

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Rund um die Antenne

Praxisorientierte Antennenkunde für Funkamateure

Teil 6:

Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Max Rügger, HB9ACC

Allen Freunden des Selbstbaus gewidmet

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Inhaltsverzeichnis

		Seite
6	Rund um die Antenne, Teil 6	
	Vorwort	5
6.1	Ein Ganzwellen-Dipol der besonderen Art	7
6.2	L-Antennen	8
6.3	Sloper	12
6.3.1	Der Viertelwellen-Sloper	12
6.3.2	Der Halbwellen-Sloper	14
6.3.3	Der Halbwellen-Sloper mit Reflektor	15
6.4	Schleifenantennen	17
6.4.1	Stromverteilung auf Schleifenantennen	18
6.4.2	Horizontale Schleifenantennen	19
6.4.3	Vertikale Schleifenantennen	19
6.4.4	Unsichtbare Schleifenantennen	23
6.4.5	Speisung von Schleifenantennen	24
6.4.6	Praxisbeispiel: Mehrband Schleifenantenne	26
6.5	Vertikale Antennen	30
6.5.1	Horizontale Antennen versus vertikale Antennen	30
6.5.2	Allgemeines zu Vertikal-Antennen	31
6.5.3	Die Marconi-Antenne	34
6.5.4	Die Ground-Plane Antenne	35
6.5.4.1	Wie viele Radials benötigt eine Ground-Plane Antenne	36
6.5.5	Die T-Antenne	38
6.5.6	Der vertikale Dipol	40
6.5.7	Der koaxiale Dipol	41
6.5.8	Vertikaler Halbwellenstrahler mit Spannungspeisung	42

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Vorwort

Die erste Version dieses Dokumentes, damals unter dem Namen „Drahtantennen Praktikum“, ist zu dem Zeitpunkt entstanden als allen YL's und OM's deren Funkverkehr sich bisher auf Frequenzen oberhalb 30 MHz beschränkt hat damals neu den Zugang zur Kurzwelle erhalten haben.

Ich habe das Dokument damals meinen Freunden und Amateurfunker-Kollegen zur Verfügung gestellt. Das grosse Echo, das dadurch ausgelöst wurde hat, hat mich bewogen das Dokument laufend zu überarbeiten und weitere Erfahrungen einfliessen zu lassen.

Einige Bemerkungen zum Dokument:

- Dieses Dokument ersetzt kein Antennenbuch und es enthält keine Kochrezepte. Mein Ziel war es die Materie von der praktischen Seite her anzugehen. Überdies ist es ein Ziel von mir das Verständnis für Antennen im allgemeinen und Drahtantennen im speziellen zu wecken. Die dazugehörigen Formeln, die es einem erlauben die Drahtlängen zu berechnen, findet man in jedem Antennenbuch. In jedem Antennenbuch finden sich auch jede Menge Formeln deren Herleitung wohl nur für wenige von uns nachvollziehbar ist. Ich versuche mit Betrachtungen über den Spannungs- und Stromverlauf auf Antennen das Verständnis für Probleme der Anpassung, SWR etc. zu wecken.
- Das Dokument enthält auch Information rund um die Antenne, also Materialkunde, Informationen über Speiseleitungen, Baluns, nützliche Messgeräte etc.
- Das Dokument befasst sich nicht mit Mehrelementantennen, wie Yagis, Mehrelement Quads, etc. Es beschränkt sich weitgehend auf Antennenformen die vom „ganz normalen OM“ im Selbstbau erstellt werden können.
- Dieses Dokument enthält wahrscheinlich nichts was man nicht auch anderswo nachlesen könnte.
- Dieses Dokument hat keinen kommerziellen Hintergrund. Ich habe mir deshalb gestattet für gewisse Darstellungen auf vorhandene Schemas, Zeichnung, Skizzen etc. zurückzugreifen.
- Ich verwende im Text häufig den Ausdruck OM. Damit sind natürlich auch alle YL's und XYL's gemeint. Der Ausdruck OM hat einfach meine Schreibe vereinfacht. Man verzeihe mir das.

Auch wenn dieser Beitrag zum Thema Antennen nicht vor mathematischen Formeln und algebraischen Abhandlungen strotzt, ich persönlich habe als Fernmelde-Ingenieur keine Berührungängste mit der Theorie und der Mathematik. Ganz im Gegenteil. Ich selbst versuche immer wieder die Aussagen die ich mache mathematisch und von der Theorie her zu unterlegen.

Ich habe aber volles Verständnis für alle OM's die mit der Mathematik nicht unbedingt auf Du und Du sind und die sich lieber mit den praktischen Belangen auseinandersetzen. Wer einmal die grundlegenden Elemente der Antennentechnik verstanden hat, der ist in der Lage irgendwo auf der Welt, ohne grosse Hilfsmittel, lediglich mit einem Metermass in der Hand Antennen zu erstellen die funktionieren.

Es ist mir wichtig Erklärungen und Anregungen zu geben die den Freunden des Selbstbaus weiterhelfen.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Das Dokument ist in 7 Teil-Dokumente aufgegliedert:

- **Teil 1**
 - allgemeine Hinweise
 - Materialkunde
 - Blitzschutz
 - Sicherheit
 - Masten
- **Teil 2**
 - Speisekabel
 - SWR
- **Teil 3**
 - Antennenkoppler
 - SWR-Meter
 - Instrumente
 - Baluns
- **Teil 4**
 - Antennen-Theorie
 - Antennen-Simulation
- **Teil 5**
 - Dipole
 - Windom-Antennen
 - Trap-Antennen
 - Langdraht-Antennen
- **Teil 6**
 - Ganzwellen-Dipol
 - L-Antennen
 - Sloper
 - Schleifenantennen
 - Vertikal-Antennen
- **Teil 7**
 - spannungsgespeiste resonante Antennen
 - verkürzte Antennen
 - Sonderformen verkürzter Antennen

Wichtiger Hinweis:

Die in dieser Dokumentation gemachten Angaben zu Schaltungen und Verfahren etc. werden ohne Rücksicht auf die Patentlage mitgeteilt. Sie sind ausschliesslich für Amateur- und Lehrzwecke bestimmt und dürfen nicht gewerblich genutzt werden. Der Autor hat die Angaben mit grösster Sorgfalt und nach bestem Wissen und seinen Erfahrungen zusammengestellt. Der Autor weist darauf hin, dass er weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen die auf fehlerhafte Angaben oder Auslegung direkt oder indirekt zurückgehen übernehmen kann.

Ich wünsche allen OM's, YL's und XYL's viel Erfolg und Befriedigung mit unserem weltumspannenden schönen gemeinsamen Hobby Amateurfunk.

März 2007

73 de Max Rügger / HB9ACC

6.1 Ein Ganzwellen-Dipol der besonderen Art

Wir wissen aus Erfahrung:



- viel Draht hilft
- grosse Höhe hilft

Von einem Dipol nehmen wir immer an, dass die Einspeisung in der Mitte erfolgt. Bei einem Ganzwellendipol erhalten wir bei Speisung in der Mitte immer Spannungskopplung, was bedeutet, dass eine Speisung mit Koax-Kabel nicht in Frage kommt. Wer trotzdem eine ganze Wellenlänge Draht in die Luft bringen will, dem ist es natürlich nicht verboten die Antenne bei 25 % der Gesamtlänge einzuspeisen. Dort finden wir nämlich einen Strombauch und unser Koax-Kabel ist glücklich über die niederohmige Fusspunktimpedanz.

Solche Antenne eignen sich für Low Band DX'ing, z.B. auf dem 80 m Band.

Ein Beispiel soll die Vorzüge dieser Antenneart aufzeigen.

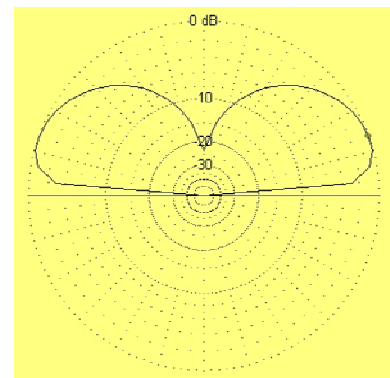
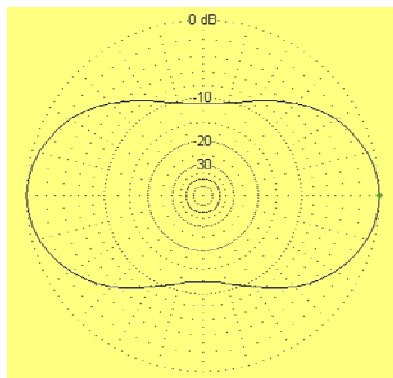
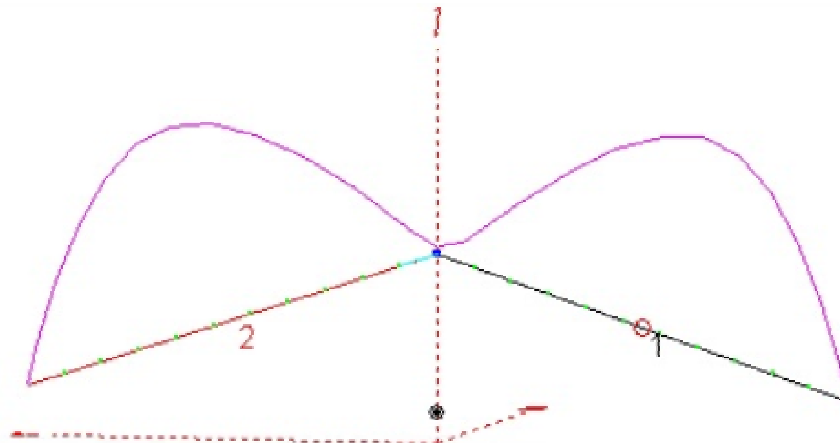
Wir gehen von folgenden Daten aus:

Masthöhe = 15 m

Höhe der Drahtenden über Grund = 2 m

Länge von Draht 1 und 2 = je 41.6 m

Einspeisung in der Mitte von Draht 1



Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Vergleichen wir die Daten eines auf 15 m Höhe aufgehängten normalen Dipols mit dieser Art Ganzwellendipol:

Halbwellen-Dipol:

Gain = 7.78 dBi
bei Elevation 90 Grad

Gain = 0.61 dBi
bei Elevation 20 Grad

Grundsätzliches Verhalten:
Rundstrahler mit extremer Steilstahlung

Ganzwellen-Dipol:

Gain = 4.97 dBi
bei Elevation 20 Grad

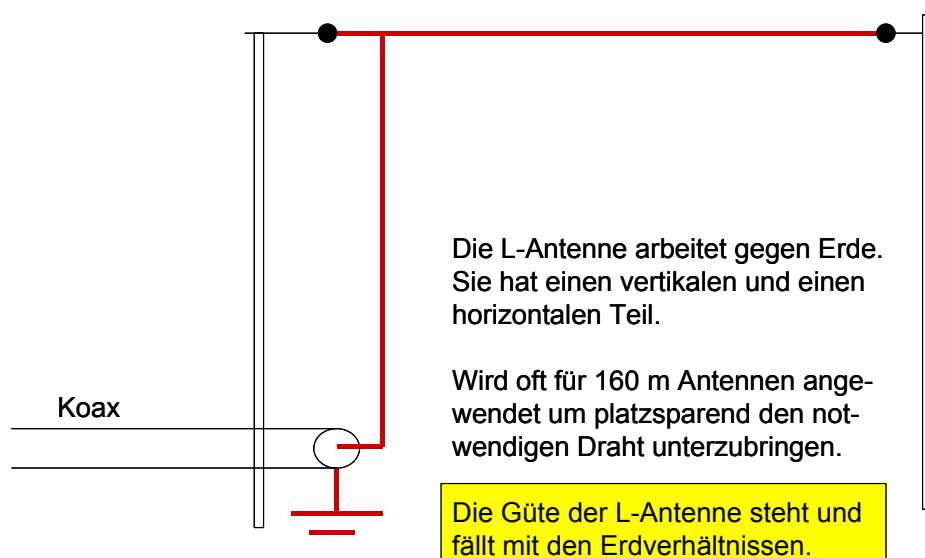
Grundsätzliches Verhalten:
Flachstrahler mit Richtwirkung und Unterdrückung von Steilstrahlsignalen um ca. 20 dB

Was zeigt uns der Vergleich?

Der ganz normale Dipol ist, zum mindestens auf den unter Bändern, fast immer ein vorzüglicher Steilstrahler. Wer viel Europa-Verkehr macht ist damit sehr gut bedient. Wenn es um Flachstrahlung geht, dann sinken die Signale rasch um mindestens 1 S-Stufe ab. Dies heisst aber noch lange nicht, dass man mit dem ganz normalen Dipol keine DX-QSO zustande bringt.

Unser Ganzwellen-Dipol der besonderen Art ist hingegen eine reine DX-Antenne. Die Steilstahlung von oben wird um ca. 20 dB, oder um mehr als 3 S-Stufen, gedämpft. Der Hauptanteil der Strahlung geht unter einem Winkel in der Nähe von 20 Grad ab. Der zusätzliche Gewinn im Vergleich mit einem normalen Dipol beträgt zwar etwas weniger als eine S-Stufe. Wichtiger aber als das Verhalten beim Senden ist das Verhalten beim Empfang. Die 20 dB Dämpfung der Steilstrahlsignale erleichtern das Leben des Operators ungemein. Der OM leidet weniger unter den starken Steilstrahlsignalen seiner lieben EU-Kollegen und er hat bessere Chancen das Signal der DX Station aufzunehmen.

6.2 L-Antennen

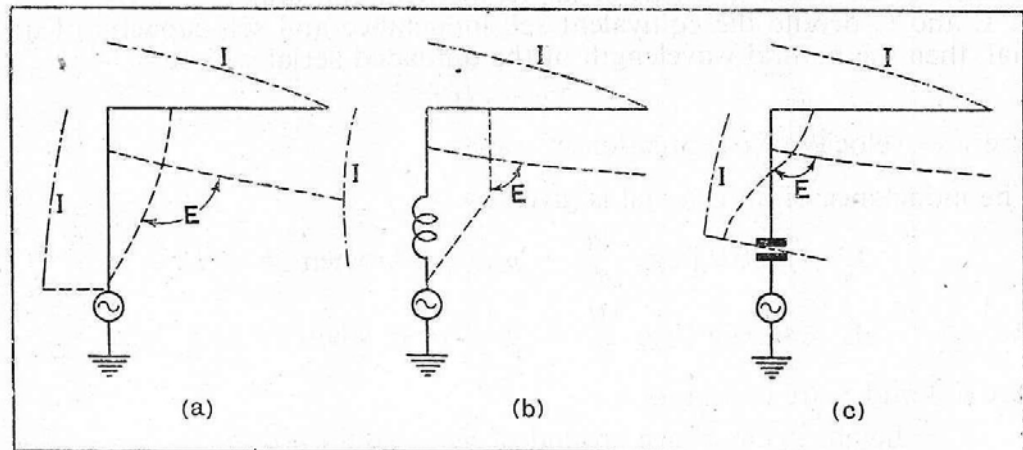


Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Die L-Antenne ist eine weitere Form einer erfolgreichen Art von Drahtantenne. Sie wird seit den frühesten Anfängen der Funktechnik angewandt. Unter Funkamateuren ist dies eine populäre Antenne um auf den „langwelligen“ Bändern, z.B. auf dem 160 m Band, QRV zu sein. Wenn man diese Art Antenne mit Koax-Kabel speisen will, was meist der Fall ist, dann sollte die Gesamtlänge des Antennendrahtes irgendwo bei $\lambda/4$ liegen. Bei einer Antenne für das 160 m Band wäre eine Drahtlänge von 40 ... 45 m angebracht. Man kann die Antenne, wenn notwendig, mit einer Spule verlängern oder mit einem Kondensator verkürzen.

Das untenstehende Bild zeigt dieses Prinzip. Das Bild stammt aus einem englischen Lehrbuch für Seefunker aus dem Jahre 1950. Bei den damaligen Hochseedampfern waren L-Antennen gang und gäbe. Die Antenne begann in der Funkkabine, ging von dort auf einen Mast und der horizontale Teil führte zum andern Mast. Für den Funkverkehr auf Mittelwelle 375 ... 515 kHz war die Antenne immer zu kurz und wurde mittels Verlängerungsspule abgestimmt (Variante b). Für den Betrieb auf den Kurzwellen-Seefunkbändern war die Antenne meistens zu lang. Dann kam ein Verkürzungskondensator zum Zug (Variante c).



Current and voltage distribution in "L" shape aeriels

Es gibt OM's die machen ihre L-Antenne bewusst etwas zu lang. Am Speisepunkt fügen sie dann einen Drehkondensator ein. Mittels diesem Drehkondensator lässt sich dann die Resonanzfrequenz der Antenne bequem auf das gewünschte Bandsegment abstimmen. Für CW Freunde wären das auf dem 160 m Band das Segment von 1810 kHz bis ca. 1840 kHz, d.h. wenn wir bei einer Mittenfrequenz ca. 1825 kHz auf bestes SWR einstellen sollte es möglich sein ohne Nachstimmen des Drehkondensators das CW Band zu überstreichen.

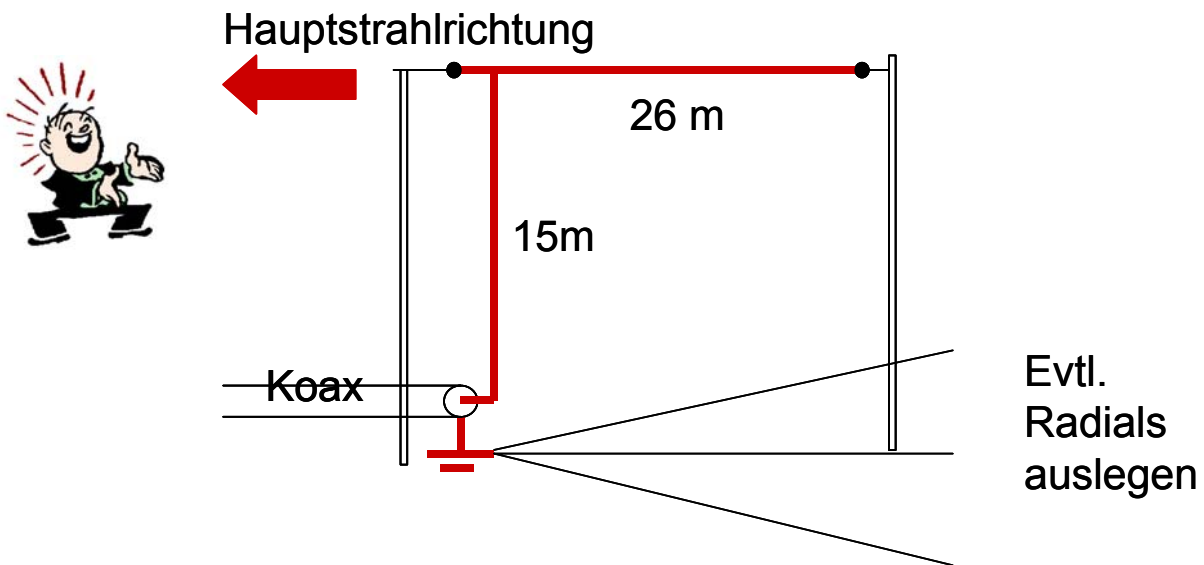
Wer die Drahtlänge nicht ganz unterbringen kann der kann es mit einer Verlängerungsspule versuchen. Welche Werte die Komponenten haben müssen ist schwer im voraus zu bestimmen. Zwei Beispiele, die nachstehend aufgeführt werden, zeigen mit welchen Größenordnungen man es zu tun hat.

Auch hier gilt: **Probieren geht über studieren.**

Ein praktisches Beispiel soll zeigen was von einer L-Antenne zu erwarten ist:

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



Ein praktisches Beispiel soll zeigen was von einer L-Antenne zu erwarten ist:

Beispiel: L-Antenne für 1.8 MHz, volle Länge

- Länge vertikaler Teil = 15 m
- Länge horizontaler Teil = 26 m
- Abstrahlwinkel bei 30 Grad
- Wirkt fast wie ein Rundstrahler
- Gewinn 2.1 dBi (über mittlerem Boden)
- Speisepunktimpedanz bei 1840 kHz = $14 + j3.5 \Omega$

Beispiel: L-Antenne für 1.8 MHz, zu kurz, d.h. mit Verlängerungsspule

- Länge vertikaler Teil = 15 m
- Länge horizontaler Teil = 15 m
- Verlängerungsspule eingefügt ca. 75 cm ab Speisepunkt
- Wert der Verlängerungsspule $L = 11 \mu\text{H} / R = 5 \Omega$
- Abstrahlwinkel bei 30 Grad
- Wirkt fast wie ein Rundstrahler
- Gewinn 0.31 dBi (über mittlerem Boden)

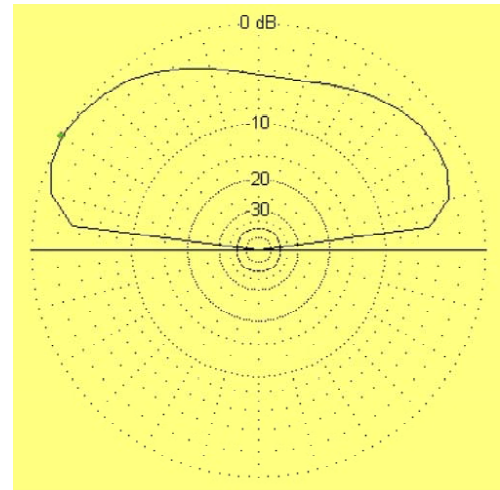
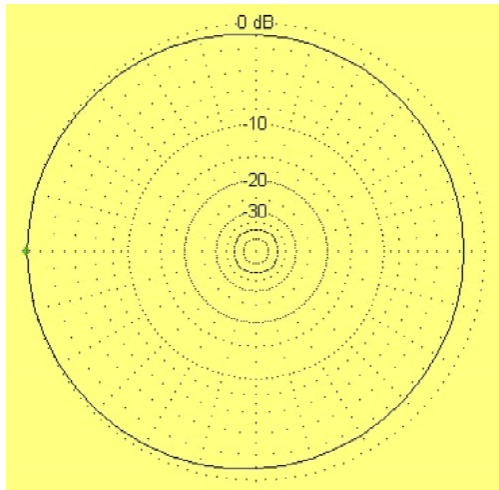
Beispiel: L-Antenne für 1.8 MHz, zu lang, d.h. mit Verkürzungskondensator

- Länge vertikaler Teil = 15 m
- Länge horizontaler Teil = 35 m
- Verkürzungskondensator eingefügt ca. 75 cm ab Speisepunkt
- Wert der Verkürzungskondensators $C = 400 \text{ pF} / R = 2 \Omega$
- Abstrahlwinkel bei 30 Grad
- Wirkt fast wie ein Rundstrahler
- Gewinn 2.08 dBi (über mittlerem Boden)

Die Werte sowohl für die Verlängerungsspule wie auch für den Verkürzungskondensator liegen innerhalb vernünftiger Werte. Man vergesse nicht in die Rechnung einzubringen, dass jede Spule Verluste aufweist (die im allgemeinen höher sind als man glaubt). Ebenso weist jeder Drehkondensator Verluste auf und seien es nur die Verluste im Schleifer. Diese sind im allgemeinen im Vergleich zu einer Spule bedeutend kleiner. Da der Drehkondensator in der Nähe des Strombauchs eingeschlaucht wird muss er nicht sonderlich Spannungsfest sein. Für 100 W Leistung reicht ein normaler 500 pF Drehko aus einem alten Röhrenradio allemal aus.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

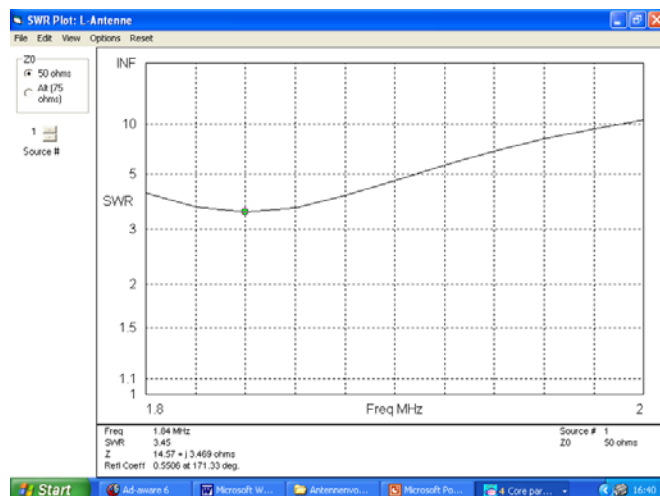


Ob die L-Antenne die volle Länge aufweist oder etwas verlängert oder verkürzt wird hat auf das Abstrahlungsdiagramm keinen nennenswerten Einfluss. Die Antenne verhält sich im grossen und ganzen wie ein Rundstrahler. Interessant ist es den Vorzugsabstrahlwinkel zu betrachten. Hätten wir einen Dipol ebenfalls in ca. 15 m aufgehängt, dann hätten wir einen klassischen Steilstrahler. Der Vorzugsabstrahlwinkel würde 90 Grad betragen. In unserem Beispiel erhalten wir einen Vorzugsabstrahlwinkel von 30 Grad. Wie ist das zu erklären ?

Die L-Antenne besteht aus 2 Teilsegmenten. Wir haben ein vertikales Segment und ein horizontales Segment. Es ist nun der vertikale Teil der Antenne der für den doch relativ flachen Vorzugsabstrahlwinkel verantwortlich ist. Dieser Teil wirkt quasi wie eine Vertikalantenne. Der horizontale Teil ergänzt den Antennendraht und macht ihn zu einem Viertelwellenstrahler.

Ja höher wir den vertikalen Teil machen können desto flacher strahlt die Antenne.

In der Praxis kann man das auch ausnützen indem man einen vorhandenen Mast aus leitendem Material, auf dem z.B. ein Beam thront, als Vertikalantenne für das 80 m Band oder das 160 m Band „missbraucht“. Was dem Mast an Länge fehlt kann durch den Beam, der als Kapazitätshut wirkt, wettgemacht werden. Wenn das noch nicht reicht, dann machen wir doch ganz einfach eine L-Antenne draus und hängen oben am Mast einen Draht an um die fehlende Länge herzustellen. Den Draht ziehen wir schräg nach unten und längen ihn so ab, dass wir auf der gewünschten Frequenz Resonanz erhalten.

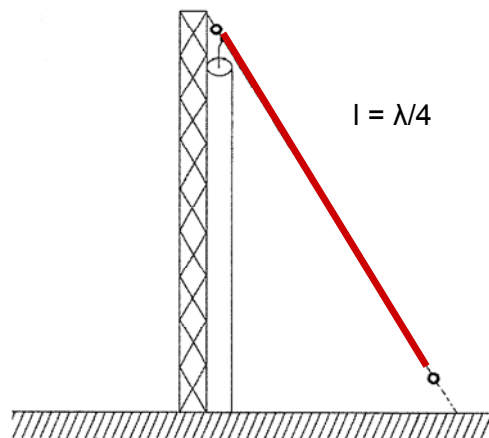


Die SWR Kurve sieht nicht sonderlich berauschend aus. Die Antenne ist relativ niederohmig. Aber immerhin, man darf diese Antenne ohne allzu schlechtes Gewissen mit Koax-Kabel speisen. Ein Antennenkoppler im Shack dürfte aber notwendig sein.

Die Güte dieser Art Antenne im praktischen Betrieb steht und fällt mit der Güte der „Erde“. Wer über Grundwasser wohnt, dem sei diese Art Antenne empfohlen. Wer eine schlechte Bodenleitfähigkeit hat, der wird mit einer symmetrischen Antenne mehr Erfolg haben.

6.3 Sloper

6.3.1 Der Viertelwellen-Sloper



Für diese Art Antenne findet man in der englischsprachigen Literatur oft den Begriff „Half-Sloper“. Als „Slope“ wird im Englischen ein Abhang bezeichnet. Ein „Ski-Slope“ ist ein Abhang zum Skifahren. Auch wenn man die nebenstehende Antenne betrachtet, dann sieht man was mit dem Ausdruck „Sloper“ gemeint ist. Es ist ein Draht der oben eingespeist wird und dann nach unten geht. Die Voraussetzung dass so etwas funktioniert ist ein metallener Mast. Ein Holzmast mit Blitzableiterdraht würde natürlich das Kriterium auch erfüllen. Die Länge des Antennendrahtes sollte $\lambda/4$ auf dem betreffenden Band betragen. Deshalb auch der Ausdruck „Viertelwellen-Sloper“. Die Seele des Koax-Kabels wird am Antennendraht angeschlossen. Der Mantel wird am Speisepunkt mit dem Mast elektrische verbunden.

Unter all den Antenneformen die mir in meiner langjährigen Praxis begegnet sind, sind die Halbwellen-Sloper diejenigen Antennen deren Verhalten man am wenigsten voraussagen kann. Ich bezeichne sie deshalb öfters scherzhaft als die Rumpelstilzchen unter den Antennen. Man kann zwar versuchen mittels Simulation deren Verhalten vorauszusagen. Das ist aber immer „best guess“. Sloper werden praktisch immer an Masten aufgehängt die noch andere Antennen tragen. Dies können Masten sein auf denen ein oder mehrere Beam's thronen. Wenn auf dem Mast ein Beam für 20-15-10 m sitzt dann wird ein Sloper meistens für das 30 m oder 40 m Band bemessen. Beim einen OM funktioniert ein Sloper vorzüglich, beim anderen OM überhaupt nicht. Wenn's prima geht dann freut man sich. Wenn der Sloper gar nicht will, dann kratzt man sich am Kopf und hat keine Ahnung warum.

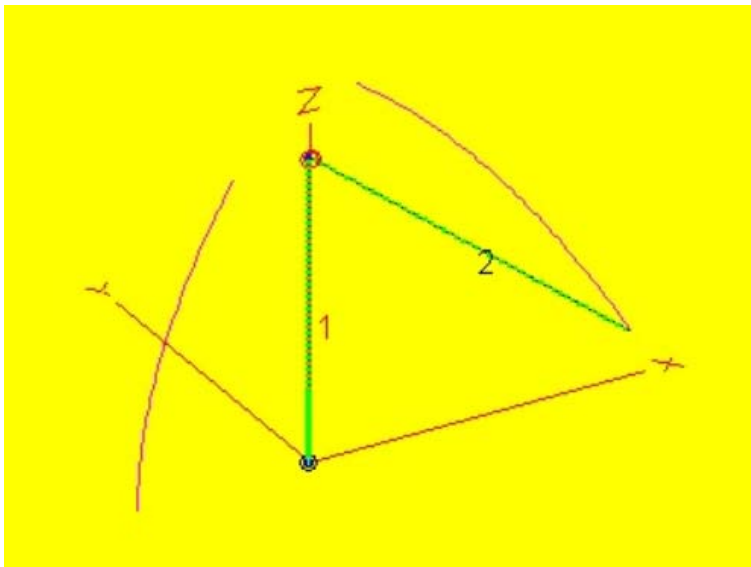
Ein guter Freund von mir hatte während Jahren an seinem Mast unterhalb des Beams einen Viertelwellen-Sloper für das 40 m Band aufgehängt. Die damit erzielten Resultate waren vorzüglich. Jede Station die er auf dem 40 m Band hören konnte hat er damit auch prompt gearbeitet. Sein Metallmast kam nun in die Jahre und im Rahmen anderer Umbauarbeiten an seinem Haus und Grundstück hat er in ca. 8 m Luftlinie einen neuen Mast für den Beam aufgebaut. Selbstverständlich hat er seinen bewährten Viertelwellen-Sloper für das 40 m Band auch wieder aufgehängt. Gross war sein Erstaunen als er mit dieser Antenne Betrieb machen wollte. Nix ging mehr. Abstimmen liess sich das Ding nicht. Auch mit Vergewaltigung mittels Antennenkoppler war nichts zu machen. Die Stationen kamen nicht zurück. Wir

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

haben lange überlegt woran das liegen könnte. Antworten haben wir keine gefunden. Wie gesagt, Freud und Leid liegen beim Viertelwellen-Sloper nahe beieinander. Es gibt aber sehr viele Beispiele von vorzüglich funktionierenden Antennen dieser Art. Es lohnt sich also allemal es einmal zu versuchen. Man sollte sich jedoch nicht frustrieren lassen wenn sich der Erfolg einfach nicht einstellen will.

Auch wenn Vorhersagen schwierig sind mache ich trotzdem den Versuch die Sache theoretisch abzuhandeln.



Beispiel:

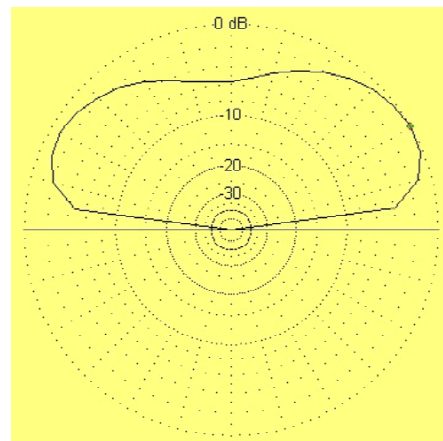
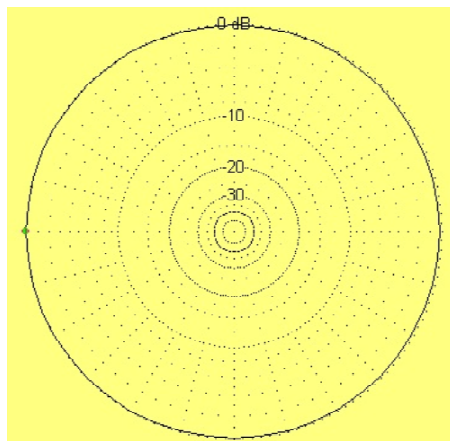
Draht 1 = Mast mit Höhe 15 m

Draht 2 = Antennendraht, Länge 20.6 m (= ca. $\lambda/4$ im 80 m Band)

Das bodennahe Ende vom Mast (1) ist geerdet. Dort liegt ein Strombauch an.

Am Speisepunkt liegt bei $f = 3.5$ MHz eine Impedanz an von $Z = 105 + j1200 \Omega$

Trotz dem $\lambda/4$ Strahler weist die Antenne im 80 m Band keine Resonanz auf. Wenn man einen Resonanzpunkt sucht dann wird man ihn irgendwo in der Gegend von 2 – 2.5 MHz finden. Wenn sich die Antenne mit einem Antennenkoppler laden lässt und gut strahlt, was soll's. Wenn nicht --> Übung abbrechen und eine andere Antennenart suchen.

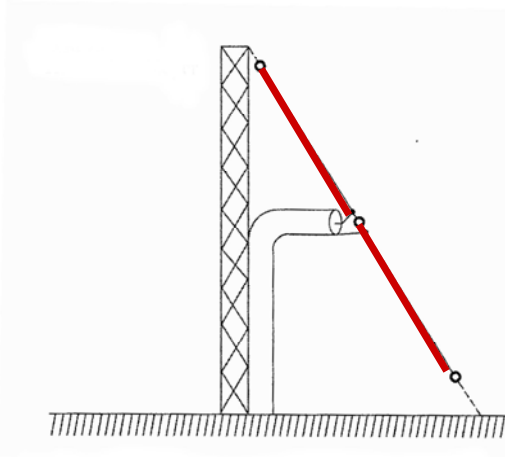


Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Wie man sieht erhält man einen Rundstrahler mit einer Vorzugselevation von 30 Grad. Dies sind gute Voraussetzungen für einen erfolgreichen DX-Verkehr. Dazu kommt die Tatsache, dass man im Vergleich mit einem Dipol (oder inverted Vee) mit ungefähr mit dem halben Platzbedarf auskommt. Zudem hört man die lieben Kollegen aus EU (Steilstahlung) um mindestens 1 S-Stufe leiser.

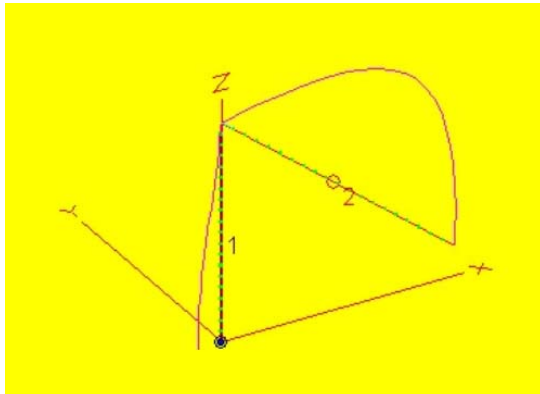
6.3.2 Der Halbwellen-Sloper



Diese Art Antenne wird im englischen Sprachraum auch als Full-Sloper bezeichnet. Wie man sieht handelt es sich um einen schräg aufgehängten Dipol bei dem im Hintergrund ein elektrisch leitender Mast positioniert ist.

Bei dieser Art Antennenkonfiguration lassen sich die Eigenschaften besser vorhersagen als beim Viertelwellen-Sloper.

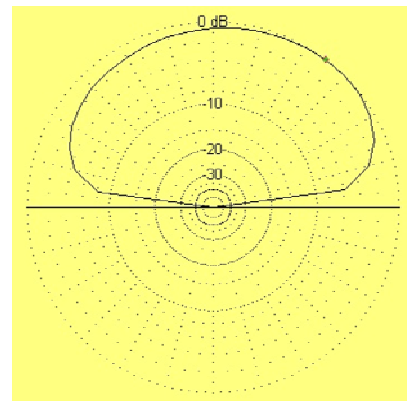
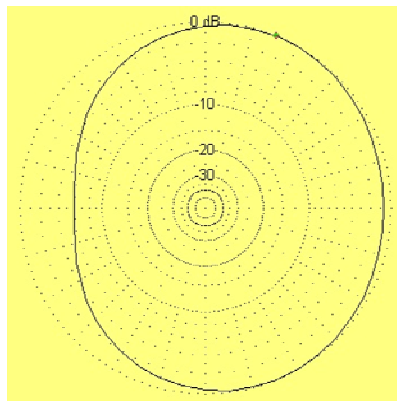
Um die Antenne zu untersuchen benutzen wir wieder dieselben Drahtlängen wie beim Viertelwellen Sloper, jetzt allerdings in Form eines Dipols für das 40 m Band.



Beispiel:

Draht 1 = Mast mit Höhe 15 m
Draht 2 = Antennendraht, Länge 20.6 m,
Einspeisung in der Mitte von Draht 2
(= ca. $\lambda/2$ im 40 m Band)
Der Dipol ist vom Mast isoliert aufgehängt.
Das bodennahe Ende vom Mast (1) ist geerdet. Dort liegt ein Strombauch an.

Der Dipol ist grundsätzlich auf dem 40 m Band resonant. Infolge des Einflusses des elektrisch leitenden Masts wird man sich mit einem SWR von ca. 1:2 zufrieden geben müssen.



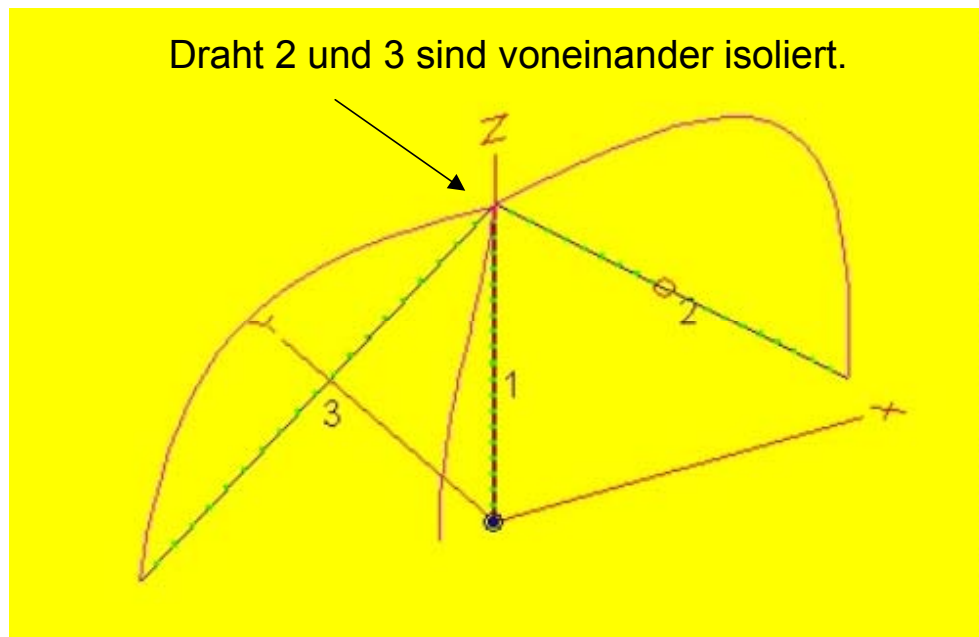
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

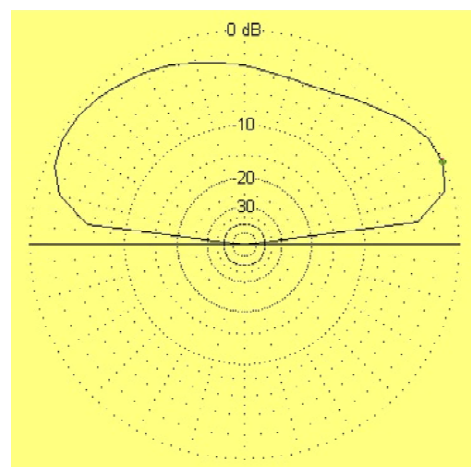
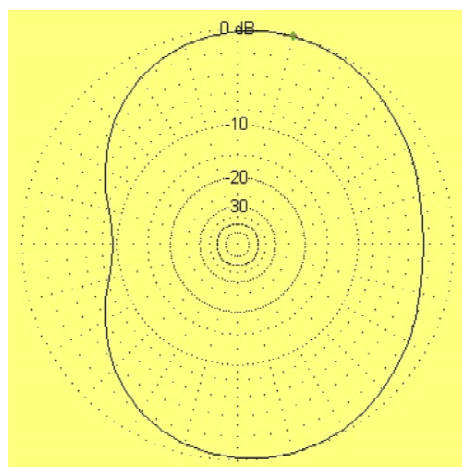
Die Charakteristiken dieser Antenne sind nicht unbedingt berauschend. Man erhält eine Antenne mit einem relativ hohen Vorzugs-Abstrahlwinkel von ca. 50 Grad und einer gewissen Richtwirkung.

6.3.3 Der Halbwellen-Sloper mit Reflektor

Wer über genügend Platz verfügt, der kann seinen Halbwellen-Sloper zu einer echten DX Antenne ausbauen. Man macht etwas was bei Yagi Antennen gang und gäbe ist, man benutzt parasitäre Elemente. In unserem Falle hängen wir auf der anderen Seite des Masts einen Reflektor an. Das präsentiert sich dann so:



Wir sehen:
Sowohl auf dem Dipol wie auch auf dem Mittelmast sowie auf dem neu hinzugefügten Draht 3, der als Reflektor wirkt fließt Strom. Wie sehen nun die Abstrahlverhältnisse aus ?



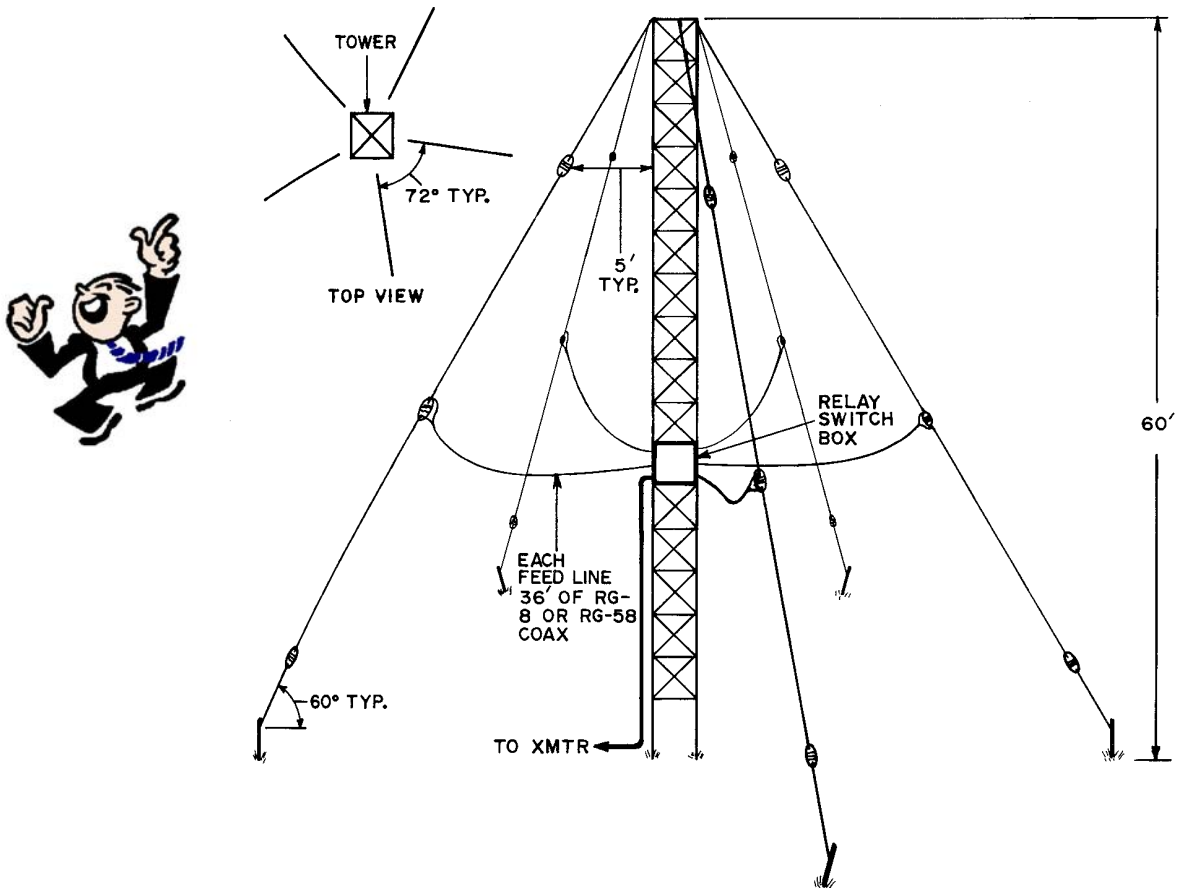
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Man sieht:

Für den DX'er geht nun die Post ab. Der Vorzugsabstrahlwinkel beträgt nun nur noch 22.5 Grad und auch die Richtwirkung hat zugenommen.

Das ist aber noch nicht alles. Es hat nun findige Köpfe gegeben, die haben aus dieser Antennenart einen umschaltbaren Beam gemacht. Dazu benötigt man aber relativ viel Platz, womit diese Art Antenne wohl für die meisten OM's ein Wunschtraum bleibt. Vielleicht lässt sich einmal so etwas an einem Field Day realisieren, wer weiss.



Eine umschaltbare Richtantenne, z.B. für das 30 m oder 40 m Band kann dann etwa so aussehen.

Es ist natürlich nicht verboten den Halbwellen Sloper zu einem „Ganzwellen-Dipol der besonderen Art“ wie unter 6.1 beschrieben auszubauen. In diesem Falle setzt man oben am Mast einen zweiten $\lambda/2$ langen Draht an, den man auf der anderen Seite herunterzieht. Oben sind beide Drähte miteinander verbunden und vom Mast isoliert. Von einer solchen Antenne kann man Eigenschaften erwarten wie unter 6.1 beschrieben.

6.4 Schleifenantennen

Es scheint mir als ob Schleifenantennen von vielen OM's gar nicht in Betracht gezogen werden. Es ist gewissermassen ein Buch mit sieben Siegeln an das man sich gar nicht herantraut. Schleifenantenne können viele Vorzüge haben und sie sind ein Lieblingskind speziell der Low-Band DX'er.

Unter Schleifenantennen verstehen wir geschlossene Drahtschleifen deren Drahtlänge im Vergleich zur Wellenlänge gross ist.



Im Regelfalle gilt: Drahtlänge => 1λ

Schleifenantennen können wie folgt charakterisiert werden:

- Viel Draht hilft
Im Regelfalle bemisst man Drahtlänge einer Schleifenantenne als 1λ . Man hat dann doppelt soviel Draht in der Luft wie bei einem klassischen Halbwellendipol ohne aber die Länge eines Halbwellendipols zu überschreiten.
- Die Schleifenantenne ist eine geschlossene Antennenform. Im Gegensatz zu Dipolen oder anderen Antennenformen hat man bei der Schleifenantenne keine Probleme mit der Symmetrie. Die Gefahr von unsymmetrischen Strömen auf dem Speisekabel (Mantelwellen) wird drastisch reduziert.
- Schleifenantennen lassen sich mit symmetrischen Speiseleitungen auf fast jeder beliebigen Frequenz speisen. Wenn der Schleifenumfang im Vergleich zur Wellenlänge sehr klein wird, dann wird die Impedanz am Einspeisepunkt äusserst niederohmig und der Wirkungsgrad sinkt dramatisch.
- Bei korrekter Dimensionierung (z.B. $l = 1\lambda$) lassen sich Schleifenantennen mit Koax-Kabel speisen. Das SWR im Resonanzfall wird sich irgendwo bei 1:1.5 ansiedeln.

Bei der Auswahl der Schleifenform gilt der Grundsatz:



Diejenige Form die bei gleichem Drahtumfang die grösste Fläche überdeckt ist die Beste.

Bei gleicher Drahtlänge überdeckt der Kreis die grösste Fläche, aber es ist sehr schwer mit Draht einen Kreis zu formen.

Häufig hat man ja gar keine Auswahl, aber wenn man schon die Möglichkeit hat die Drahtschleife auf verschiedene Arten anzuordnen, dann sollte man sich an obigen Grundsatz erinnern. Nicht alle OM's sind in Geometrie und Trigonometrie gleich gut bewandert, deshalb ein kleiner Trick wie man herausfinden kann welche Schleifenform die grösste Fläche überdeckt.

Man greife wieder einmal zum guten alten Zeichnungsblock (4 mm-Papier) und zeichne die verschiedenen möglichen Schleifenformen im gleichen Massstab auf. Dann zähle man bei jeder Form die Anzahl der Häuschen des mm-Papiers die innerhalb der Fläche liegen. Diejenige Form die die meisten Häuschen ergibt hat gewonnen. Diese Form realisiert man dann.

Im übrigen unterscheidet man

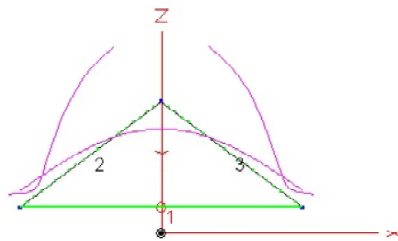
- horizontale Schleifenantennen
und
- vertikale Schleifenantennen.

6.4.1 Stromverteilung auf Schleifenantennen

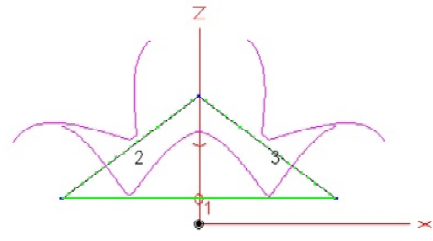
Bevor wir uns den eigentlichen Antennenformen zuwenden sollten wir uns dem Thema der Stromverteilung auf Schleifenantennen zuwenden. Zu diesem Thema gibt es eine klare Regel, die unumstößlich ist.



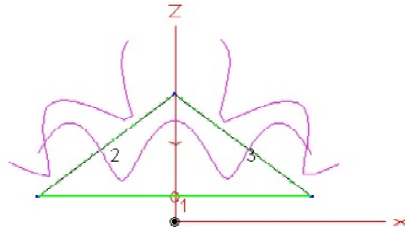
Unabhängig von der Form einer Schleifenantenne und der Frequenz gilt:
Genau in der Hälfte der Drahtschleife, d.h. auf der dem Speisepunkt gegenüberliegenden Seite, befindet sich ein **STROMBAUCH**.
Slogan: **$0.5 \cdot \text{Schleifenlänge} = \text{Strombauch}$**



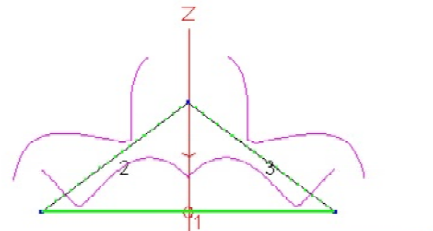
Stromverteilung bei f_{res}



Stromverteilung bei $2 f_{res}$



Stromverteilung bei $3 f_{res}$

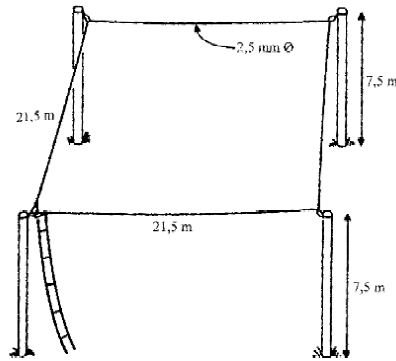


Stromverteilung bei irgendeiner Frequenz
(keine Resonanz oder Oberwellenresonanz)

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

6.4.2 Horizontale Schleifenantennen



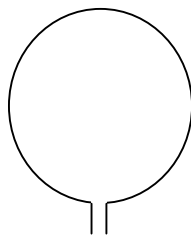
Horizontale Schleifenantennen werden weniger oft verwendet als vertikale Ausführungen. Der Hauptnachteil solcher Antennen liegt darin, dass man sehr viel und frei liegendes Land sowie 4 hohe Aufhängepunkte benötigt.

Solange die Drahtlänge 1λ nicht übersteigt handelt es sich um eine ausgesprochene Steilstrahlantenne. Erst ab einer Drahtlänge von 2λ und mehr wird der Abstrahlwinkel flacher. Diese Antennenform kommt erst dann richtig zum tragen wenn man über sehr viel freien Platz verfügt. Wenn man eine Richtantenne für die oberen Bänder benötigt dann ist eine Yagi Antenne

viel einfacher zu erstellen. Wenn man eine Richtantenne für die unteren Bänder erstellen will, dann erhält man bei horizontalen Schleifen eine Antennenanlage von gigantischen Ausmassen. Solche Antennen hat man früher viel in kommerziellen Funkstellen verwendet. Aber da war ja die Frage des Landbedarfs von eher sekundärer Bedeutung.

6.4.3 Vertikale Schleifenantennen

Schleifenantennen können verschiedenste Formen annehmen. Während man sich bei horizontalen Schleifenantennen meistens an die Form eines Quadrates oder eines Rhombus hält, ist bei vertikalen Schleifenantennen die Auswahl der Schleifenform bedeutend grösser. Eine kleine Auswahl der in der Praxis verwendeten Formen zeigen die untenstehenden Bilder.



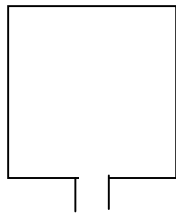
Kreisförmige Schleifenantenne:
(Englisch = Circular)

Dies wäre theoretisch die Antennenform mit dem besten Wirkungsgrad. Kreisförmige Schleifen lassen sich wohl auf VHF/UHF konstruieren. Bei den Dimensionen für die KW-Bänder ist diese Form jedoch praktisch nicht realisierbar.

Aus diesem Grunde verzichte ich darauf diese Antennenform weiter zu diskutieren.

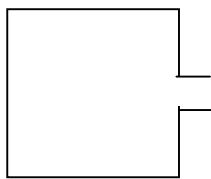
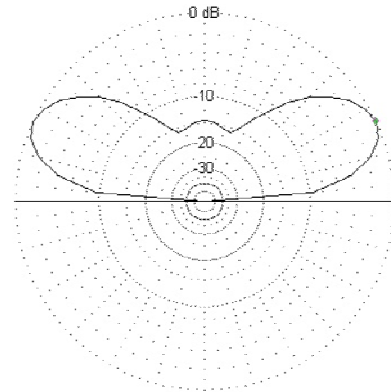
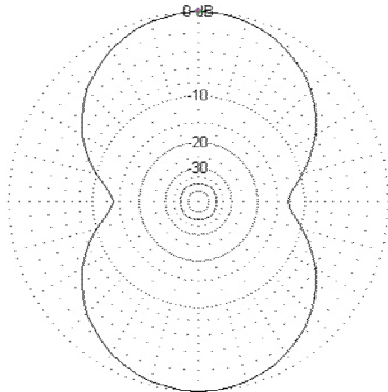
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



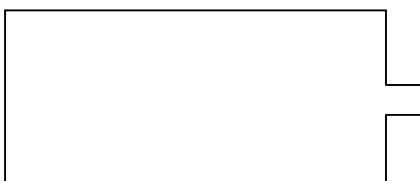
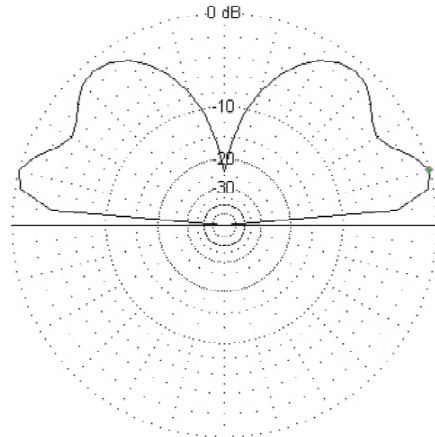
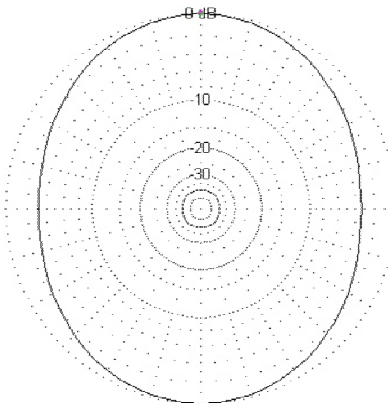
Quadratische Schleifenantenne:
(Englisch = Square)
Einspeisung unten

Dies ist im Prinzip die Urform aller Quad-Antennen. Die Einspeisung unten ergibt gute Flachstrahleigenschaften mit ausgezeichneter Unterdrückung von Steilstrahlsignalen.



Quadratische Schleifenantenne:
(Englisch = Square)
Einspeisung seitlich

Im Gegensatz zur Einspeisung unten erhalten wir hier zwar auch gute DX Eigenschaften aber Steilstrahlsignale werden je nach Einfallswinkel weniger gut unterdrückt.



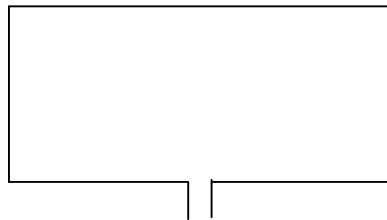
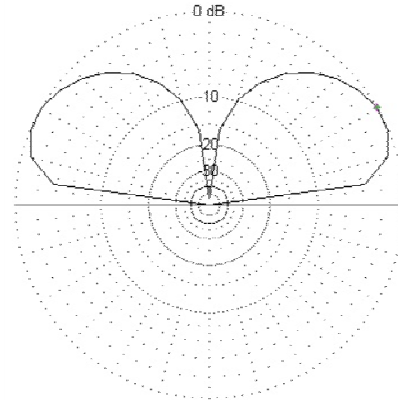
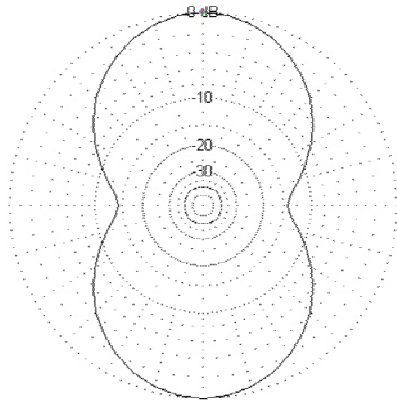
Rechteckige Schleifenantenne:
(Englisch = Oblong)
Einspeisung seitlich

Oblongs sind eine Sonderform der Quadschleifen. Beim gerechneten Exemplar handelt es sich um ein Oblong für das 80 m Band wobei der obere horizontale Draht 8 m hoch hängt und der unter horizontale Draht

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

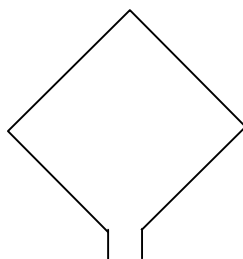
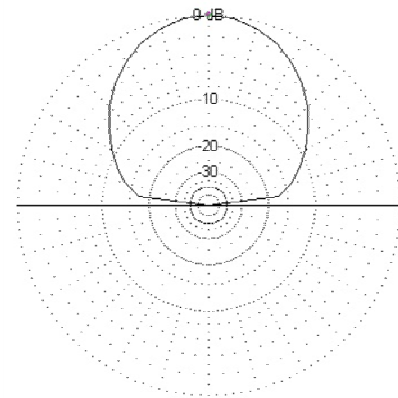
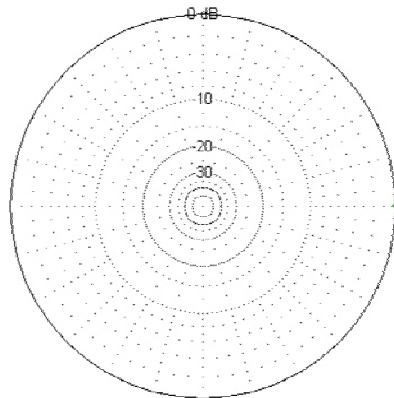
auf einer Höhe von 3 m hängt. Dies sind Höhen und Abmessungen die man noch bald einmal unterbringen kann. Ich hatte diese Antenne versuchsweise während eines Winters so aufgebaut. Die DX Eigenschaften waren an und für sich sehr gut. Sie waren durchwegs mit einer am selben Standort bestehenden Delta-Loop Antenne vergleichbar. Da meine Delta-Loop eine Mehrband Antenne ist, die ich mit bestem Erfolg sowohl auf dem 80 m Band wie auch auf dem 40 m und 30 m Band verwende, habe ich das Oblong wieder abgebaut. Das Experiment hat klar gezeigt, dass Oblongs, auch wenn sie nicht sehr hoch hängen und ein „ungünstiges“ Verhältnis zwischen Länge und Höhe haben, ganz ausgezeichnete DX Eigenschaften aufweisen. Für Freunde des Low-Band DX'ing lohnt es sich mit solchen Antennen zu experimentieren.



Rechteckige Schleifenantenne:

(Englisch = Oblong)
Einspeisung unten

Ein Oblong kann man natürlich auch unten in der Mitte einspeisen. Man erhält dann einen Rundstrahler mit ausgeprägten Steilstrahlereigenschaften.



Schräg aufgehängte Quad-Schleife

(Englisch = Diamond)
Einspeisung unten

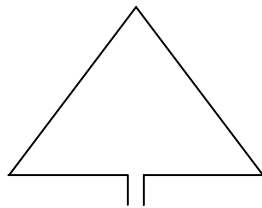
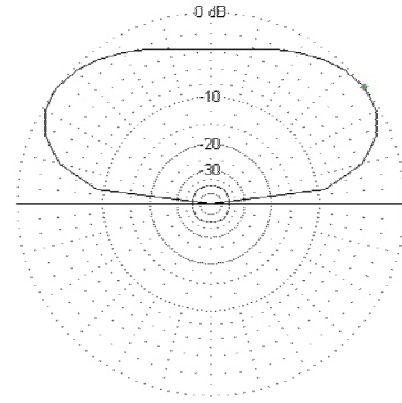
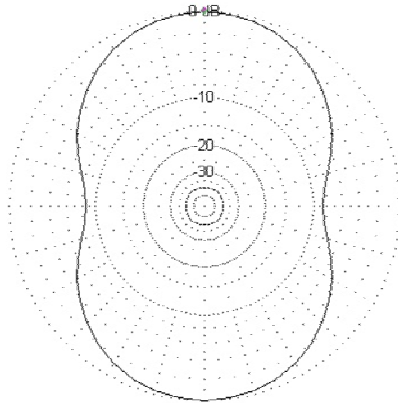
Die Antenne hat ähnliche Eigenschaften wie die Quad-Schleife, allerdings ist die Unterdrückung von Steilstrahlsignalen weniger ausgeprägt.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Diese Antennenform findet man manchmal bei Quad Antennen, je nach dem wie man die Spinne der Quad Antenne konstruiert. Allerdings wird, im Vergleich zur normalen Quad-Schleife, der Bedarf an Höhe grösser.

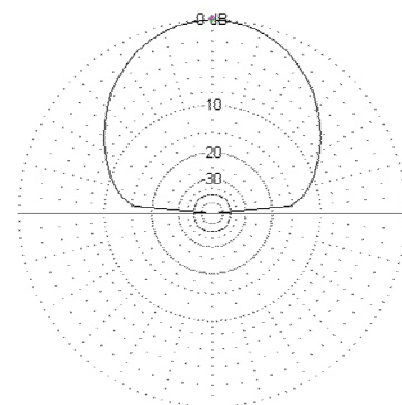
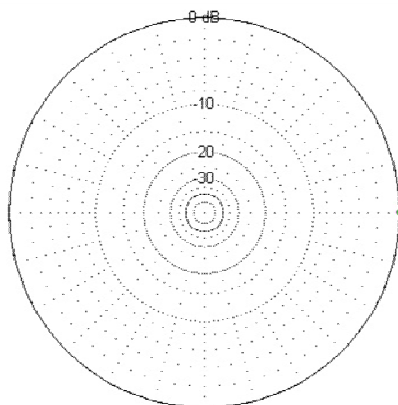
Sofern man sich z.B. für das 30 m Band eine Quad-Schleife bauen will kann es durchaus von Vorteil sein die Diamond-Form zu wählen. Zur Konstruktion der Antenne genügt dann nämlich ein einziger hoher Mast. Die Seiten der Antenne werden dann einfach mittels Abspannseilen in Form gehalten. Auch muss die Antenne nicht zwingend 90 Grad Winkel aufweisen. Wenn etwas an Höhe fehlt kann man das ohne weiteres in die Seite ausgleichen. Man sollte allerdings nicht soweit gehen, dass man einen Faltdipol erhält.



Dreieckschleife mit Speisung unten
(Englisch = Delta Loop, side fed)

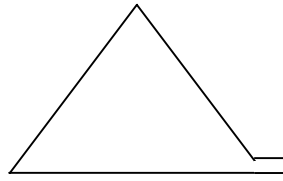
Die Delta Loop ist eine dreieckförmige Schleifenantenne deren grosser Vorteil darin besteht, dass man nur über einen einzigen hohen Aufhängepunkt (Mast, Baum etc) verfügen muss.

Die Speisung der Antenne kann unten in der Mitte des horizontalen Teils erfolgen oder auch oben in der Spitze. Beide Speisungsarten ergeben dieselben Eigenschaften. Grundsätzlich handelt es sich um einen Rundstrahler mit Steilstrahlcharakteristik. Auf den ersten Blick wird jeder seriöse DX'er diese Art Antenne sofort beiseite legen und als unbrauchbar abtun. In der Praxis zeigt es sich aber, dass der Gain bei kleineren Abstrahlwinkeln immer noch beträchtlich ist. Die Differenz zwischen einer solchen Delta Loop und einer Delta Loop mit Speisung auf der Seite ist gar nicht so gross wie man gemeinhin meint. Dazu kommt, dass diese Art Delta Loop mehrbandfähig ist. Dazu später mehr.



Rund um die Antenne

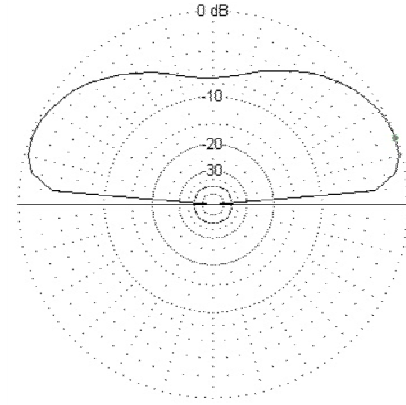
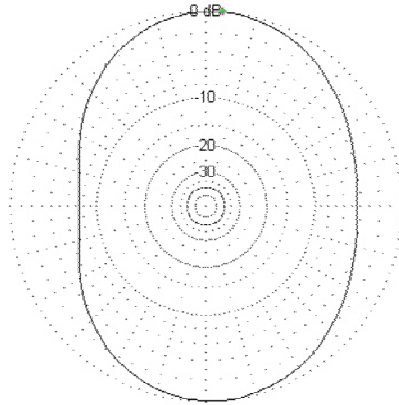
Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



Dreieckschleife mit Speisung seitlich (Englisch = Delta Loop, corner fed)

Bei dieser Art Delta-Loop wird die Speisung auf der Seite in der Ecke vorgenommen. Die Antenne wird nun zu einer echten DX Antenne mit einer gewissen Richtwirkung und einer erwünschten Unterdrückung von Steilstrahlsignalen. Dies ist die Form der Delta-Loop die DX'er bevorzugen. Allerdings ist es eine Einband-Antenne. Bei Erregung auf Oberwellen sind die Abstrahlcharakteristiken unbrauchbar.

Dies ist die Form der Delta-Loop die DX'er bevorzugen. Allerdings ist es eine Einband-Antenne. Bei Erregung auf Oberwellen sind die Abstrahlcharakteristiken unbrauchbar.



6.4.4 Unsichtbare Schleifenantennen



In zunehmenden Masse leiden wir OM's unter lieben Nachbarn die sich gegen jegliche Ausserantennen stark machen oder sogar unter Kommunalen Antennenverboten die unter irgendwelchen fadenscheinigen Argumenten durchgesetzt werden.

Was bleibt dem OM dann übrig als über Antennen nachzudenken die möglichst unauffällig oder im besten Falle sogar unsichtbar sind. Wenn das Haus über einen Estrich verfügt, dann kommt man noch bald einmal auf die Idee Antennen im Innern des Estrichs zu erstellen. Die erste Wahl fällt dann zwangsläufig auf Dipole. Alle Antennen die im Innern von Gebäuden erstellt werden leiden mehr oder weniger stark an 2 Eigenheiten:

- Die Resonanzfrequenz liegt fast immer tiefer als vorausberechnet
- Dipole und andere Antennen die aus 2 oder mehr Beinen bestehen neigen fast immer zu Unsymmetrie. Dadurch sind Mantelwellen auf dem Koax-Kabel mehr oder weniger vorprogrammiert, mit all den Folgen wie BCI / TVI.

Die beschriebenen Phänomene sind auf die Nähe der Antennendrähte zu leitenden Strukturen zurückzuführen. Dies können elektrische Leitungen aller Art sein, aber auch das Armieren in Bauteilen aus Eisenbeton gehört dazu.



Wenn mir OM's solche Situationen schildern und mich um Rat fragen, dann beginne ich regelmässig von den Vorzügen von Schleifenantennen zu sprechen. Ich versuche dann immer auszuloten wie gross der Estrich ist. Kann man darin wirklich keine Schleifenantenne erstellen? etc.

Schon einige OM's haben es daraufhin mit einer Schleifenantenne versucht. Wenn die Antenne nicht direkt im Shack enden kann, dann empfiehlt sich heute die Verwendung eines automatischen Antennenkopplers.

Bezüglich der Drahtlänge hat man 2 Möglichkeiten:

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

- Bei einer Einband-Antenne versucht man den Schleifenumfang ca. 1λ lang zu machen. Bei einer 1λ langen Drahtschleife ergibt sich am Speisepunkt ein Strombauch, d.h. eine niederohmige Einspeisung. Dies kontrolliert man mit einem Antennen Analysator, d.h. man schaut wo sich der Resonanzpunkt befindet. Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird der Resonanzpunkt etwas zu tief liegen (wegen der Gebäudeeinflüsse). Dann schnipselt man sich die Schlaufe so zurecht, dass der Resonanzpunkt am gewünschten Ort innerhalb des betreffenden Bandes liegt. Eine Erregung auf Oberwellen ist möglich. Man muss aber beachten, dass der Resonanzpunkt nicht mathematisch genau der Oberwelle entspricht, sondern dass sich der Resonanzpunkt immer mehr nach oben aus dem nächsthöheren Amateurband heraus verschiebt. Dies ist derselbe Effekt der Auftritt wenn wir einen Dipol auf der 3. – 5. – 7. etc. Oberwelle betreiben.
- Man kann versuchen einen Schleifenumfang zu finden der in keinem der zu verwendenden Amateurfunkbändern bei der Schleife eine allzu hochohmige Fusspunktimpedanz ergibt. Man überlässt es dann dem Antennenkoppler für eine gute Anpassung in Richtung Koax-Kabel zu sorgen.

Bei solchen Antenne ist es der Experimentierfreudigkeit des OM's überlassen eine möglichst optimale Form und Länge zu finden. Es ist natürlich nicht verboten eine Schleife ums Haus herum zu ziehen, z.B. unter den Dachbalken. Auch aus kupfernen Dachkänneln lassen sich Antennen basteln. Nur als Beispiel: Die Dachkännel an den beiden Längsseiten des Hauses werden über die Stirnseiten mittels Drähten miteinander verbunden werden. Diese Verbindungsdrähte führt man direkt unter dem Dach. Auf einer Stirnseite geht der Verbindungsdraht durch, auf der anderen Stirnseite wird er oben beim Firstbalken in den Estrich geführt und dort wird der Antennenkoppler platziert. Nun schaut man ob man das Gebilde abstimmen kann. Eventuell müssen die Fallrohre noch isoliert werden. Für einen 100 W Transceiver sind dazu 2 – 3 Lagen hochwertiges Isolierband ausreichend. Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt.

Wie bereits gesagt, eine Schleifenantenne ist ein elektrisch geschlossenes Gebilde das schon per Definition keine Unsymmetrie aufweisen kann. Trotzdem kann es natürlich vorkommen, dass es zu Störungen an der Lustbarkeitselektronik der Hausbewohner kommt. In solchen Fällen versucht man's mit den üblichen Störschutzmitteln, wie Mantelwellensperre, Ferritdrosseln in allen Leitungen der gestörten Geräte etc. Bei einem ferngesteuerten Antennenkoppler sollte man nicht vergessen ein allfälliges Steuerkabel ebenfalls mittels Ferritkernen zu verdrosseln.

6.4.5 Speisung von Schleifenantennen

Schleifenantennen können sowohl mit symmetrischer Speiseleitung wie auch mit Koax-Kabel gespeist werden.

Dabei ist folgendes zu beachten:



- **symmetrische Speiseleitung**
Mit symmetrischer Speiseleitung ist die Speisung von Schleifenantennen unproblematisch. Man benötigt allerdings einen symmetrischen Antennenkoppler mit einem grossen Abstimmbereich. Man kann es zwar mit einem 1:1 oder 1:4 Balun versuchen, vielleicht geht's. Der Vorteil einer symmetrischen Speiseleitung ist die Tatsache, dass uns das SWR auf der Leitung überhaupt nicht stört, die Verluste sind vernachlässigbar. Die Schleife kann an und für sich eine beliebige Länge haben und auf einer beliebigen Frequenz betrieben werden. Es ist alles eine Frage der Ankopplung. Bei Schleifenlängen von $\lambda/4$ und kleiner sinkt der Wirkungsgrad der Antenne rasch ab. Möglicherweise kann man aber damit trotzdem noch QSO's fahren.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



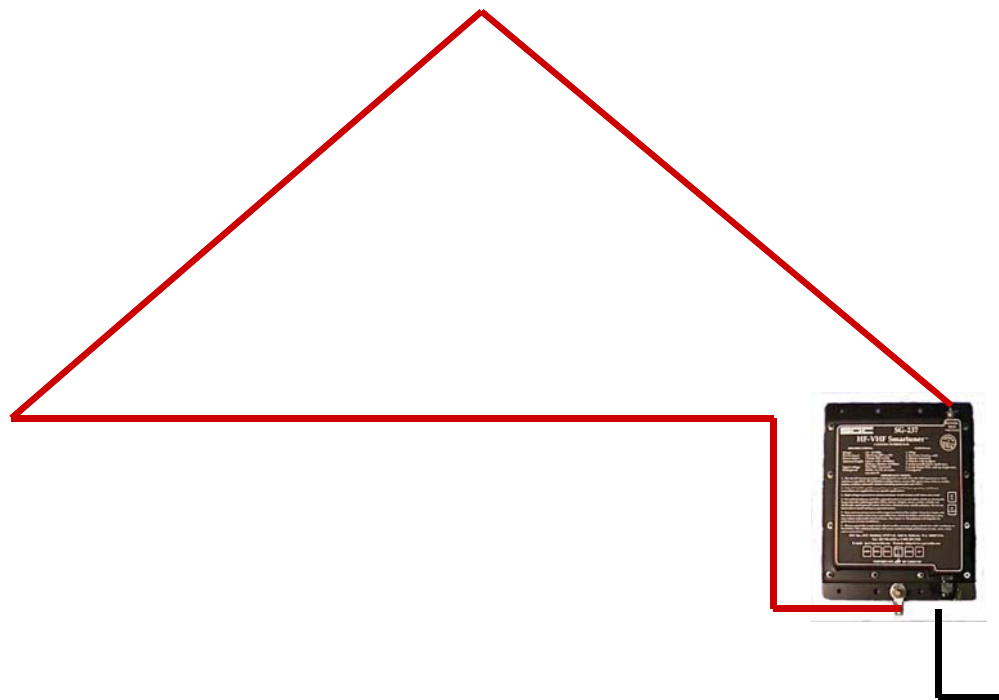
- **Koax-Kabel**

Wenn wir eine Schleifenantenne mit Koax-Kabel speisen wollen und zwar ohne einen Antennenkoppler am Einspeisepunkt, dann sind wir auf einen niederohmigen Einspeisepunkt angewiesen. Diese Bedingung ist erfüllt wenn wir den Schleifenumfang 1 Wellenlänge (1λ) lang machen. Ob sich die Antenne auch auf den Oberwellen vernünftig anpassen lässt muss man herausfinden. Im allgemeinen liegt aber der Resonanzpunkt bei 2λ oder bei 4λ bereits ausserhalb des betreffenden Amateurfunkbandes, und zwar muss man den Resonanzpunkt oberhalb des Bandes suchen. Um bei Erregung auf den Oberwellen trotzdem Resonanz im Band zu erhalten kann man eine Verlängerungsspule einschalten.

- **Speisung mittels einem Antennenkoppler am Einspeisepunkt**

Dies ist eigentlich der Idealfall. Nun wird die Aufgabe der Anpassung dem Antennenkoppler übergeben. Solange man ausschliesslich auf manuelle Antennenkoppler angewiesen war war es nur in Sonderfällen möglich den Antennenkoppler zu bedienen. Das war z.B. der Fall wenn der Shack im Estrich gelegen war und man die Antenne direkt im Shack enden lassen konnte. Seit es preisgünstige automatische Antennenkoppler gibt hat sich dieses Problem entschärft. Das untenstehende Bild zeigt den Anschluss eines automatischen Antennenkopplers an eine Schleifenantenne. Das eine Bein der Schleife geht zum Antennenanschluss, das andere Bein wird an der Erdschraube angeklemt. Den Antennenkoppler betreibt man „floatend“, also von der Erde hochgelegt.

Bei Schleifenantennen in der freien Natur empfiehlt es sich bei Nichtgebrauch die Schleife zu erden. Ich selbst würde, wie bereits früher beschrieben, dazu einen oder zwei Starkstromschütze verwenden, die im „erregten“ Zustand die beiden Antennenstränge auf den Koppler schalten. Im „abgefallenen“ Zustand der Schütze, also bei Nichtgebrauch, werden beide Enden der Schleife an Erde gelegt. Dies ist der beste Schutz für den teuren Antennenkoppler.

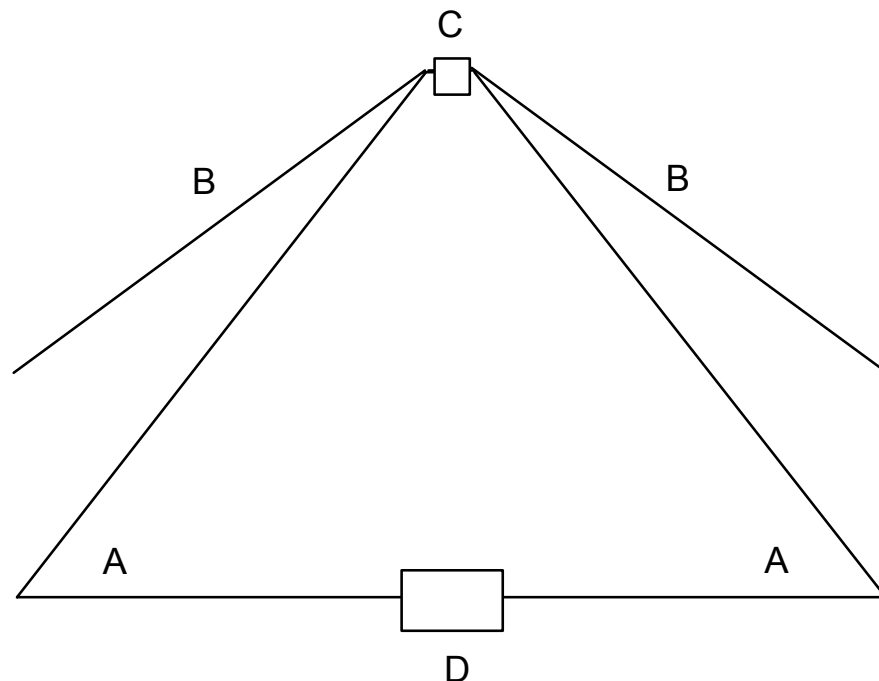


6.4.6 Praxisbeispiel: Mehrband Schleifenantenne

Anhand eines Praxisbeispiel soll erläutert werden welche Möglichkeiten in einer Schleifenantenne schlummern. Die beschriebene Antenne steht bei mir in meinem 2. QTH und erlaubt mir Betrieb auf folgenden Bändern: 160 m – 80 m – 40 m – 30 m. Die beschriebene Antennenform soll vor vielen Jahren erstmals von W2EGH veröffentlicht worden sein.

Viele OM's haben einen Dipol für das 80 m Band aufgebaut. Dafür benötigt man nach Adam Riese eine Länge in der Grössenordnung von ca. 40 – 44 m. Auch wenn man den Dipol in Form einer Inverted-Vee aufbaut verringert sich der Platzbedarf nicht nennenswert. Mit der Mehrband Schleifenantenne lässt sich bei etwa gleichem Platzbedarf eine Mehrband Antenne realisieren die Dipolen überlegen ist und erst noch Betrieb auf dem 160 m Band erlaubt.

Das untenstehend Bild zeigt das Prinzipschema der Antenne. Die Höhe des mittleren Stütz- masts beträgt ca. 15 m, die Höhen der seitlichen Abspannungen für den mit B bezeichneten Dipol sind ca. 5 - 7 m hoch, während der horizontale Teil des Loop's (A) an denselben Masten in ca. 3 m Höhe abgespannt wird. Die Antenne wird oben im Spitz (C) mit Koax-Kabel eingespeist. In der Mitte des horizontalen unteren Teils der Loop befindet sich eine Umschaltbox.



A = Loop (Länge ca. 2 x ca. 42 m), fres auf 80 m CW

B = parallel geschalteter Zusatzdipol (Länge ca. 2 x ca. 20 m, fres auf 80 m SSB)

C = Einspeisung mit 50 Ω Koax-Kabel

D = Umschaltbox, mit folgender Funktion:

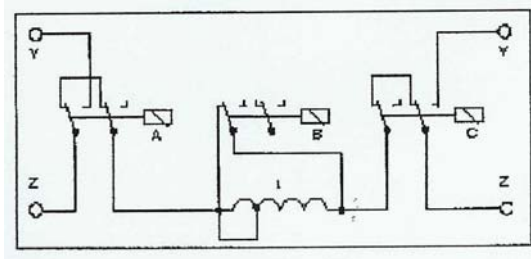
1.8 MHz und 3.7 MHz SSB → Loop geöffnet

3.5 MHz CW → Loop geschlossen

7 MHz und 10 MHz → Verlängerungsspule eingeschaltet

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



Hier ein Schema der Umschaltbox (D)

Z / Z sind die Anschlüsse für die Loop
Y / Y sind die Anschlüsse für die Verlän-
gerungsdrähte für das 160 m Band

Wie funktioniert nun diese Antenne:

- **160 m Band**

In der Umschaltbox sind die beiden Relais A und C erregt. Sie trennen die Schleife auf und die Antenne wirkt als Dipol. Die beiden Dipol-Hälften sind unten umgebogen und kommen in der Umschaltbox nahe zusammen. Auf dem 160 m Band liegt in der Umschaltbox ein Spannungsbauch an, deshalb die aufwendige Abschaltung über je 2 in Serie geschaltete Kontaktsätze. Zugleich werden die Dipolenden auf die Ausgänge Y / Y geschaltet. Die Resonanzfrequenz liegt im 160 m Band für CW etwas zu hoch, deshalb erfolgt die Feinabstimmung auf $f_{res} = \text{ca. } 1830 \text{ kHz}$ mittels Zusatzdrähten die an die Klemmen Y / Y angeschlossen werden. Es handelt sich bei mir um jeweils ca. 70 cm Draht.

- **80 m Band CW**

Alle 3 Relais befinden sich im abgefallenen Zustand. Die Schleife ist geschlossen und ist auf eine f_{res} von ca. 3560 kHz abgelängt. Der Bereich SWR 1:2 und besser erstreckt sich von 3500 – 3650 kHz.

- **80 m Band SSB**

Hier wird wieder die Stellung 160 m geschaltet, d.h. die beiden Relais A und C sind erregt. Die Schleife ist geöffnet. Nun tritt der aus den Drähten B / B gebildet Dipol, der am Speisepunkt der Schleife parallelgeschaltet ist in Aktion. Dieser Dipol ist auf $f_{res} = 3730 \text{ kHz}$ abgelängt. Der Bereich SWR 1:2 und besser erstreckt sich von 3650 - 3800 kHz

- **40 m Band**

In dieser Stellung sind Relais A und C abgefallen, d.h. die Schleife ist geschlossen. Allerdings ist nun Relais B angezogen. Dadurch wird eine Verlängerungsspule eingeschlaucht die auf dem 40 m Band Resonanz herstellt.

- **30 m Band**

Das 30 m Band betreibe ich auf der Stellung des 40 m Bandes. Wie schon an anderer Stelle erwähnt handelt es sich ja beim 30 m Band um die 3. Oberwelle von 80 m CW. Mit derselben Verlängerungsspule wie sie für das 40 m Band verwendet wird erhalte ich auf dem 30 m Band ein SWR von 1:3 ... 1:4. Das sieht zwar auf den ersten Blick nicht sonderlich schön aus, funktioniert aber in der Praxis prima. Ein Antennenkoppler bzw. eine Röhrenendstufe mit Pi-Filter werden damit gut fertig.

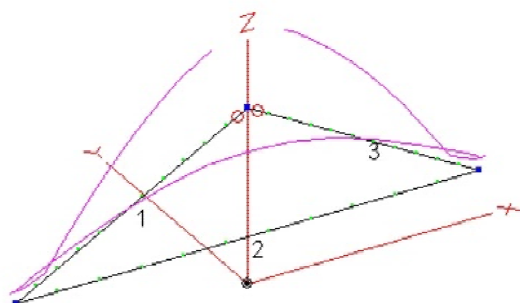
- **andere Frequenzbänder**

Eine zeitlang, als noch kein Beam zur Verfügung stand habe ich mittels Antennenkoppler die Schleife auch auf den höheren Amateurfunkbändern betrieben. Zugegeben, der Beam ist leistungsfähiger, aber auch mit der Schleifenantenne liessen sich viele schöne DX-QSO's fahren.

Mit welchen Abstrahlcharakteristiken ist zu rechnen:

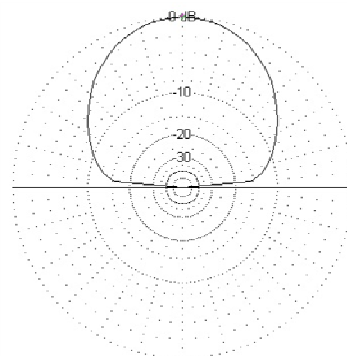
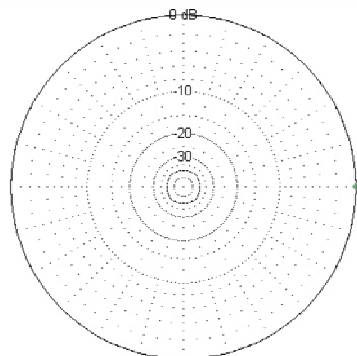
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

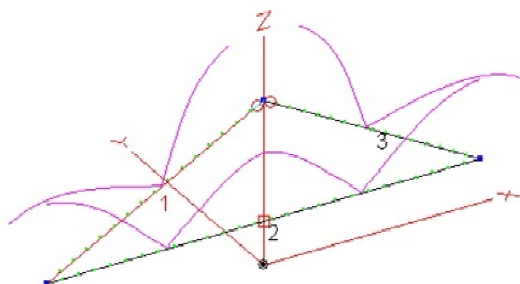


Delta Loop für 80 m CW

Höhe Mast	=	15 m
Höhe horizontaler Teil	=	4 m
Draht 1	=	22.56 m
Draht 3	=	22.56 m
Draht 2	=	39.40 m
Drahtlänge total	ca.	84.5 m
Gain bei 90 Grad	=	8.12 dBi
Gain bei 25 Grad	=	- 0.75 dBi

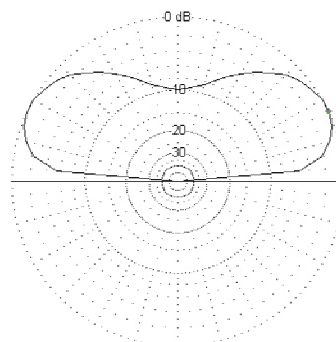
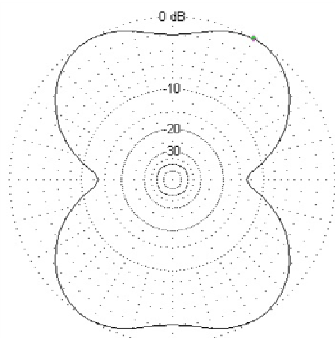


Das theoretische Abstrahldiagramm für das 80 m Band sieht nicht gerade berauschend aus. Allerdings haben die letzten 10 Jahre Erfahrung mit dieser Antenne gezeigt, dass ich sowohl in Europa wie auch in Übersee überdurchschnittlich laut gehört werde. Rapport von S9 aus USA Ostküste sind üblich, einige Stationen mit denen ich immer wieder Kontakt habe attestieren sogar bis S9 + 20 dB. Das sind ungeschönte Rapporte die sich in ganz normalen Rag-Chew QSO's ergeben. Die Praxis zeigt, dass ich auf 80 m CW jede Station die ich hören kann auch arbeiten kann. Möglicherweise hängt dies auch mit dem Standort der Antenne zusammen. Sie steht nämlich auf einer trockenen Krete und das Gelände ist über ca. 270 Grad im Umkreis sanft abfallend. Vermutlich steht die Antenne elektrisch höher als es sich aus der eigentlichen Höhe der Masten ergeben würde.



Delta Loop für 40 m

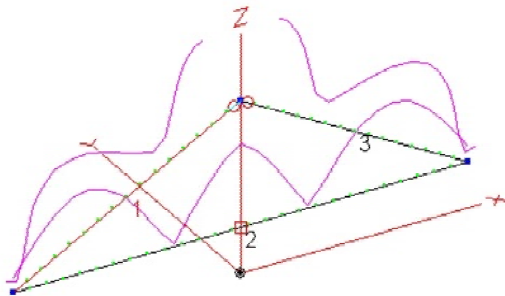
Höhe Mast	=	15 m
Höhe horizontaler Teil	=	4 m
Draht 1	=	22.56 m
Draht 3	=	22.56 m
Draht 2	=	39.40 m
Drahtlänge total	ca.	84.5 m
Verlängerungsspule für Resonanz auf 40 m		
Gain bei 25 Grad	=	4.2 dBi



Rund um die Antenne

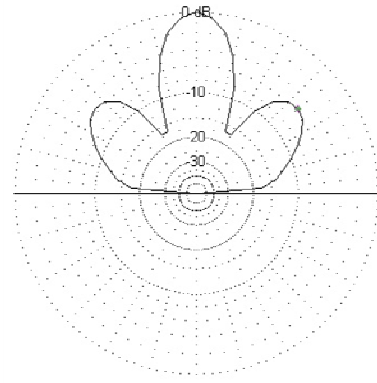
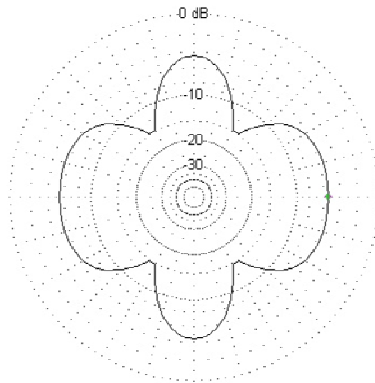
Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Die Diagramme zeigen es ganz klar. Auf dem 40 m Band, mit 2 Wellenlängen Draht in der Luft ergibt sich ausgeprägte Flachstrahlung mit einer gewissen Unterdrückung von Steilstrahlensignalen. Die Antenne bewährt sich auch auf diesem Band hervorragend. Von der im Azimuth-Diagramm gezeigte Richtwirkung ist in der Praxis nicht viel zu spüren. Auch hier gilt, jede Station die ich hören kann, kann ich auch arbeiten.



Dieselbe Delta Loop bei 30 m

Höhe Mast	=	15 m
Höhe horizontaler Teil	=	4 m
Draht 1	=	22.56 m
Draht 3	=	22.56 m
Draht 2	=	39.40 m
Drahtlänge total	=	ca. 84.5 m
Verlängerungsspule für Resonanz auf 40 m		
Gain bei 90 Grad	=	9.95 dBi
Gain bei 40 Grad	=	4.50 dBi
Gain bei 25 Grad	=	1.60 dBi

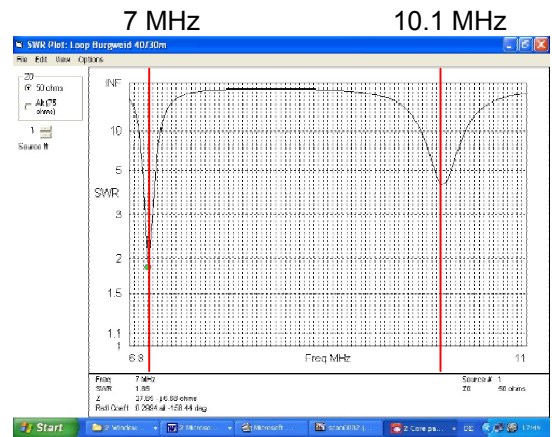
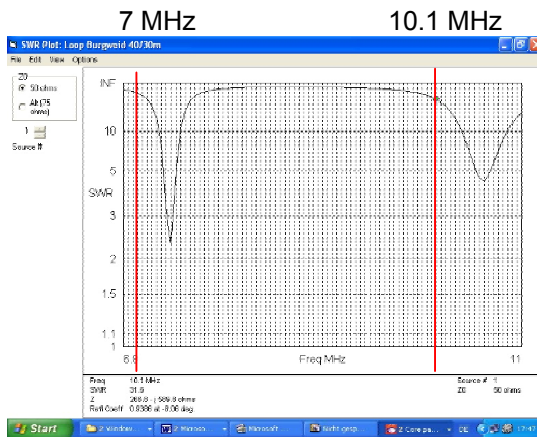


Die Antenne wird auf dem 30 m Band in Stellung 40 m betrieben, d.h. mit derselben Verlängerungsspule. Das Richtwirkungsdiagramm wird etwas wirr und eine gewisse Richtwirkung ist nicht auszuschließen. Die Praxis zeigt auch auf diesem Band: Jede Station die ich hören kann, kann ich auch arbeiten.

Interessant ist auch der Einfluss der Verlängerungsspulen auf die Anpassung, d.h. auf das SWR. Die roten Linien im SWR Diagramm zeigen jeweils die Frequenzen 7.0 MHz und 10.1 MHz. Ohne Verlängerungsspule ist das SWR auf der Speiseleitung miserabel. Mit der Verlängerungsspule lässt sich das SWR auf dem 40 m Band auf unter SWR 1:2 bringen. Auf dem 30 m Band zeigt die SWR Kurve ganz klar, dass sich die Antenne eigentlich in Resonanz befindet, dass sich aber das SWR auf dem Speisekabel kaum unter SWR 1:3 ... bis 1:5 bringen lässt. Wenn' man im Shack ein besseres SWR findet, dann war es die lange Speiseleitung die mitgeholfen hat das SWR zu bändigen.

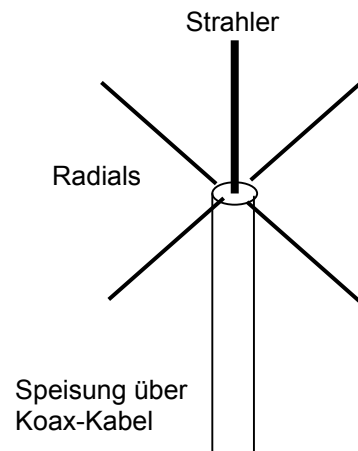
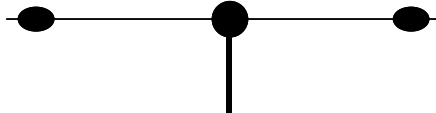
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



6.5 Vertikale Antennen

6.5.1 Horizontale Antennen versus vertikale Antennen



Ab und zu kommt immer wieder die Frage:

- Was sind denn die Unterschiede zwischen einer vertikalen und einer horizontalen Antenne ?

oder

- Welche Polarisation soll ich wählen ?

Die Antwort kann man etwa so zusammenfassen:

- **Polarisation:**
Die Polarisation der Antennen spielt auf KW keine grosse Rolle. Man arbeitet ja, von Orts-QSO's abgesehen, immer mit Raumwelle. Bei der Reflexion der Wellen in der

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Ionosphäre wird die Polarisation ohnehin ein oder mehrmals geändert.

- **Abstrahlwinkel:**
Vertikale Antennen haben im allgemeinen einen flacheren Abstrahlwinkel als horizontale Antennen. Dies ist für DX-Verkehr erwünscht. Wie wir bereits gesehen haben, gibt es aber auch unter den horizontalen Drahtantennen gute „Flachstrahler“, zum mindesten haben sie auf gewissen Frequenzbändern diese Eigenschaft.
- **Bodenleitfähigkeit:**
Die meisten vertikalen Antennen, vor allem solche die mit Gegengewichtsdrähten oder Radials arbeiten, reagieren sehr sensitiv auf die Bodenleitfähigkeit. Je besser die Bodenleitfähigkeit desto besser ist der Wirkungsgrad der Antenne. Über feuchtem Boden mit viel Grundwasser sind „Verticals“ exzellente Antennen. Über trockenem Grund sind sie eher problematisch.
- **Empfangsgeräusche:**
Es ist eine Tatsache die nicht weggeleugnet werden kann:

Auf horizontalen Antennen hört sich's ruhiger.

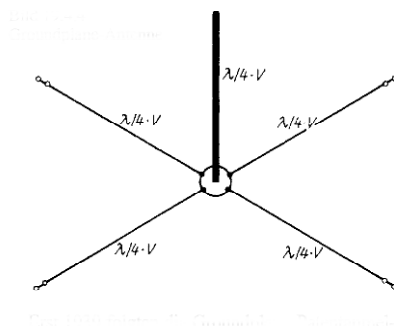
Vertikale Antennen bringen mehr Empfangsgeräusche. Dabei handelt es sich weniger um echte Signale auf den Bändern, als um all die Geräusche aus dem Nahfeld, d.h. um den „Man-made-noise“. Wenn wir darauf angewiesen sind an einer Vertikal-Antenne zu hören, dann lohnt sich jeder Meter „Höhengewinn“. Je höher wir die Antenne im Freien und über dem Störnebel anordnen können, desto angenehmer ist sie beim Empfang. Wer eine gute Vertikalantenne hat, die beim Senden gute Resultate liefert, der aber chronisch beim Empfang unter „Man-made-noise“ leidet, dem sei eine separate Empfangsantenne empfohlen, die mit horizontaler Polarisation arbeitet. Leider haben bei den heutigen Transceivern nur die teuren Spitzengeräte einen Eingang für eine separate Empfangsantenne.

6.5.2 Allgemeines zu Vertikal-Antennen



Bei den Vertikal-Antennen unterscheidet man 2 Typen:

- **Antennen mit „Grundberührung“ oder mit Radials.**
- **Antennen die ohne „Grundberührung“ oder Radials auskommen.**



Antennen mit „Grundberührung“ oder mit Radials:

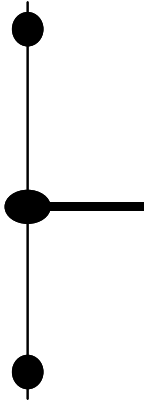
Der klassische Vertreter dieser Art ist die

Groundplane-Antenne.

Sie ist eine **unsymmetrische Antenne** und benötigt entweder eine gute Erdung oder Radials als Gegengewichte. Da die Erdübergangswiderstände bei uns eher ungünstig sind verwendet man bei uns meistens Radials. Je nach Anordnung der Radials (horizontal, schräg nach unten, etc.) ist der Abstrahlwinkel mehr oder weniger flach.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



Antennen die ohne „Grundberührung“ oder Radials auskommen.

Der **vertikale Dipol** und alle anderen Antennen die ohne „Grundberührung“ und ohne Radials auskommen sind **symmetrische Antennen** und benötigen kein Gegengewicht. Bei freier Anordnung ist der Abstrahlwinkel sehr flach.

Solche Antenne arbeiten auch über Boden mit schlechter Leitfähigkeit ausgezeichnet. Der einzige Wermutstropfen ist die Tatsache, dass eine „Halbwellen Vertikal“ die doppelte Länge (sprich Höhe) einer „Viertelwellen Vertikal“ (Ground Plane) aufweist.

Grundsätzlich gilt:

Umgebungseinflüsse und Bodenleitfähigkeit:

Vertikal-Antennen reagieren sehr sensitiv auf Umgebungseinflüsse sowie auf die Bodenleitfähigkeit. Über feuchtem Grund zeigen Vertikal-Antennen ihr wahre Stärke. Allerdings darf man die Umgebungseinflüsse nicht unterschätzen. Um ihre volle Wirkung zu erzielen muss das Umfeld von Vertikal-Antennen über eine Distanz von 5 – 10 Wellenlängen frei von störenden Objekten sein.

Nur um ein Beispiel zu nennen:

Wird eine Vertikal-Antenne im kleinen Gärtchen eines Reiheneinfamilienhauses aufgestellt, dann ist damit zu rechnen, dass die Abstrahlung der Antenne durch benachbarte Gebäude stark beeinträchtigt wird. Dasselbe gilt für Vertikal-Antennen die in einem engen Bergtal aufgestellt werden. Die Vertikal-Antenne ist ein Flachstrahler. Diese Funktion kann aber nur erfüllt werden wenn sich keine Hindernisse in den Weg stellen, die die Flachstrahlung verunmöglichen. Ist man dagegen in der Lage eine Vertikal-Antenne auf dem Dach eines Hochhauses zu montieren, dann sieht die Sache sofort ganz anders aus. In einem solchen Falle ist üblicherweise die Umgebung der Antenne frei von Hindernissen und die Sendeenergie kann tatsächlich abgestrahlt werden.

Auch wird eine Vertikal-Antenne, die irgendwo schräg aus einem Balkon heraus betrieben wird, nur in den seltensten Fällen zufriedenstellend arbeiten.

Erregung auf Oberwellen:

Die Erregung von Vertikal-Antennen auf den Oberwellen ist zu vermeiden. Dies führt lediglich zu steilen Abstrahlwinkeln und das ist ja nicht das was wir mit einer Vertikal-Antenne bezwecken.

Mehrbandtaugliche Vertikal-Antennen:

Sollen Vertikal-Antennen mehrbandtauglich sein, dann lässt sich das durch Einfügen von Traps bewerkstelligen. Dank der Traps verhält sich eine Viertelwellen Vertikal-Antenne gewissermassen wie die eine Hälfte eines resonanten Dipols und die flache Abstrahlcharakteristik bleibt erhalten.

„Koaxiale Dipole“ wie sie noch beschrieben werden können allerdings nicht mit Traps ausgerüstet werden. Dies sind dann reine Einband-Antennen.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

Kommerzielle gefertigte Vertikal-Antennen:

Heute hat fast jeder Antennenhersteller eine ganze Reihe von Vertikal-Antennen in seinem Sortiment. Viele dieser Antennen sind sowohl mechanisch wie auch elektrisch einwandfrei ausgeführt. Allerdings gibt es unter den angebotenen Vertikal-Antennen auch solche die eher zweifelhafte Eigenschaften aufweisen. Wenn Antennen angeboten werden die viele Amateurfunk-Bänder abdecken und die erst noch auf jedem Band über die gesamte Breite des Bandes ein SWR von max. 1: 1.2 aufweisen sollen, dann ist Vorsicht am Platz. Man kann zwar mit geschicktem Design allerlei möglich machen, aber wie sagt doch der Volksmund:



Wir machen Unmögliches möglich, Wunder dauern aber etwas länger !

Bei solchen Antennen sind dann häufig irgendwelche bewusst eingefügten Verluste für das ach so schöne SWR verantwortlich. Das kann im Extremfalle soweit gehen, dass die wundersame Anpassbox am Antenneneinspeisepunkt sogar einen 50 Ω Widerstand enthält. Natürlich kann man auch mit einer solchen Antenne QSO's bewerkstelligen, eine Hochleistungsantenne wird dies aber nie.

Bevor man eine kommerziell gefertigte Vertikal-Antenne kauft sollte man sich auch Klarheit darüber verschaffen wie die Antenne im aufgebauten Zustand tatsächlich aussieht. Ich erinnere mich an den Fall eines OM's der mich um Rat gefragt hat. Er hat in einem Inserat eine Vertikal-Antenne angeboten gefunden die

- kurz war
- alle KW Bänder abdeckt
- ohne Radials auskommen soll.

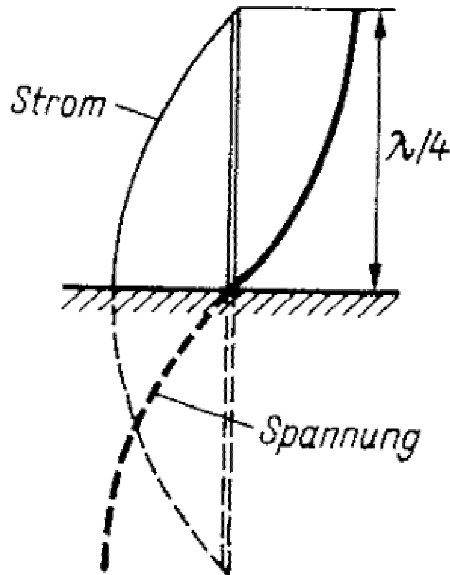
Das war genau das was er suchte und er wollte die Antenne sofort bestellen.

Ich hab mich dann im Internet schlau gemacht. Zu seinem Erstaunen musste ich ihm mitteilen, dass er sich da ein Stachelschwein angelacht hat. Die Antenne bestand eigentlich nur aus einer Kombination von Verlängerungsspulen und kapazitiven Verkürzungselementen in Form von Radialstäbchen die überall aus der Antenne herausragten. Also nicht gerade etwas das die lieben Antennen-kritischen Nachbarn goutieren.

Der Selbstbau von Vertikal-Antennen lohnt sich eigentlich selten. Trotzdem, seit es kostengünstige Fiberglasmasten zu kaufen gibt, kann es sich aber durchaus lohnen mit Vertikalantennen zu experimentieren. Mit einem 10 m hohen Fiberglastmast kann man ohne grossen Aufwand „Viertelwellen-Vertikals“ bauen, z.B. für das 40 m Band. Ab dem 20 m Band und höher kann man auch „Halbwellen Vertikals“ bauen oder zumindest mit diesen Typen experimentieren

Als ich noch kein 2.QTH mit „grossen“ Antennen besass bin ich öfters in ein nahe gelegenes breites Flusstal gefahren und habe dort „portabel“ mit solchen Vertikal-Antennen DX Verbindungen realisiert, die vom Home-QTH aus einfach nicht möglich waren. Der Grundwasserspiegel verbunden mit einer absolut „freien“ Natur (d.h. ohne jegliche störenden Objekte im Umkreis von mehreren hundert Metern) wirkte jeweils Wunder.

6.5.3 Die Marconi-Antenne



Die Marconi-Antenne ist die Urform aller Vertikal-Antennen. Sie ist bereits seit den ersten Anfängen der Funktechnik bekannt und wurde wie der Name sagt vom Urvater der Funktechnik, von Guglielmo Marconi, erfunden.

Die Idee ist folgende:

Man betreibt einen $\lambda/4$ -Leiter gegen Erde. Man geht davon aus, dass sich im Erdreich eine weiterer $\lambda/4$ -Stab spiegelt.

Bei gut leitender Erde, z.B. am Meer, mag dieses Prinzip sogar funktioniert haben. In unseren Gefilden mit den doch eher mediokren Erdverhältnissen würde ich davon abraten mit dieser Antennenform zu experimentieren. Sollte das SWR gut sein, dann handelt es sich mit Sicherheit um die gütige Mithilfe des Erdübergangswiderstandes.

Es darf sogar bezweifelt werden ob die Marconi Antenne je in reiner Form erfolgreich angewandt wurde. Da die Bodenleitfähigkeit selten so gut ist, dass das Einschlagen eines Erdpfahls eine ausreichende Erdverbindung herstellt, hat man nach „Verbesserungspotential“ gesucht. Man fand, dass der Wirkungsgrad ansteigt wenn man eine solche Antenne mit einem Netz von Drähten umgibt, die entweder auf dem Boden ausgelegt sind oder die ca. 10 cm tief in den Boden vergraben werden. Diese Drähte nennt man Gegengewichte.

Hier gilt die Regel: **Viel ist gut, noch mehr ist besser!**

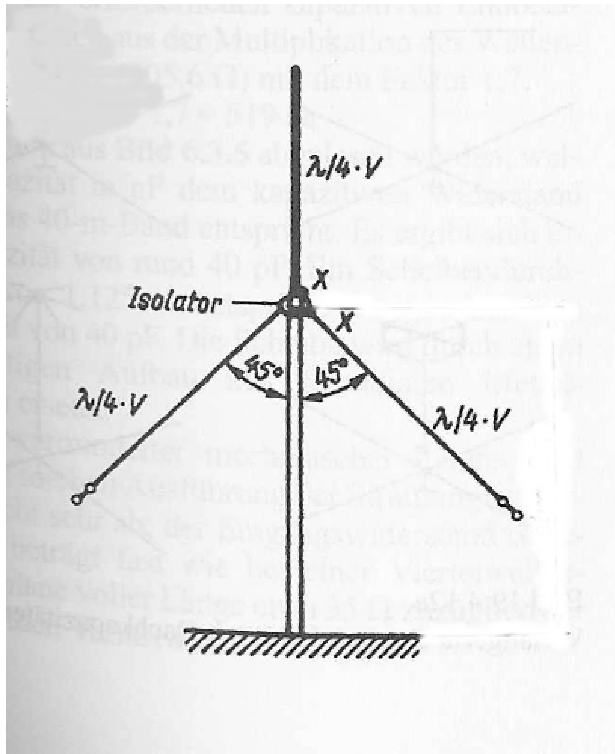
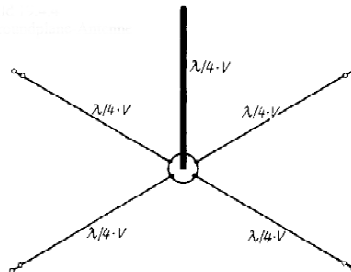
In Kreisen kommerzieller Senderbauer gilt die Faustregel, dass man etwa 120 Gegengewichtsdrähte auslegt. Die Länge der Gegengewichtsdrähte sollte in der Gegend von $\lambda/4$ liegen, die exakte Länge von Drähten, die entweder auf dem Boden liegen oder im Boden vergraben, sind scheint jedoch eher von untergeordneter Bedeutung sein.

Sobald wir aber eine Marconi-Antenne mit Gegengewichtsdrähten (= Radials) betreiben, dann ist es eigentlich keine Marconi-Antenne mehr im ursprünglichen Sinne, sondern eine sog. Ground-Plane Antenne. (siehe nächstes Kapitel)

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

6.5.4 Die Ground-Plane Antenne



Die Ground-Plane Antenne ist im Amateurfunk der Klassiker unter den Vertikal-Antennen.

Die Eingangsimpedanz am Speisepunkt beträgt ca. 36Ω . **ACHTUNG:** Wenn die Eingangsimpedanz höher liegt z.B. in der Nähe von 50Ω dann sollte man nachdenklich werden. Von selbst stellen sich nämlich keine 50Ω ein. Die fehlenden 14Ω werden in einem solchen Fall in Form von Verlusten verbraten.

Eine andere Version der Ground-Plane Antenne verwendet schräg nach unten gespannte Radials. Der Eingangswiderstand soll sich gemäss der einschlägigen Literatur wie folgt verhalten:

Bei 3 Radials ca. $50 \dots 53 \Omega$

Bei 4 Radials ca. 44Ω

Durch verändern des Winkels der Radials soll sich das SWR exakt auf 1:1 = 50Ω einstellen lassen.

Ich hab's zwar noch nie selbst versucht, aber Kollegen bestätigen, dass das funktioniert.

Bei Ground-Plane Antennen mit Radials die frei in der Luft hängen sind die Radials im Regelfalle abgestimmt, d.h. sie weisen eine Länge von $\lambda/4$ auf. Üblicherweise sind die Radials isoliert. Am Ende der Radials ist gemäss Regel 4, „freie Enden = Spannungsbauch“, mit HF-Spannung zu rechnen, so dass man die Enden isolieren sollte.

Mehrbandbetrieb:

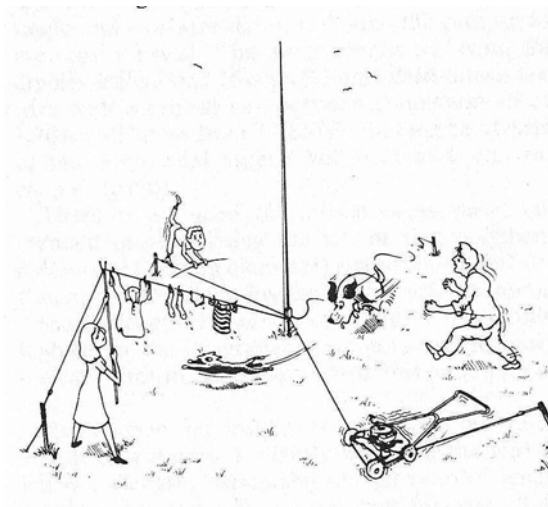
Ground-Plane Antennen lassen sich durch Einfügen von Traps „mehrbandtauglich“ machen. Auf jeden Fall müssen Traps im Strahler eingefügt werden. Bei den Radials hat man die Wahl

- Traps (in identischer Weise wie beim Strahler) in die Radials einzufügen, oder
- für jedes Band einen eigenen Satz abgestimmte Radials (z.B. 2 Radials pro Band) vorzusehen. Dies gibt dann einen ganz netten Drahtverhau.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen

6.5.4. 1 Wie viele Radials benötigt eine Ground-Plane Antenne



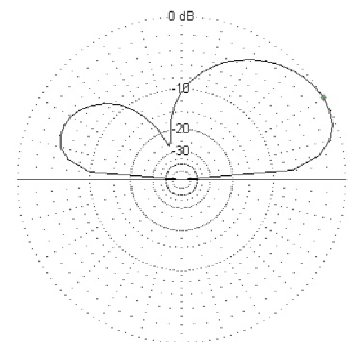
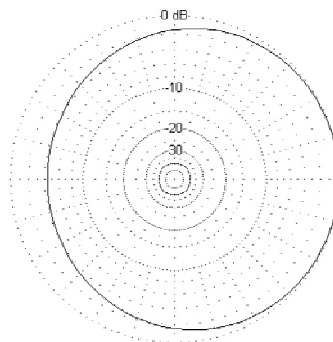
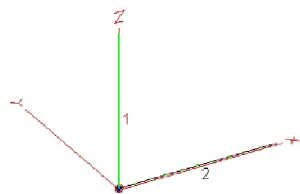
Über die Frage wie viele Radials bei einer Ground-Plane Antenne notwendig sind um einen einigermaßen vernünftigen Wirkungsgrad zu erzielen kann man unendlich lange diskutieren. Die allgemeine Ansicht ist:

„Viel hilft viel“

oder

„Je mehr desto besser“

Muss man aber wirklich 64 oder 128 Radials auslegen um einen vernünftigen Wirkungsgrad zu erzielen? Die Zahlen 64 oder 128 Radials stammen aus der kommerziellen Sendetechnik. Diese Anzahl Radials wird tatsächlich verlegt, z.B. bei MW Rundfunksendern die mit einem vertikalen Sendemast arbeiten. Bei diesen Anlagen steht sehr viel Geld auf dem Spiel. Man will den Hörern im Einzugsgebiet des Senders einen guten Empfang bieten und die Kosten der paar tausend Meter Kupferdraht, der vergraben wird, ist im Vergleich zu den übrigen Kosten nebensächlich. Bei uns Funkamateuren sieht die Sache doch etwas anders aus. Nicht nur müssen wir den Draht selbst berappen, nein, im Regelfalle müssen wir ihn auch noch selbst auslegen und in den Boden eingraben. Wie sieht die Realität aus ?

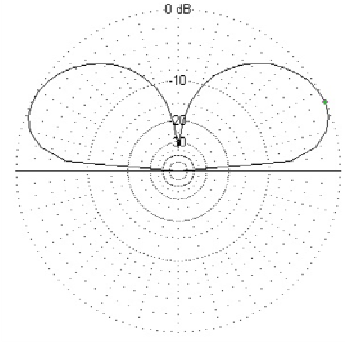
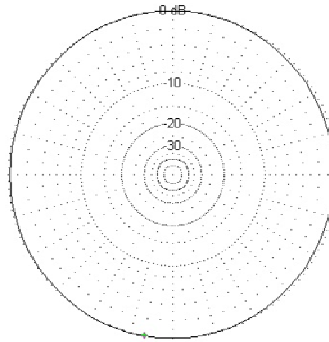
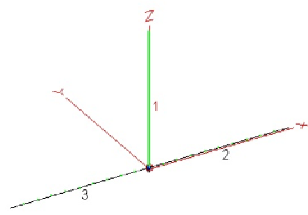


Vertikal Antenne mit 1 Radial: bei normalem Boden Gain – 1.81 dBi bei 30 Grad
bei feuchtem Boden Gain – 1.14 dBi bei 30 Grad

Im Grunde genommen handelt es sich um einen umgelegten Dipol, dessen eines Bein am Boden ausgelegt ist.

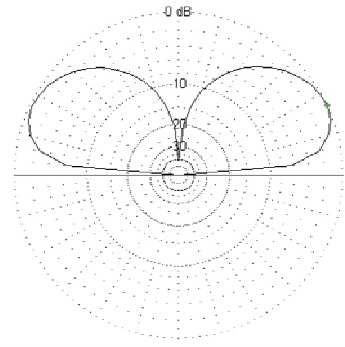
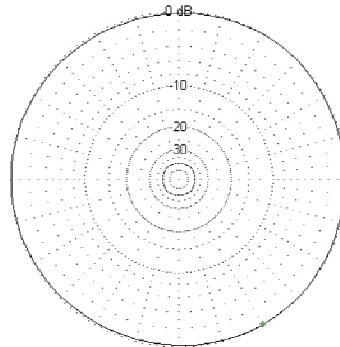
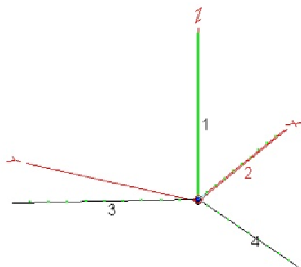
Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



Vertikal Antenne mit 2 Radials: bei normalem Boden Gain – 1.51 dBi bei 25 Grad
 bei feuchtem Boden Gain 0.01dBi bei 25 Grad

Diese Antenne zeigt bereits richtige Rundstrahleigenschaften.



Vertikal Antenne mit 3 Radials: bei normalem Boden Gain – 0.65 dBi bei 25 Grad
 bei feuchtem Boden Gain 0.98 dBi bei 30 Grad

Ab 3 Radials verändert sich am Abstrahldiagramm nichts mehr.

Wenn wir noch mehr Radials vorsehen, dann ergibt sich etwa folgendes Bild:

	normaler Boden	feuchter Boden	
Vertikal Antenne mit 4 Radials:	Gain - 0.35 dBi	1.45 dBi	bei 25 Grad
Vertikal Antenne mit 8 Radials:	Gain 0.11 dBi	2.29 dBi	bei 25 Grad
Vertikal Antenne mit 16 Radials:	Gain 0.19 dBi	2.48 dBi	bei 25 Grad

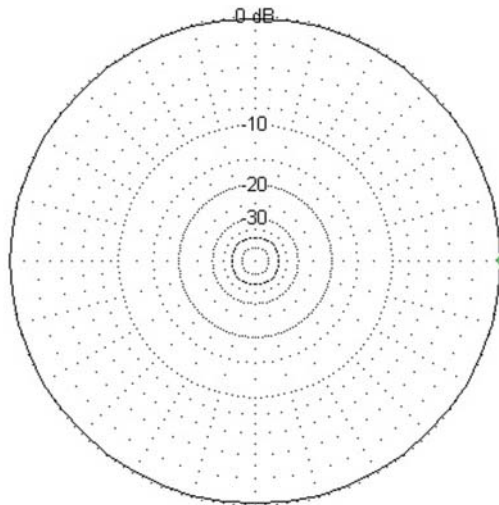
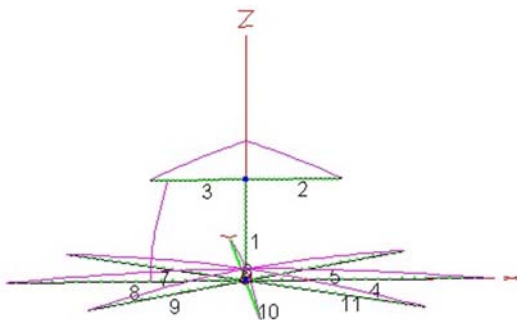
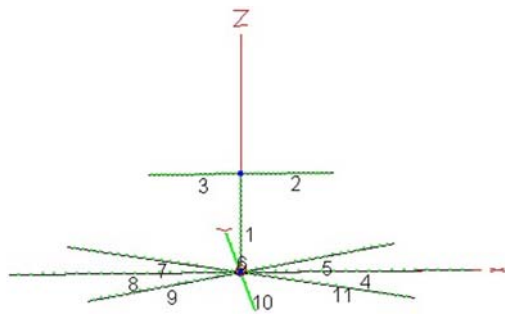
Noch mehr Radials bringen keine nennenswerte Verbesserung mehr.

Wenn man das Ganze von der praktischen Seite her betrachtet, dann ist der Aufwand bis zu einer Zahl von 8 Radials gerechtfertigt. Die Verdoppelung auf 16 Radials bringt sicher noch etwas. Was darüber hinausgeht mag zwar dem OM eine gewisse Befriedigung bereiten. Ob allerdings die Verbesserung in der Grössenordnung von 0.1 – 0.2 dB von der Gegenstation wahrgenommen wird ist mehr als fraglich.

Man kann es auch etwas salopp ausdrücken:

- Wer auf Grundwasser sitzt, bei dem sollten 8 Radials bereits ausreichen.
- Wer auf dem trockenen sitzt, der sollte sich überlegen ob er nicht eine andere Antennenform wählt die weniger sensitiv auf die Bodenbeschaffenheit reagiert.

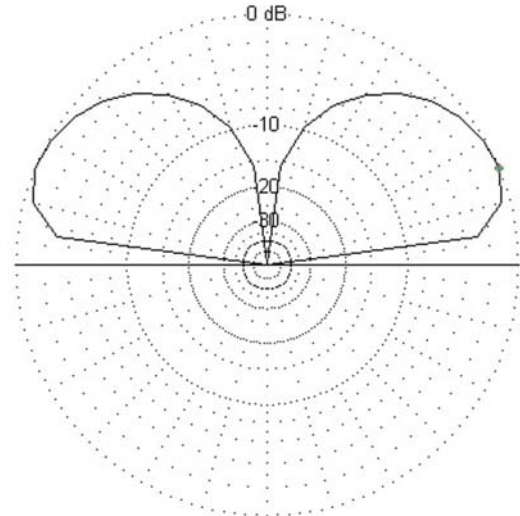
6.5.5 Die T-Antenne



Eine spezielle Form von Vertikalantenne, die in Amateurfunk-Kreisen eher wenig bekannt ist, ist die T-Antenne.

Die Antenne besteht aus einem vertikalen Antennendraht und einem horizontalen Antennendraht der oben am vertikalen Teil symmetrisch nach beiden Seiten gezogen wird. Die Antenne arbeitet gegen Erde, deshalb das Radialnetz. Die Speisung erfolgt wie bei einer normalen Ground-Plane Antenne unten da wo der vertikale Teil der Antenne in die Erde bzw. in die Radials übergeht.

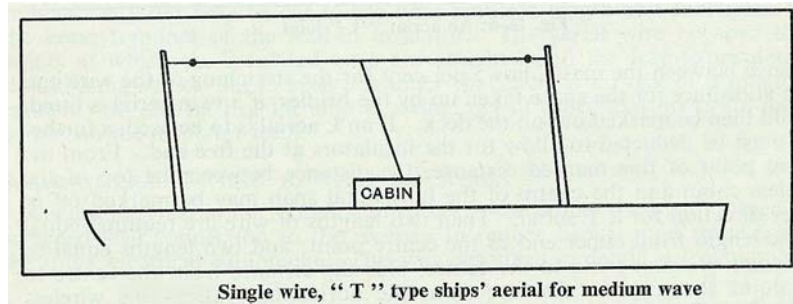
Technisch gesehen ist die T-Antenne eine verkürzte Vertikalantenne. Der eigentlich Strahler ist der vertikale Teil der Antenne, da fließt der höchste Strom. Der horizontale Draht stellt eine Dachkapazität dar, die die Resonanzfrequenz der Antenne nach unten bringt. Es ist also eine typische Antenne für die langwelligeren Bänder.



Trotzdem der horizontale Draht vermuten liesse, dass die Antenne eine gewisse Richtwirkung aufweisen würde, wie das bei der L-Antenne der Fall ist, handelt es sich bei der T-Antenne um einen reinen Rundstrahler. Bemerkenswert ist die tiefe Unterdrückung von Steilstrahlsignalen.

Rund um die Antenne

Teil 6: Ganzwellen-Dipol, L-Antennen, Sloper, Schleifenantennen, Vertikal-Antennen



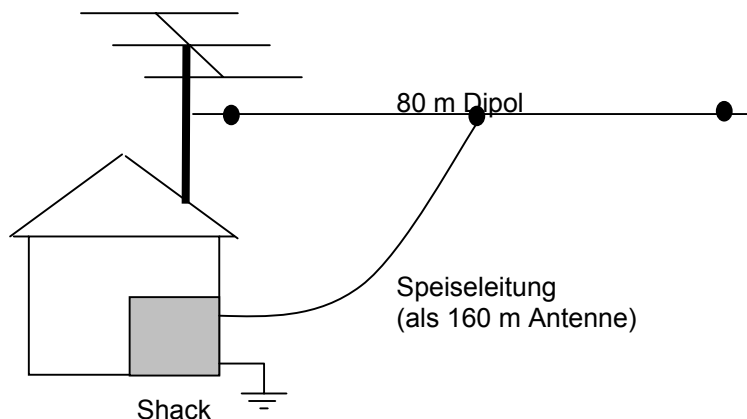
Wie bereits erwähnt ist die T-Antenne im Amateurfunk eher selten vertreten. Die klassische Anwendung dieser Antenneform war auf Ozeandampfern, vor allem auf Frachtschiffen. Dort wurde die Antenne für den Funkverkehr auf Mittelwelle (375 – 515 kHz) eingesetzt. Ein möglichst langer horizontaler Teil hat zur Verbesserung des Wirkungsgrades beigetragen.

Im Amateurfunk gibt es aber OM's die auf dem 160 m Band eine T-Antenne benützen ohne sich dieser Tatsache bewusst zu sein.

Wer auf dem 160 m Band aktiv sein will hat in der Regel das Problem, dass die Antennen für dieses Band Dimensionen annehmen die üblicherweise innerhalb eines normalen Grundstücks nicht unterzubringen sind.

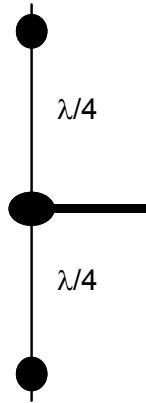
Die meisten OM's verfügen aber über eine Antenne für das 80 m Band, sei es ein Dipol voller Länge oder eine verkürzte Version z.B. in der Form einer Trap Antenne.

Ein altbekannter Trick besteht nun darin, dass man für den Betrieb auf dem 160 m Band im Shack die Seele und den Mantel des Koax-Kabels das zur 80 m Antenne führt zusammenschliesst (also kurz schliesst). Mit diesem Draht geht man nun auf den Antennenkoppler und betreibt die Antenne gegen Erde. Der Resonanzpunkt der ganzen Geschichte muss überhaupt nicht im 160 m Band liegen, das spielt keine Rolle. Mit dem Antennenkoppler sorgt man ja für eine korrekte Anpassung.



Diese Antenneform kann natürlich nur angewandt werden wenn das Koax-Kabel das die 80 m Antenne speist den Shack sofort und relativ gradlinig verlässt. Man muss sich dabei immer vor Augen halten, dass die Antenne vom Antennenkoppler weg sofort strahlt. Es ist ja nicht mehr ein Koax-Kabel sondern der Mantel des Koax-Kabels ist Teil des Antennensystems. Überall dort wo das Koax-Kabel für die 80 m Antenne im Haus drin noch diverse Umwege machen muss lässt man besser die Finger von dieser Antennenart. In der Praxis, unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, funktionieren solche T-Antennen eigentlich recht gut. Sicher, es sind selten Hochleistungs-Antennen. Aber als Einstieg auf das 160 m Band ist dies alleweil eine Lösung die man ausloten sollte. Wenn sich BCI / TVI allzu stark bemerkbar machen, dann lässt man sich halt etwas „stubenreineres“ einfallen.

6.5.6 Der vertikale Dipol



Der vertikale Dipol ist unter den Amateurfunkern eine eher wenig gebräuchliche Antennenform. Wer jedoch schon damit gearbeitet hat ist davon begeistert.

Die Eigenschaften:

- Er liefert eine flache Abstrahlung.
- Er benötigt keine Gegengewichte (Radials).
- Er bringt auch bei mediokren Erdverhältnissen gute Ergebnisse.
- Er wird doppelt so lang wie der $\lambda/4$ -Strahler der Ground-Plane Antenne (was zwar nicht gerade ein Vorteil ist, dafür aber Symmetrie herstellt).
- Die Speiseleitung sollte horizontal weggeführt werden, was häufig konstruktive Probleme ergibt. Es gibt jedoch Methoden der Speisung an einem Ende. Diese werden unter dem Thema „koaxiale Dipole“ sowie unter „Spannungsspeisung“ behandelt.

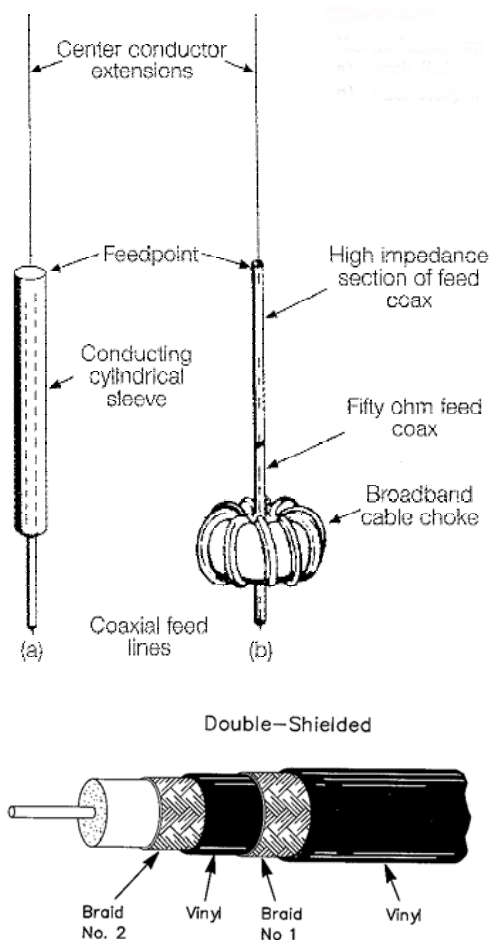
Beim praktischen Aufbau einer solchen Antenne sollte man einen Punkt nicht vergessen:

- Das bodennahe Ende der unteren Dipolhälfte liegt in einem Spannungsbauch. Je nach Leistung kann dort eine ansehnliche Spannung anliegen. Auch wenn HF im allgemeinen nicht gerade tödlich wirkt, unangenehm ist es doch. Ich habe mir einmal vor Jahren mit einem 15-Watt Sender eine Fingerkuppe leicht angeschmort. Gespürt habe ich gar nichts, es hat einfach plötzlich nach verbranntem Fleisch gerochen. Es ist also auf jeden Fall empfehlenswert auf gute Isolation zu achten. Wenn die Antenne im Garten oder auf einer Weide steht, dann wäre ein kleiner aber solider Zaun von 1.5 x 1.5 m und 1 m Höhe darum herum sicher angebracht.

Mehrbandbetrieb:

Auch der vertikale Dipol lässt sich durch Einfügen von Traps „mehrbandtauglich“ machen. Wie beim Dipol werden die Traps symmetrisch in jeder Dipolhälfte eingefügt. Da Traps bekanntlich auf dem langwelligeren Band einen Verkürzungseffekt aufweisen wird die Antenne über alles gesehen kürzer. Man kommt also mit einem niedrigeren Aufhängepunkt aus.

6.5.7 Der koaxiale Dipol



Der koaxiale Dipol ist eine Sonderform des vertikalen Dipols.

Die konstruktive Erschwerung beim vertikalen Dipol, wonach die Speiseleitung von der Mitte aus horizontal weggeführt werden sollte, wird hier auf eine raffinierte Weise umgangen.

Zwei Versionen, die beide praktisch erprobt sind, stehen zur Auswahl:

Ausführung a)

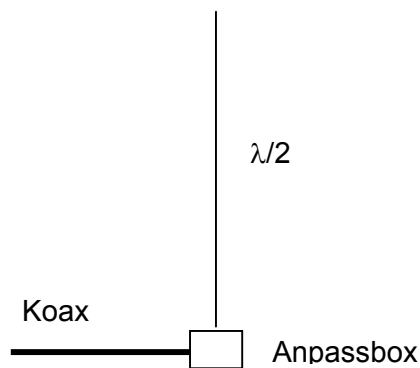
Hier wird ein spezielles Koaxialkabel eingesetzt, das 2 voneinander isolierte Mäntel besitzt. Die Seele dieses Kabels wird mit einem Draht um $\lambda/4$ verlängert. Der äussere der beiden Koaxkabel-Mäntel wird in einer Distanz von $\lambda/4$ vom Speisepunkt aus gesehen über eine Länge von 2 – 3 cm aufgetrennt und vom Rest isoliert. Dann wird ein Schrumpfschlauch über die aufgetrennte Stelle gezogen um das Kabel wieder wasserdicht zu machen. Die untere Strahlerhälfte hat bei dieser Antenne eine Doppelfunktion. Sie ist strahlende Dipolhälfte und bildet zugleich zusammen mit dem durchlaufenden Teil des Koaxialkabels einen Viertelwellen-Sperrtopf. Der nach unten elektrisch offene Sperrtopf wirkt als Mantelwellensperre und entkoppelt dadurch die Speiseleitung.

Ausführung b)

Hier wird ein normales Koaxialkabel verwendet. Die Seele dieses Kabels wird mit einem Draht um $\lambda/4$ verlängert. Die untere Strahlerhälfte besteht aus dem Koaxialkabel. In einem Abstand von $\lambda/4 \cdot v$ wird eine Breitband-Kabeldrossel eingefügt. Diese besteht aus einigen Windungen des Koaxialkabels auf einem Ferrit-Ringkern. Diese Version soll etwas breitbandiger sein als die Version a).

Ich selbst habe die Version a) einmal getestet und festgestellt „es funktioniert“. Das ganze ist mechanisch eine gewisse Fummelei und es dürfte auch nicht so einfach sein die Einschnittstelle im äusseren Kabelmantel über längere Zeit einwandfrei wasserdicht zu kriegen. Koaxiale Dipole sind meiner Meinung nach Ein-Band-Antennen. Ob man sie auch mehrbandtauglich machen kann entzieht sich meiner Kenntnis.

6.5.8 Vertikaler Halbwellenstrahler mit Spannungsspeisung



Die Speisung eines vertikalen Dipols mit Koax-Kabel, das man in der Mitte der Antenne waagrecht wegführen sollte ist in vielen Fällen konstruktiv fast nicht zu bewerkstelligen. Ein Ausweg besteht darin, dass man einen $\lambda/2$ langen Antennendraht vertikal anbringt. Am unteren Ende speist man ein. Da der Antennendraht eine Länge von $\lambda/2$ aufweist liegt am unteren Ende per Definition ein Spannungsbauch.

Die Anpassung spannungsgespeister Antennen ist im Abschnitt „spannungsgespeiste Antennen“ detailliert erklärt. Man kann jede der dort beschriebenen Methoden der Ankopplung verwenden.

Wie bereits erwähnt, eine solche Antenne ist sehr viel toleranter bezüglich nicht optimaler Bodenleitfähigkeit. Sie funktioniert auch unter mediokren Bodenverhältnissen sehr gut. Ein guter Freund von mir, ein DX-Crack, der sich auch erfolgreich mit low-band DX'ing befasst, hat schon temporär während 160 m Contest's einen ca 80 m langen Draht mit Hilfe eines Helium-gefüllten Wetterballons in die Höhe gebracht. Dies alles in seinem Home-QTH wo er bezüglich Bodenleitfähigkeit nicht gerade verwöhnt wird. In der Anpassbox befand sich in seinem Fall ein 160 m Fuchskreis. Er hat mit dieser Antennenform Spitzenresultate erzielt, denn es dürfte weltweit nur wenige OM's geben die tatsächlich eine $\lambda/2$ lange Vertikalantenne für 160 m in Betrieb haben.