would result in better NVIS coverage.

Eine andere Idee ist eine spiralförmige Windung für 80m, aber aus dem Draht aus gespeist aus dem 2,5mm Kupferkabel das die beiden Kupferröhren verbindet. An diesem Punkt ist eine niedrige Impedanz die für die 80m Windungen sehr gut passt. Wie auch immer, die Bandbreite ist beschränkt, und die Wechselwirkung zwischen der spiralförmigen Wicklung und dem vertikalen Draht können nicht vorhergesagt werden, aber es ist ein Experiment wert.

Ergänzung - John, G4IJD, hat es ausprobiert, aber die geringe Verbesserung die mit der Modifikation erreichbar ist gerechtfertigt den Aufwand nicht. Ein zusätzlicher, horizontaler oben liegender Draht erscheint als bessere Lösung.

Another alternative would be to try using the transformer to feed something like a 60m dia horizontal loop, which would also improve NVIS coverage on the LF bands.

---

## How can I make it work better on 6m ?

---

Performance on 6m is reduced because of the length of radiating element. Ideally a vertical antenna should not be longer than 5/8 wavelength, or most of the radiated energy tends to fire up towards the sky. I have tried modeling the antenna with a four element capacity hat at various heights, and have found that four 1m long radials attached to the main vertical radiating element 2m above the feed point, results in approximately 6dB more gain towards the horizon. There is still some energy radiated up towards the sky, but this is more than offset by the improvement in gain at low angles. This modification does result in a slight reduction in gain on 10m, but this may be a worthwhile trade. So far I have not had the opportunity to try this, but hope to do so in the near future.

---

## Could I use some other form of loading ?

---

There is a problem in adding any form of loading as it introduces varying impedances at other frequencies. A loading coil or trap which is introduced to improve performance on the LF bands will have an impact at the HF end. The least problematic method would be to add a loading coil towards the top of the radiating element and / or capacitive loading. A technique such as Petlowany loading is also a possibility, see my washing line antenna.

John, G4IJD, has been experimenting with capacity hat loading, using four sloping wires from the top of the radiating element. I have included some of John's comments below

>>>Having first established that my effort came close to your results ( base of antenna still at about 3m agl) my "gut" feeling was that T (or maybe capacity since T is really out of the question) loading would improve the match on top band and 80m without significantly altering the loading on the HF bands.

For test purposes I have attached 4 wires, all equal in length to the main element, to the top of the antenna. By bringing these wires out from the base I can see any effect on the matching quite easily.

Using all four wires extended out to about 5m from the base at 90 degrees to each other, the VSWR on top band drops to about 1.4:1 when measured at the transmitter and so an ATU is not required. Matching on all other bands can then be taken care of by an ATU. To return everything to normal I simply connect all wires together at the base of the main element. Haven't tried all combinations yet but will keep you posted.

I have no idea what effect this has on the radiation pattern but in my situation the extra wires double up as guy wires and stabilise the antenna in high winds thus boosting neighbour confidence. Of course all this is possible because the base is easily accessible from a ladder.

I think this antenna will appeal to a lot of people as long as they read all your notes and don't expect too much from it. As an all band convenience antenna it's ideal for me. I can think several uses for a second one. <<<

More analysis of this is required, but it struck me that the wires could be brought back to the base of the radiating element to form a cage folded monopole, perhaps something like this. Some broadband military HF antennas use this technique, often in conjunction with a high power terminating resistor.

---

## Why did you use coax cable as the radiating element ?

---

When I modelled the antenna I found I got better results using a larger diameter conductor. I reduced the diameter until the results started worsen. The best compromise was to use a diameter of around 10mm, and coax cable was the cheapest option. If you have aluminium tube

or an old CB antenna this would be better still. Just cut the length so that it is a  $\frac{1}{4}$  wave at 10.4 MHz as this will give the correct matching impedance at other frequencies. If you need to use a shorter support pole it is possible to use a 'lazy' helical winding for the radiating element, say up to 4 turns per metre length it should be OK, however this technique tends to introduce unpredictable secondary resonances which could put 'lumps and bumps' into the frequency response.

## **How critical is the height of the mounting pole and the length and number of radials ?**

---

They are not too critical, for example, three 5m long radials would be fine, however I would suggest that all the radials or counterpoise wires and the mounting pole are not connected to ground and the length does not exceed 10m. You may wish to experiment with the lengths and 'angle of dangle' to achieve the best impedance match on the required frequencies. On the LF bands longer radials would be better but you could try adding say two inductively loaded radials tuned on the LF bands of interest. As I previously stated you can mount it higher or lower within certain limits. But if this is not easy you could consider ground mounting with at least four radials. In this case adding more radials will further improve the performance.

I have obtained very good results by mounting this antenna on top of a building with a metal clad roof. I did not use any radials, but mounted the transformer close to the edge of the roof and connected it to the cladding with a short metal strap.

If either of these two methods are not possible, you can ground mount the antenna and connect it to as many radials as possible. However the gain will be significantly lower than using an elevated feed and counterpoise / radials.

## **Why is there a 1:1 choke balun at the base of the mast ?**

---

The purpose of this is twofold. It is designed to provide a high impedance 'break' in the feed cable at a specific point so that the vertical section of the coax (and the support pole it runs along) is 'lifted' above ground to form a counterpoise, the whole antenna then becomes similar to an off-centre fed vertical dipole. If the balun was fitted at the top of the pole, there would still be coupling between the outer of the coax below the balun and the support pole. The second purpose is to prevent electrical noise and other unwanted interfering signals which may be carried on the outer of the coax from being conducted into the receive path. It also eliminates RF on the coax when used for transmit purposes.

Please note that simply using coiled coax as a balun does not provide a high enough choking impedance for this purpose.

---

## Can I use chokes from CRT monitor cables or some others I have in my junk box ?

---

I have tried a large selection of ferrite materials, including some which I have recovered from scrap CRT PC monitors. There is a very large variation between types (even those from the same make and model) I think they just use whatever they can get hold of. If you have a large number (at least 10 and ideally 30 - 40 or more for 1.9 & 3.6MHz) and thread them over coax they can be used for the 1:1 balun to suppress noise which would otherwise be induced on to the received signal. However the variation in characteristics makes them difficult to use for the transformer, if you wish to obtain repeatable results. Also be very careful about ring cores you buy at radio rallies or on e-bay. Many of these are actually made from iron powder, and are designed for low frequency (aMHz) use in switched mode power supplies. They are not suitable in this application. If you have an impedance measuring bridge you can test them to see if they are made of ferrite. As a rule of thumb with one turn you should obtain about 2.5uH at 2MHz, 1uH at 10MHz and 0.4 uH at 30MHz for a 20 x 30mm core with 7mm dia hole if it is similar to type 43 material. However if you do this I cannot guarantee it will work as well as a transformer made with the specified parts.

---

## Do I have to use copper or brass tube ?

---

No, Wolfgang, OE1MWW has successfully used braid from RG213 coax. He also tried using just a single wire loop, but found that the closer coupling provided by the coaxial tube winding produced much better results.

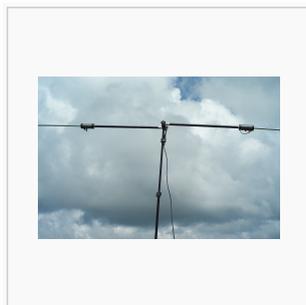
## Buddipole

Die Buddipole Antenne ist eine super kompakte Antenne für den portablen Betrieb. Die Antenne hat auch im kleinsten Koffer / Reisetasche platz und ermöglicht auch im Urlaub nette Verbindungen auf Kurzwelle und 6m. Im Lieferumfang sind alle auf den Photos abgebildeten Teile mit Stativ.

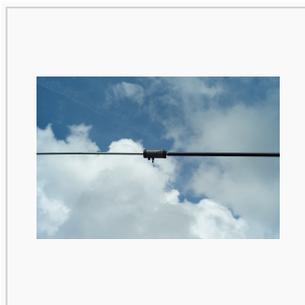


Hanno, OE1JJB mit seiner Buddipole Antenne am Hochwechsel 2009

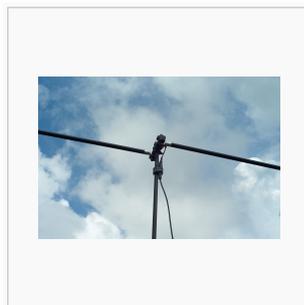
Die Buddipole Antenne ist eine ultra kompakte portable Antenne.



Detailbild



Trap



Einspeisung



Stativ

Link: <http://www.buddipole.com>

## Datei:4-Ele-2m gebaut von OE5JFE.jpg

- [Datei](#)
- [Dateiversionen](#)
- [Dateiverwendung](#)
- [Metadaten](#)



Es ist keine höhere Auflösung vorhanden.

[4-Ele-2m\\_gebaut\\_von\\_OE5JFE.jpg](#) (312 × 516 Pixel, Dateigröße: 67 KB, MIME-Typ: image/jpeg)

4-Element Yagi nach DK7ZB für 2m gebaut von OE5JFE

### Dateiversionen

---

Klicken Sie auf einen Zeitpunkt, um diese Version zu laden.

|         | Version vom          | Vorschaubild  | Maße               | Benutzer | Kommentar   |
|---------|----------------------|---|--------------------|----------|---|
| aktuell | 14:37, 17. Nov. 2021 |  | 312 × 516 (670 KB) | JFE      | ( <a href="#">Diskussion</a>   <a href="#">Beiträge</a> ) |

Sie können diese Datei nicht überschreiben.

## Dateiverwendung

Keine Seiten verwenden diese Datei.

## Metadaten

Diese Datei enthält weitere Informationen, die in der Regel von der Digitalkamera oder dem verwendeten Scanner stammen. Durch nachträgliche Bearbeitung der Originaldatei können einige Details verändert worden sein.

|   |  |
|---|--|
| <b>Hersteller</b>                             | motorola   |
| <b>Modell</b>                                 | moto g(7) play   |
| <b>Belichtungsdauer</b>                       | 1/850 Sekunden (0,0011764705882353)  |
| <b>Blende</b>                                 | f/2  |
| <b>Film- oder Sensorempfindlichkeit (ISO)</b> | 50   |
| <b>Erfassungszeitpunkt</b>                    | 13:58, 8. Aug. 2021  |
| <b>Brennweite</b>                             | 3,543 mm   |
| <b>Geografische Breite</b>                    | 47° 51' 42,5" N  |
| <b>Geografische Länge</b>                     | 15° 12' 8,55" E  |
| <b>Höhe</b>                                   | 1.956,531 Meter über dem Meeresspiegel   |
| <b>Horizontale Auflösung</b>                  | 72 dpi   |
| <b>Vertikale Auflösung</b>                    | 72 dpi   |
| <b>Software</b>                               | GIMP 2.10.18   |
| <b>Speicherzeitpunkt</b>                      | 13:36, 17. Nov. 2021   |
| <b>Y und C Positionierung</b>                 | Zentriert  |
| <b>Exif-Version</b>                           | 2.2  |
| <b>Digitalisierungszeitpunkt</b>              | 13:58, 8. Aug. 2021  |
| <b>Bedeutung einzelner Komponenten</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Y</li> <li>2. Cb</li> <li>3. Cr</li> <li>4. Existiert nicht</li> </ol> |
| <b>APEX-Belichtungszeitwert</b>               | 9,732  |
| <b>APEX-Blendenwert</b>                       | 2  |
| <b>APEX-Helligkeitswert</b>                   | 7,77   |
| <b>Belichtungsvorgabe</b>                     | 0  |

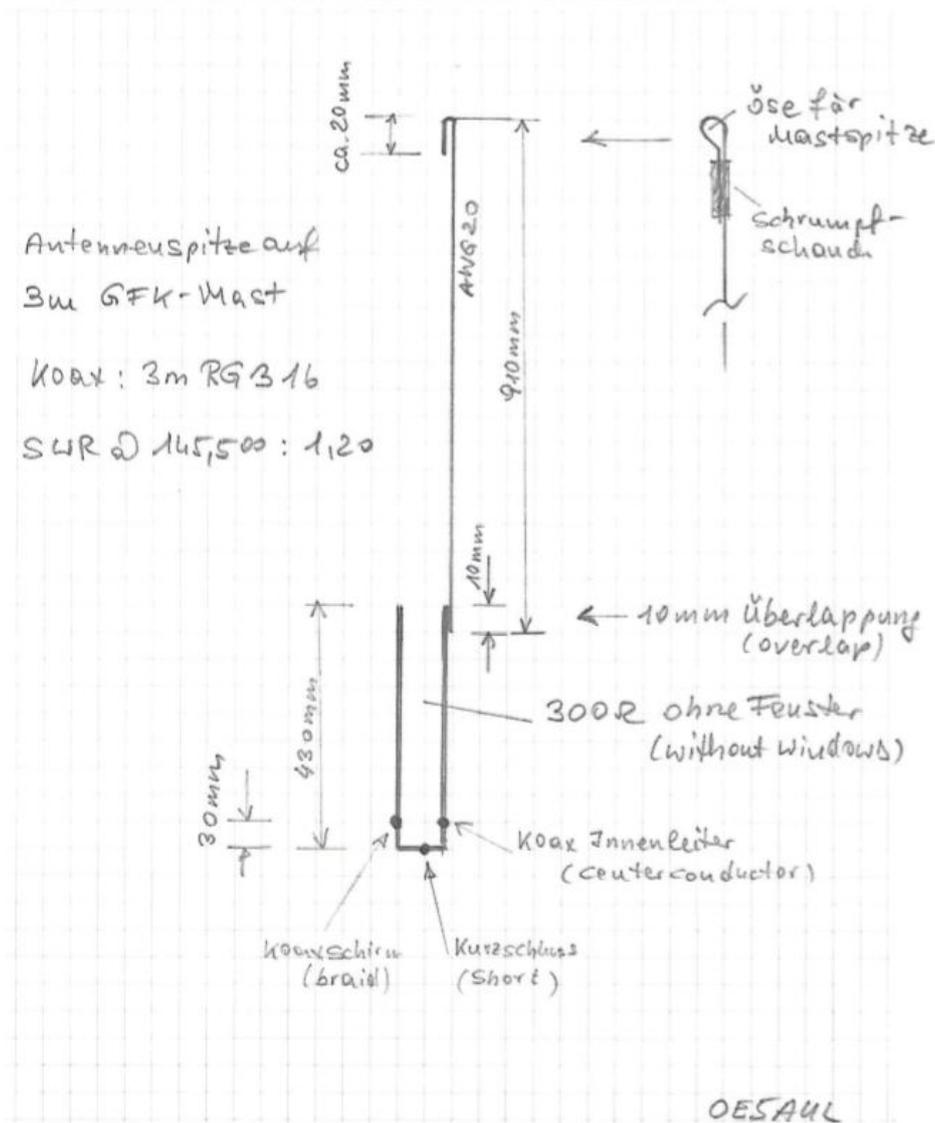
---

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>Messverfahren</b>                       | Mittenzentriert                |
| <b>Blitz</b>                               | kein Blitz, Blitz abgeschaltet |
| <b>Speicherzeitpunkt (1/100 s)</b>         | 968.612                        |
| <b>Erfassungszeitpunkt (1/100 s)</b>       | 968.612                        |
| <b>Digitalisierungszeitpunkt (1/100 s)</b> | 968.612                        |
| <b>unterstützte Flashpix-Version</b>       | 1                              |
| <b>Farbraum</b>                            | sRGB                           |
| <b>Messmethode</b>                         | Ein-Chip-Farbsensor            |
| <b>Szenentyp</b>                           | Normal                         |
| <b>Belichtungsmodus</b>                    | Automatische Belichtung        |
| <b>Weißabgleich</b>                        | Automatisch                    |
| <b>Digitalzoom</b>                         | 1                              |
| <b>Aufnahmeart</b>                         | Standard                       |
| <b>GPS-Zeit</b>                            | 11:58                          |
| <b>Geodätisches Referenzsystem</b>         | WGS-84                         |
| <b>GPS-Datum</b>                           | 8. August 2021                 |
| <b>GPS-Tag-Version</b>                     | 0.0.2.2                        |

## Datei: J Pole 2m OE5AUL.jpg

- Datei
- Dateiversionen
- Dateiverwendung

J-Pole für 145,500 MHz



Größe dieser Vorschau: [471 × 600 Pixel](#). Weitere Auflösungen: [188 × 240 Pixel](#) | [662 × 843 Pixel](#).

[Originaldatei](#) (662 × 843 Pixel, Dateigröße: 46 KB, MIME-Typ: image/jpeg)

Bauanleitung für 2m J-Pole von OE5AUL (sk). 300 Ohm Paralleldraht und 1/2 Strahler.

## Dateiversionen

Klicken Sie auf einen Zeitpunkt, um diese Version zu laden.



## **Portable, endgespeiste KW Antenne**

Wolfgang

## Spider Beam

Die Spider Beam Antenne ist eine kompakte, portable Richtantenne (Yagi) für Kurzwelle. Die Spider Beam lässt sich in einem herkömmlichen Schisack transportieren und wird daher bei DX-Expeditionen gerne eingesetzt da sich die Antenne auch mit dem Flugzeug im Gepäck transportieren lässt.





## Super Antennas

Super Antennas

<http://www.superantennas.com/>

## Verkürzter Vertikalstrahler OE7OKJ

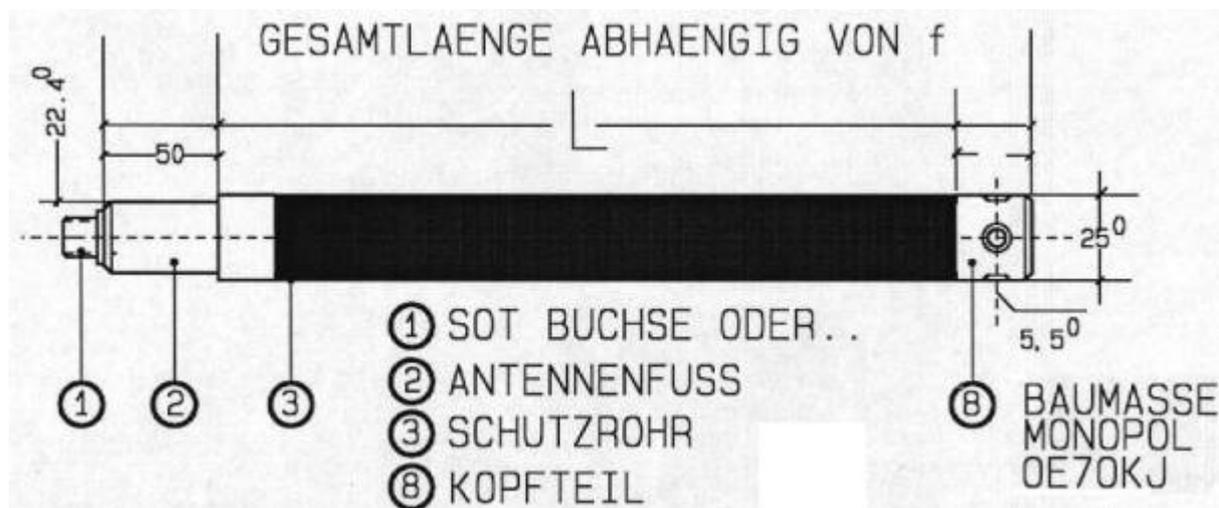
### Verkürzter Vertikalstrahler: OE7OKJ

#### SENDE EMPFANGSANTENNE FÜR DIE KURZWELLE

#### VERKÜRZTER RECHNEROPTIMIERTER STRAHLER MIT HOHEM WIRKUNGSGRAD

OM Horst Knäbel, OE7OKJ ist im Mai 2000 verstorben

Siehe auch Artikel in "Funkamateuer", Juli 2000: [\[1\]](#)



#### 1.1 VORWORT

Hier wird ein Strahler vorgestellt mit dem es dem Funkamateuer ermöglicht wird Ausbreitungsversuche oder Antennenversuche allgemeiner Natur zu tätigen die mit großen Gebilden schwer oder gar nicht möglich sind. Der vorgestellte verkürzte Vertikalstrahler ist eine Abgespeckte Version des von OE7OKJ entwickelten verkürzten Strahlers der kommerziell zum Einsatz kommt und von der Bauform und dessen verwendeten Materialien her auf den Amateurfunk zugeschnitten wurde und hier dem breiten Publikum nun zum Nachbau zur Verfügung steht. Die Kapitel der Veröffentlichung enthalten im ersten Teil eine allgemeine Betrachtung zu den verkürzten Antennen mit den Hinweisen zu den Eigenschaften des hier vorgestellten Strahlers und im zweiten Teil die Ausführung dessen mit den Zeichnungen und den Bauhinweisen. Mit diesem System ist es möglich auf angenehm schnelle, unkomplizierte Art und Weise Funkstrecken aufzubauen die mit anderen Gebilden, da diese nicht reproduzierbare Gebilde darstellen, und sofort in Betrieb zu nehmen. Der Einsatz dieser Elemente kann sehr vielseitig erfolgen z.B. rein experimentell, im Camping auf Reisen zu Wasser Land oder Luft, stationär für Geschädigte, für Kellerkinder, Berggeher, Wanderer, Flieger etc. Da das System

klein und handlich ist und mit einer Präzision zu bauen ist, ist das System auf lange Zeit extrem stabil und wetterfest, damit ist dem Einsatz eines solchen Gebildes nichts entgegen zu setzen. Wie die Versuche und Einsätze bewiesen haben konnten Funkamateure, die das System getestet haben von Orten aus Verbindungen tätigen, die allgemein als schwer arbeitbar gelten. z.B.. Keller, Schlafzimmer, Stollen, Gipfelkreuze oder 1qm Balkone etc. Der maximale Leistungsinput beträgt Dauerstrich 400Watt !

## 1.2 PHYSIK DES STRAHLERS



Schnitt Antennenfuß mit Mastrohr und SOT Anschluß



Baugrößenvergleich 80m/40m/10m



Der Verfasser mit 80m System, auf Stativ 10m System

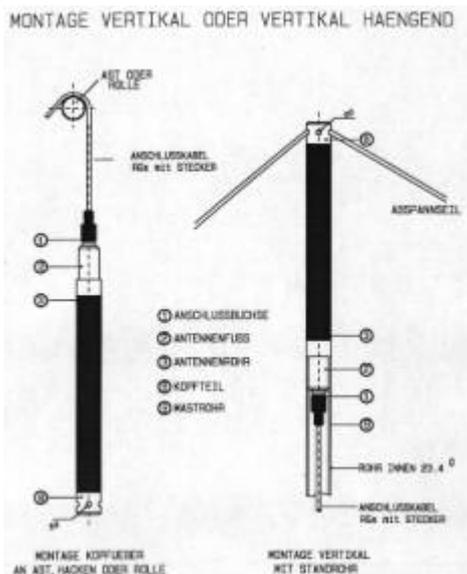
Die Antenne, im nachfolgenden Strahler genannt stellt einen strengen offenen Serienschwingkreis dar der hinsichtlich seiner Baugröße auf die Belange des Amateufunks hin optimiert wurde.

Achtung: Die Antennen resonieren nur auf einer der Bauform entsprechenden Resonanzfrequenz ! Dies bedeutet, dass der Empfängereingang von starken Sendesignalen, die abseits der Resonanz liegen und zu den lästigen Intermodulationprodukten führen, verschont bleibt. Die Weitabdämpfung beträgt  $>50\text{dB}$  von Band zu Band mindestens  $30\text{dB}$  ! Also ein schöner Preselect !



Der Verkürzungsfaktor und die Wirkfläche sind Größen die zu beachten sind und in die Betrachtung einfließen müssen. Man kann also vorab sagen dass je kleiner die Wirkfläche der Antenne ist, um so geringer die Umgebungseinflüsse in das Fehlverhalten der Antenne eingehen, die dem E Feld entnommene Energie ist deshalb streng an die Wirkfläche gebunden und somit deshalb auch um den Betrag von 1.5 bis 2S Stufen kleiner, was in der Praxis aber sehr oft von Vorteil ist da die Antenne resonant ist und Aufnahme von QRM und QRN unterdrückt wird. Man stelle sich dies so vor: ein Draht mit 30m Länge kann in den wenigsten Fällen so angebracht werden daß das Gegengewicht immer als konstant anzusehen ist ( Bodenleitfähigkeit, metallische veränderliche Gegenstände wie Autos, nasse Dachziegel Bäume etc. ) Dieser Draht stellt auch nur bei EINER Frequenz seine Eigenresonanz dar und liegt abseits von AFU Bänder und muß deshalb erst auf Resonanz gebracht werden Ein 80m Gebilde mit der Wirkfläche von 1 stellt beim Betrieb auf 40m eine Wirkflächenerhöhung um den Faktor 4 dar. Man kann sich leicht vorstellen was so ein Drahtgebilde am Empfängereingang anstellt und welches Signal am Lautsprecher dann ansteht und zu hören ist.

Die Spule bzw. deren Induktivität wirkt als strahlendes Element in der magnetischen Ebene, es ist also wichtig dieses Element von ferromagnetischen Materialien frei zu halten. Es ist nicht von Vorteil wie bei den bekannten Vertikalstrahlern für den Mobilbetrieb die Güte enorm hinaufzusetzen, da daraus eine Bandbreite resultiert welche Übertragung und das Handling erschweren. Die Systeme werden auch auf Grund der Veränderung der Bodenleitfähigkeit und der Umgebung manches mal unbrauchbar und sind im Fahrbetrieb überhaupt schwer einsetzbar da letztgenanntes die Resonanz und den Rücklauf enorm beeinflussen.



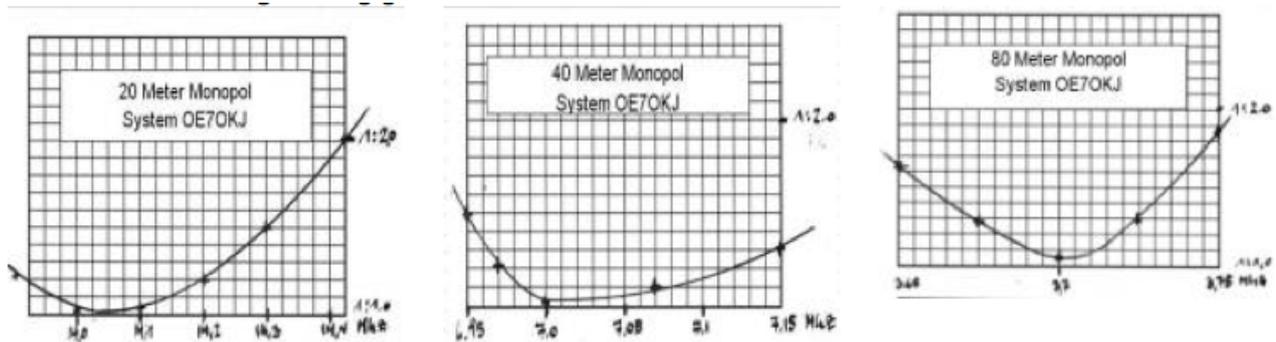
Ein kurzes Beispiel soll dies verdeutlichen. Herkömmliche verkürzte mit hoher Güte 8 kHz/ 3db Bandbreite. Diese Systeme haben bei 80m 8 kHz/3dB Bandbreite. Wird ersteres im Fahrbetrieb verwendet, so ist es mechanisch instabil. Bei konstantem Gegengewicht jedoch ist das System von Haus aus el. und mechanisch stabil, somit ist der Einfluß des Gegengewichtes minimal. Das zweite Kriterium der neuen Antenne ist der eigentliche elektrische Strahler oder Kondensator. Dieser hat zwei Aufgaben: Die erste Aufgabe ist die Induktivität kapazitiv zu verlängern und durch seine Geometrie ( Schlankheitsgrad ) eine bestimmte Bandbreite herzustellen. Die Summe der Bandbreite ist jedoch das Verhältnis zur Spule ! d.h Spulenkapazität und Querkapazität der Stabkapazität zur Spulenkapazität. Dieses ist wiederum leicht zu verstehen, wenn man wieder den bekannten Mobilstrahler betrachtet: der Antennenstab hat eine sehr geringe Kapazität zum Gegengewicht und Spule. Daraus resultiert die geringe Bandbreite. Die wenigen Prozente der Wirkflächenerhöhung sowie des Gesamtwirkungsgrades werden meist durch schlechte Montage oder Gegengewichtsprobleme wieder aufgehoben. Wenn ein solches System mechanisch stabil wäre, so ist dagegen nichts einzuwenden - wenn aber so eine Rute im leisesten Wind bereits den SWR-Wert wie auf hoher See schwanken läßt so ist dies sicherlich nicht optimal. Das hier also vorgestellte System ist ein rechneroptimiertes System, das nicht auf höchste Güte getrimmt ist, sondern auf Betriebssicherheit. Was sind 1.5 S Stufen weniger ( bezogen auf den Dipol) solange eine Verbindung möglich ist und das Nutzsignal einen höheren Störabstand erfährt.

### 1.3 STRAHLUNGSWIDERSTAND, WIRKUNGSGRAD FELDSTÄRKEN UND DIAGRAMME

Der Strahlungswiderstand wird in den meisten Fällen als Maß zur Qualitativen Beurteilung einer Antennen herangezogen. Hierin ist die Wirkfläche und der Wirkungsgrad enthalten. Nachfolgend eine kurze Aufstellung Strahlungswirkungsgrad 100% S-Meter Differenz 0 S

|     |                     |       |
|-----|---------------------|-------|
| 80% | S-Meter Differenz.. | 0.2S  |
| 50% | S.Meter Differenz   | 0.5S  |
| 25% | S Meter Differenz   | 1 S   |
| 10% | S-Meter Differenz   | 1.6 S |
| 5%  | S-Meter Differenz   | 2.2 S |

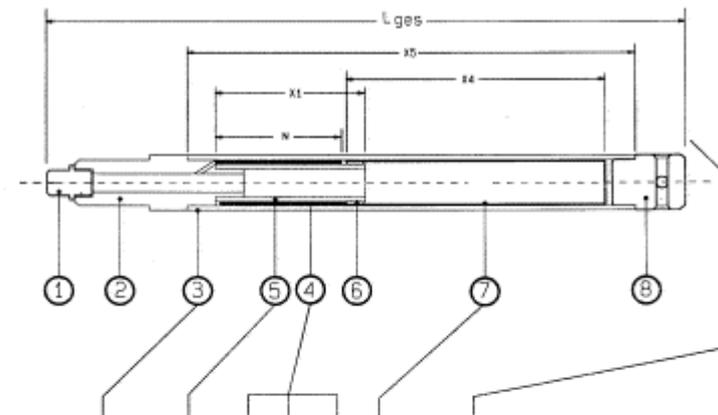
1% S-Meter Differenz 3.3 S usw.  
 Hieraus ist also leicht zu erkennen daß die Differenz des Strahlungswiderstandes wieder mit eingebrachter Leistung Kompensiert werden kann !  
 Es darf hier jedoch nicht Übersehen werden daß die Strahler die hier beschrieben werden zum  $\lambda/4$  Strahler nur eine Wirkfläche von 5% aufweisen und je nach Verkürzungsfaktor bei 10 bis 15% Strahlungswirkungsgrad haben !



#### 1.4 ERFAHRUNGSBERICHTE

Übereinstimmend haben die sich mit den Antennen in der Testphase befassten Personen, als auch jene die so ein System käuflich erworben haben dahingehend geäußert, dass sie noch nie so schnell in der Luft waren. Die Tester haben ausnahmslos bestätigt, dass das System unkompliziert und leicht zu installieren sei und es sich kompromißlos und gutmütig auf die unterschiedlichsten Umgebungen einstellte. Im Falle von Experimente wie bei OM Helmut DF1WZ, der vor Ungeduld das System 3 m unter dem Erdboden in Betrieb nahm ( Keller ) und auf Anhieb ganz Europa damit arbeitete - wenn auch nicht der alltägliche Einsatzfall, hat es trotzdem funktioniert - muss der Rücklauf ein wenig kompensiert werden. Die Tester hatten allesamt andere Antennengebilde zum Vergleich und einstimmig wurde in den Berichten festgestellt, dass das System zwar etwas weniger Feldstärke am Empfänger bringt jedoch das System wesentlich weniger QRM bzw. QRN aufnimmt und Stationen die mit Großantennen nicht hörbar waren mit dem System dann plötzlich deutlich hörbar waren ! Ich möchte mich auf diesem Wege bei allen bedanken, die die Testphase mit diesem neuen System unbeschadet überstanden haben - DF1WZ /OE7WGT/OE7IHJ/OE7BAI/OE7KJI und alle die bereits so ein System erworben haben und damit auf den verschiedensten Bändern herumgurken. Es ist in einer Testphase bei einer Antenne äußerst wichtig, dass man die gewonnen Ergebnisse gleich in Erkenntnisse umwandeln kann um das generierte Produkt dann zu optimieren. Die folgende Bauanleitung soll es einem breitem Publikum ermöglichen diese Strahler selbst zu bauen, um damit selbst das Erfolgserlebnis auszukosten.

## Bauanleitung mit Hinweisen



| BND | ROHR 25 | ROHR 20 | N   | Ø  | MAT | ROHR | Lges | f <sub>0</sub> | DAT/LISTE |
|-----|---------|---------|-----|----|-----|------|------|----------------|-----------|
| 160 | 1640    | 370     | 564 | .5 | Cu1 | 1230 | 1740 | 1.840          |           |
| 80  | 1460    | 370     | 358 | 1  | Cu1 | 1075 | 1560 | 3.7            |           |
| 40  | 720     | 205     | 175 | 1  | Cu1 | 470  | 820  | 7.05           |           |
| 20  | 310     | 120     | 88  | 1  | Cu1 | 170  | 410  | 14.1           |           |
| 15  | 220     | 75      | 47  | 1  | Cu1 | 115  | 320  | 21.1           |           |
| 11  | 140     | 65      | 38  | 1  | Cu1 | 55   | 240  | 28.3           |           |
| 10  | 170     | 85      | 38  | 1  | Cu1 | 90   | 270  | 27.0           |           |
|     |         |         | 1   |    | Cu1 |      |      |                |           |

- ① BUCHSE SOT DR .....      ⑤ ROHR 20 mm Ø  
 ② ANTENNENFUSS                ⑥ HUELSE  
 ③ ROHR 25 mm Ø                ⑦ ROHR Cu 0.1  
 ④ WICKLUNG                        ⑧ ANTENNENKOPF

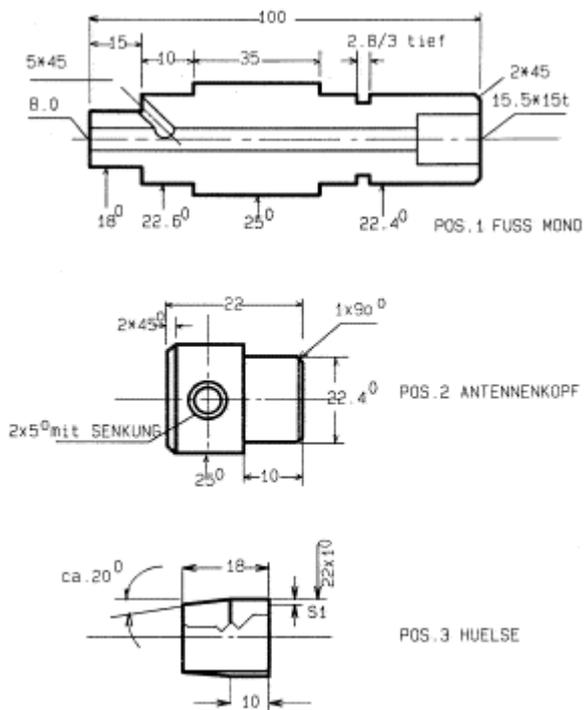
0E70KJ  
1098

Nebenstehend sieht man den Strahler mit allen seinen Bauteilen im Schnitt. Die Materialien sind PE oder PVC sowie Cull Draht mit 0.5 bzw.1 mm Durchmesser. Nachfolgend wird in fortlaufender Zahl Hinweise zum Bau gegeben. Der Teil (1) dürfte klar sein, die Bohrung im Antennenfuß ist entweder auf SOT oder den Steckverbinder der zum Einsatz kommt hin im Durchmesser auszulegen. Der Steckverbinder wird nach Anlöten der Spule eingeklebt. Der Teil (2) ist der Antennenfuß und ist aus PVC gefertigt. Durch die Querbohrung wird der Anfang des Spulendrahtes zum Steckverbinder geführt und angelötet. Ist dies erfolgt so wird das Spulenträgerrohr (5) auf den Zapfen von (2) mit Kleber aufgeschoben. Die Kontaktierungshülse (6) aus Ms wird nach erfolgten genauem Abzählen der Windungen bzw. nach dem Anlöten des Spulenedes aufgeschoben und mit Kleber fixiert. Die Wicklung muß am Antennenfuß bündig anstehen und es muß Windung an Windung anliegen! Darauf bitte unbedingt achten, da sonst die Induktivität nicht stimmt und auch die Gesamtresonanz verschoben ist. Somit ist der Hauptteil fertig. In der Folge wird das Schutzrohr (3) abgelängt und angepaßt. Das Rohr muß leichtgängig über die Spule und die Passung des Antennenfußes zu fügen sein.

Nun wird der Kondensator(7) angefertigt. Der Kondensator besteht aus Cu-Blech mit 0.1 mm Stärke. Das Material sollte Weichkupfer sein, da man dies sehr leicht zu einem Rohr formen kann. Das Rohr wird also aus Cu-Blech angefertigt. Beim Zuschnitt kann ruhig ein Längsspalt von ca. 1mm entstehen, es ist jedoch darauf zu achten dass das Cu-Rohr so viel Ringspannung aufweist, dass es in das Schutzrohr eingeschoben sich dort auch durch Eigenspannung festhält. Nun schiebt man das Schutzrohr mit Kondensator über die Spule und schiebt dabei den Kondensator soweit ein, dass er an der Kontaktierungshülse auf einer Fläche von ca. 5 mm aufliegt. Hierbei

muß man ein bißchen mit einem Längenmaß arbeiten. Nun ist der Resonator soweit fertig. Mit Hilfe einer Antennenmeßbrücke, oder eines Senders mit SWR Brücke wird nun die Resonanz ausgemessen. Es ist darauf zu achten dass der Strahler frei abstrahlen kann und nicht durch Eisenteile oder andere leitende Teile beeinflusst wird. Diesen Meßvorgang sollte man also sehr genau ausführen, da dies der wichtigste Vorgang bei der Inbetriebnahme ist. Es wird vorgeschlagen den Strahler mit einem  $\lambda/2$  Kabel zu speisen ( z.B. an der Decke hängend )  
 Stellt sich nun Resonanz ein, so ist noch nicht aller Tage abend. Stellt sich eine, laut Tabelle, der Bauform entsprechende Resonanz ein, so kann man bereits Empfangs- oder Sendeversuche tätigen. Eine Feinabstimmung sollte man dann im Freien machen, dabei ist so vorzugehen: den Strahler auf ein Kunststoffrohr, z.B 3 m Schutzrohr (3) aufstecken, das  $\lambda/2$  Kabel durch das Schutzrohr führen und nur mit der SWR Brücke und dem Generator arbeiten ! Man fährt die Frequenz ab und notiert sich zur Frequenz hin das SWR. Dabei wird man dann die Resonanz feststellen. Meist liegt diese etwas zu tief, das heißt man nimmt einige mm den Kondensator in seiner Länge und somit stellt sich eine neue Resonanz ein. Hat man nun das gewünschte erreicht, so sind wir aber noch nicht fertig. Mit dem Strahler macht man nun einige Versuche RX sowie TX mäßig. Ist man erst jetzt rundum zufrieden, kann das Schutzrohr mit dem Antennenfuß verklebt werden. Mit Klebstoff kann man den Kondensator fixieren und den Antennenkopf aufstecken und verkleben. Für Strahler, die der Witterung oder Seewasser ausgesetzt werden, empfiehlt es sich den Strahler mit Schaum auszuschäumen ( kein Bauschaum sondern 2 Komponenten Schaum)

## 2.1 DREHTEILE



ANM: ZUM ANLÖTEN DER SPULE SCHLITZ 1x5 EINSÄGEN

Die Pos.1 stellt den Antennenfuß dar. Als Material nimmt man PVC grau oder schwarz. Die Durchmesser sind einzuhalten. Vorsicht ist geboten bei den Rohren die man in Baumärkten etc. zu kaufen bekommt, sie sind allesamt etwas "schwindsüchtig", d.h. sie haben Untermaß. Es sollten also Rohre eingesetzt werden, die im Fachhandel für E-Installation zur Verwendung

kommen. Der Einstich 2.8x3 tief kann entfallen, er ist zur Einlage eines O-Ringes gedacht, damit kein Wasser in das Standrohr dringen kann. Der Antennenkopf ist aus gleichem Material wie der Fuß. Die Querlöcher sind zum durchziehen von Abspannseilen. Die Abspannseile dürfen nicht leiten ! Die Kontakthülse ist aus Ms-Rohr anzufertigen, es ist wichtig die zyl. Fläche sauber zu halten damit dann das Kondensatorrohr einen Kontakt mit der Spule hat. Für alle mech. Arbeiten gilt- je präziser und sauber-gearbeitet wird um so genauer wird sich der Erfolg dann einstellen.

Als Kleber können langsam sowie schnellhärtende Zweikomponenten Epoxi Harze zur Verwendung kommen ( keine cyancrilat Kleber !!!!! ) AHA+ z.B . Zum Ausschäumen ist der normale Bauschaum absolut ungeeignet, da dieser nur in Feuchte aushärtet und das System absolut nicht nass werden darf auch nicht beim Bau ! Also 2 Komponenten PU - Schaum.

## 2.2 ZUSAMMENFASSUNG

Wenn bisher alles gut gelaufen ist, so kann man die Arbeit mit dem Strahler beginnen. Es ist dem OM überlassen wie er den Strahler einsetzt, ich gebe jedoch abschließend zu bedenken was die Physik nicht erlaubt, wird auch nicht funktionieren. Aber der Spielraum ist enorm, dies wird man sehr schnell bei genügend Phantasie erkennen.

Anfangen zu bauen sollte man mit einem 40m System. Die höherfrequenten Systeme sind zwar kleiner aber die Präzision muss ebenfalls höher sein. Die Energieleitung zum Strahler sollte immer  $\lambda/2$  elektrisch betragen, ansonsten ist eine Matchbox einzufügen. Man kann den Strahler auch als strahlenden Abschlußwiderstand verwenden, wobei mit einer Eindrahrtleitung das System gespeist wird und der Speisedraht dann nur strommäßig zu betrachten ist. Hinweise in der einschlägigen Literatur.

So, nun wünsche ich beim Nachbau viel Erfolg!

Einen gesonderten Dank dem Verlag FUNKAMATEUR und Herrn Dr. Ing. Hegewald für seine Bemühungen dieses Projekt in der Zeitschrift FUNKAMATEUR einer breiten Schicht von Amateurfunkern zugänglich zu machen. [Media:Oe7okj.pdf](#)

## W3KH Quadrifilar Antenne

### Inhaltsverzeichnis

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1 W3KH Quadrifilar Antenne .....  | 55 |
| 2 Konstruktionsüberlegungen ..... | 55 |
| 3 Elektrische Eigenschaften ..... | 55 |
| 4 Mechanische Konstruktion .....  | 56 |
| 5 Ergebnisse .....                | 58 |

---

## W3KH Quadrifilar Antenne

---

Auszug eines Artikels von W3KH in der QST, August 1996, Übersetzung: Peter, DK8TG

Wenn die Rundstrahlcharakteristik Ihrer existierenden omnidirektionalen VHF Antenne „gerade so in Ordnung“ ist, dann ist diese verdrehte Antenne genau das was Sie brauchen. Eine optimale Antenne zu finden, die für den Empfang umlaufender Wettersatelliten geeignet ist, mag auf den ersten Blick recht einfach erscheinen. Aber für eine solche Antenne müssen doch einige Bedingungen erfüllt sein. Es soll ein einfaches Antennensystem sein, etwas ohne Rotor; etwas mit einer guten Überdeckung des Empfangsbereiches von etwa  $20^\circ$  über dem Horizont und es muß auch für einen Zenitdurchgang des Satelliten geeignet sein. Das sind einfache Anforderungen, aber anscheinend ohne einfache Lösung. Eine Diskone Antenne bringt gemischte Ergebnisse. Bei kleinen Erhebungswinkeln ist mit guten Signalen zu rechnen. Bei weiter ansteigender Elevation zeigen sich allerdings einige heftige Nullstellen, auch beim Zenitdurchgang des Satelliten. Diese Fadingeinbrüche wieder-holen sich nochmal bis zum Untergang des Satelliten. Eine Turnstile Antenne (T-R array) arbeitet auch einigermaßen gut. Aber auch hier zeigen sich Signalausfälle, die durch mehrere Nullstellen im Diagramm hervorgerufen werden. Einige Magazine haben Artikel über die Konstruktion einer quadrifilar Helix Antenne (QHA) veröffentlicht, die für diesen Zweck sehr gut geeignet erscheint. Ein Teil der Nachbauproblematik dieser Antenne liegt in ihrer Geometrie. Die QHA ist schwierig zu beschreiben. Jedoch Leute, die erfolgreich diese Antenne gebaut haben, sagen, daß es DIE Einfach-Antenne für den Empfang von niedrig fliegenden Satelliten (LEOS) ist.

---

## Konstruktionsüberlegungen

---

Wenn man einigen früher beschriebenen universellen Berechnungen folgt, dann müßte eine reproduzierbare und zufriedenstellende Antenne gebaut werden können. Die benötigten Werkzeuge sind einfach. Der Beweis wird durch die Empfangsergebnisse erbracht. Wenn die Antenne nicht gerade für ultrahohe Frequenzen gebaut wird, wo die Abmessungen doch schon fast das Geschick eines Uhrmachers erfordern, dürfte die Handhabung der Abmessungen keine Probleme bereiten. Eine QHA für 137,5 MHz ist 57 cm hoch und hat einen Durchmesser von 38 cm; die kleinere Helixwindung ist 52 cm hoch mit 34 cm Durchmesser. Für das 2m Band sind die Antennenabmessungen noch etwas kleiner. Antennen dieser Größenordnung sind einfach nachzubauen.

---

## Elektrische Eigenschaften

---

Eine QHA mit einer halben Windung und einer halben Wellenlänge hat einen theoretischen Gewinn von 5 dBi und einen 3 dB Öffnungswinkel von ca.  $115^\circ$  mit einer charakteristischen Impedanz von 40 Ohm. Mehrere Speisemethoden können angewandt werden. Alle erscheinen zu kompliziert, außer einem der zahllosen Balun Entwürfe, der ein Stück Koaxkabel für eines der vier Elemente verwendet.

Um die notwendige 90° Phasendifferenz zwischen den bifilaren Elementen zu erzeugen, wird ein sogenanntes Self phasing System benutzt. Dazu wird die Antenne mit unterschiedlichen Schleifengrößen gebaut. Eine größere Schleife, die unterhalb der geplanten Frequenz in Resonanz ist (erzeugt eine induktive Komponente) und eine kleinere Schleife, die oberhalb der geplanten Frequenz resoniert (erzeugt eine kapazitive Komponente) verursacht einen voreilenden Strom in der kleinen Schleife und einen nacheilenden Strom in der großen Schleife. Die Elementlängen sind 0,56 lambda für die große Schleife und 0,508 lambda für die kleine Schleife. Die optimale zirkulare Polarisation wird mit einem Elementdurchmesser von 0,0088 lambda erreicht. Fehler bei dieser Abmessung äußern sich in einer etwas elliptischen Polarisation anstatt einer korrekt zirkularen und der Gewinn der Antenne wird ein paar Zehntel dB unter dem Optimum liegen. Der Wert ist nicht allzu kritisch. Ein Elementdurchmesser von 0,0012 lambda ist nicht ideal, aber immer noch gut genug. Um die Topographie der QHA zu erfassen muß man sich vorstellen, daß die Antenne aus 2 konzentrischen Zylindern besteht, über die die Helixabschnitte gewunden sind. In einer zwei-dimensionalen Ebene können die Zylinder durch 2 Rechtecke dargestellt werden. Der Durchmesser des größeren Zylinders (oder Rechteckes) beträgt 0,173 lambda und der Durchmesser des kleineren Zylinders 0,156 lambda. Die Länge des größeren Zylinders (oder Rechteckes) beträgt 0,26 lambda und die Länge des kleineren Zylinders 0,238 lambda. Mit diesen Angaben ist es möglich eine QHA für irgendeine Frequenz zu entwerfen. Die Tabelle 1 zeigt einige repräsentative Antennenabmessungen für gängige Frequenzen unter Verwendung obiger Parameter.

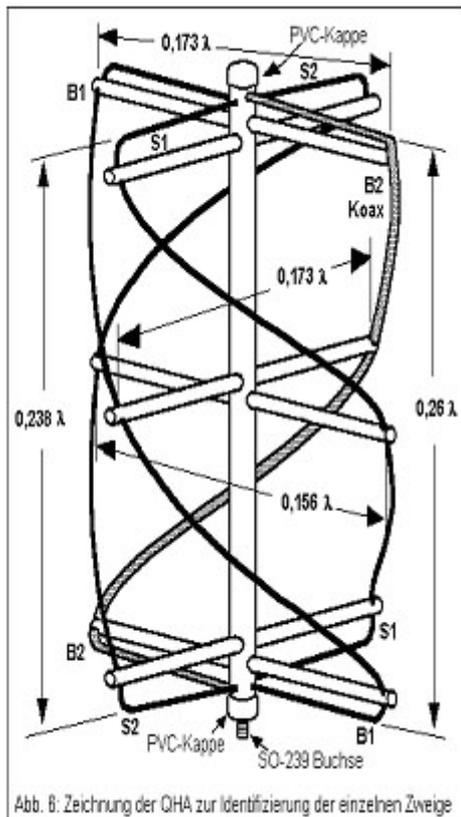
| Frequenz<br>(MHz) | $\lambda$<br>(cm) | Kleine Schleife (cm)             |                               |                            | Große Schleife (cm)             |                               |                           |
|-------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
|                   |                   | Zweiglänge<br>(0,508 $\lambda$ ) | Durchm.<br>(0,156 $\lambda$ ) | Höhe<br>(0,238 $\lambda$ ) | Zweiglänge<br>(0,56 $\lambda$ ) | Durchm.<br>(0,173 $\lambda$ ) | Höhe<br>(0,26 $\lambda$ ) |
| 137,5             | 218,2             | 110,8                            | 34                            | 52                         | 122,2                           | 37,7                          | 56,7                      |
| 145               | 206,9             | 105,1                            | 32,3                          | 49,2                       | 115,9                           | 35,8                          | 53,8                      |
| 436               | 68,8              | 35,0                             | 10,7                          | 16,4                       | 38,5                            | 11,9                          | 17,9                      |

Tabelle 1 Abmessungen der Quadrifilar Helix Antenne

## Mechanische Konstruktion

Sowohl aus der Sicht des Konstrukteurs als auch unter der Berücksichtigung der Windlast erscheint eine einfache PVC Lösung als das Geeignetste. Ein 65 cm langes Stück PVC-Rohr mit etwa 5 cm Durchmesser stellt den Mittelteil dar. Die Abstandhalter, die die Helixwindungen unterstützen, sind ebenfalls PVC-Rohre mit ca. 1,5 cm Durchmesser. Drei mit der Länge entsprechend dem Durchmesser des großen Zylinders und drei mit der Länge entsprechend dem Durchmesser des kleinen Zylinders. Zwei dieser Abstandshalter sind jeweils am oberen und unteren Ende des Zentralteiles angebracht. Sie stehen horizontal und parallel übereinander. Ein dritter Abstandshalter wird zwischen den beiden anderen in der Mitte des Zentralteiles um 90° gedreht angebracht. Dieser Prozeß wird für die kleineren Zylinderabmessungen wiederholt, indem die kleineren Abstandshalter wie oben beschrieben am Mittelteil befestigt werden. Diesesmal werden alle Teile um 90° gegenüber den größeren Teilen verdreht. Jeder Abstandshalter wird an dessen Ende mit einer Nut oder Bohrung versehen um das Koaxkabel bzw. den Strahler zu fixieren. Die Abstandshalter werden durch Bohrungen im Mittelteil gesteckt und mit PVC-Kleber fixiert.

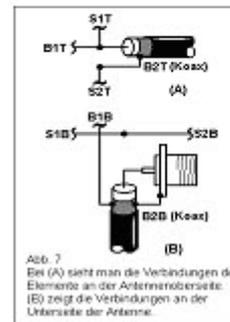
Für Wettersatelliten-Antennen genügt es 2,5 mm Antennenlitze für die drei Helixwindungen zu verwenden. Das Koaxkabel für die letzte Helixwindung, das gleichzeitig den Balun darstellt ist eines vom Typ RG-8. Der Verkürzungsfaktor für die Längenkalkulation des Koaxkabels wird nicht berücksichtigt. Für die UHF-Antennen kann ebenfalls ein weicher Kupferdraht von 2 bis 3 mm Durchmesser und ein RG-58 Koaxkabel verwendet werden. Kleinere Antennen können ohne Abstandshalter gebaut werden, da durch die Festigkeit des verwendeten Drahtes die Form von selbst beibehalten wird.



Um die Konfusion betreffend die Verbindungen und die Identifizierung der einzelnen Windungen zu minimieren wird jede Helix mit B (=big) und S (=small) bezeichnet; entsprechend dem großen und dem kleinen Zylinder. T (=top) und B (=bottom) bezeichnen den Ober- bzw. den Unterteil der Antenne. Auf den Abbildungen ist das Bezeichnungssystem gut zu erkennen. Jede Schleife kann mit folgenden Bezeichnungen identifiziert werden: B1T und B1B, B2T und B2B für die großen Helixwindungen; S1T und S1B, S2T und S2B für die kleinen Helixwindungen, wobei B2 das Koaxkabel darstellt und die anderen drei Windungen durch den entsprechenden Antennendraht gebildet werden. Für rechtsdrehende zirkulare Polarisation (RHCP) verwindet sich die Helix im Gegenuhrzeigersinn, wenn man von oben auf die Antenne sieht. Das steht im Gegensatz zu der konventionellen axialen Helixkonstruktion.

Abbildung 7 zeigt die richtigen Verbindungen der Helixschleifen. Das Bild ist aussagekräftig

genug und eine nähere Beschreibung erübrigt sich.



## Ergebnisse

Die Antenne stand 4 Meter über Grund und beim ersten Überflug von NOAA-14, den er mit dieser Antenne empfing, war der Autor positiv überrascht. Der erste von vielen Vorüberflügen der Wettersatelliten brachte ein fadingfreies Empfangssignal, außerdem einige spektakuläre Bilder von den russischen Meteor Satelliten. Obgleich die Antennenkonstruktion einen 3 dB Öffnungswinkel von 140° erwarten liess, erbrachte ein Zenitdurchgang des Satelliten verwertbare Daten bis zu einer Elevation von 10° über dem Horizont. Die 70 cm Antenne arbeitet auch gut für die Pacsat's, obwohl der Dopplereffekt ein manuelles Verfolgen schwierig gestaltet. Der Prototyp der Wettersatelliten Antenne arbeitete besser als erwartet und von anderen Leuten wurden einige weitere Antennen ohne bedeutsame Änderungen nachgebaut. Die Quadrifilar-Helix-Antenne ist definitiv ein Gewinner. Als Elemente wurden 4 mm<sup>2</sup> Kupferdraht und RG 58 als Koaxcabel genommen.