



Rund um die Antenne

Teil 2





Rund um die Antenne

KW Drahtantennen Praktikum

Teil 1

- Allgemeines
- 5 goldene Regeln
- Festigkeit der Konstruktion
- Materialkunde
- Speisekabel
- Baluns
- SWR & Cie
- Antennenkoppler
- Eigenschaften einer Antenne
- Instrumente
- Antennen-Umschalter
- Blitzschutz
- Masten, Rotoren & Cie.
- Safety first
- Abschätzung der Speisepunkt-impedanz
- Antennenbücher

Teil 2

- 5 goldene Regeln (Repetition)
- Dipol-artige Antennen
- Trap-Antennen
- Langdraht Antennen
- Sloper-Antennen
- Schleifen-Antennen
- Vertikal-Antennen
- Spannungsgespeiste Antennen
- Antennen verkürzen
- Spezialformen verkürzter Antennen
- Beams (auf die Schnelle)
- Richtwirkung von Antennen
- Antennen-Simulations-Software



5 goldene Regeln zum Antennenbau

1. Viel Draht
2. Möglichst hoch
3. Strom strahlt
4. Freie Enden = Spannungsbauch
5. Drahtlänge + 5 %



Regel 1: viel Draht



- Erfahrungsgemäss bringt „viel Draht“ in der Luft die besten Ergebnisse
- Es gibt auch andere Antennenformen als Dipole
- Betrachte deshalb einen zukünftigen Antennenstandort sorgfältig und überlege wie Du „viel Draht“ in die Luft bringen kannst

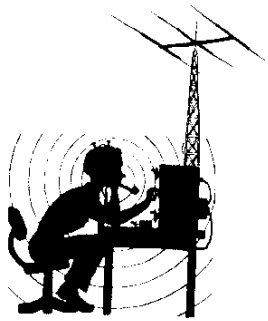
aber ... **nicht immer lässt sich jeder Draht auch vernünftig anpassen!**



Regel 2: möglichst hoch

- Man glaubt zwar die Antenne hänge hoch, in Realität hängen die meisten Antennen ohnehin zu tief (gilt speziell für 160 m und 80 m)
- mit zunehmender Antennenhöhe kann man dem Störnebel (man made noise) entrinnen und so die Empfangssituation erträglicher machen

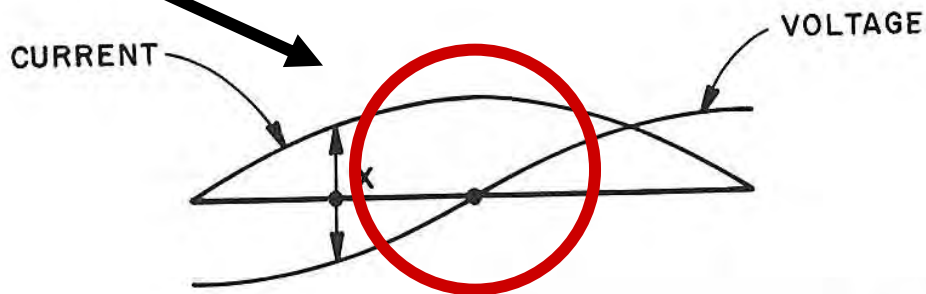




Regel 3: Strom strahlt

Eine vielfach vergessene Tatsache:

Bei einer Antenne ist es der **Strombauch** der den wesentlichen Anteil zur Abstrahlung liefert.

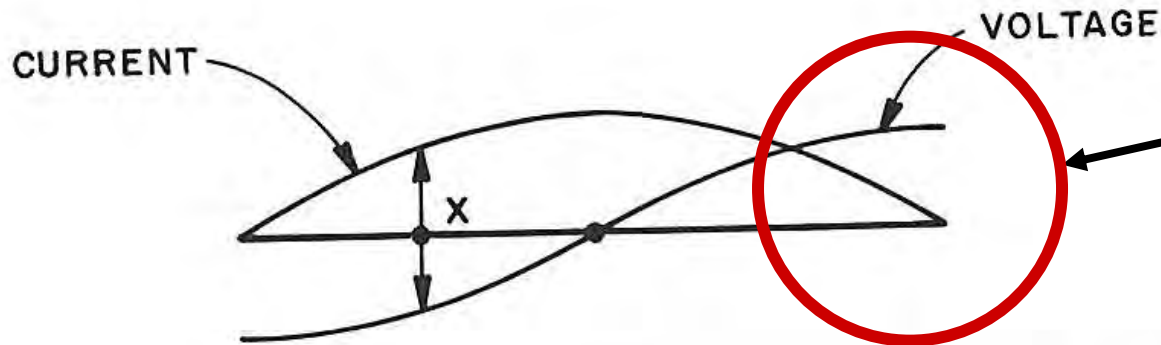


Diese Regel hilft abzuschätzen wo man bei einer Antenne zaubern kann, z.B. Enden umlegen etc.



Regel 4: freie Enden = Spannungsbauch

Freie Enden einer Antenne liegen per Definition immer in einem Spannungsbauch



Diese Regel erlaubt eine schnelle Abschätzung der Impedanzverhältnisse am Speisepunkt



Regel 4 erweitert

3 unverrückbare Regeln bei Antennen:

Freie Enden = Spannungsbauch

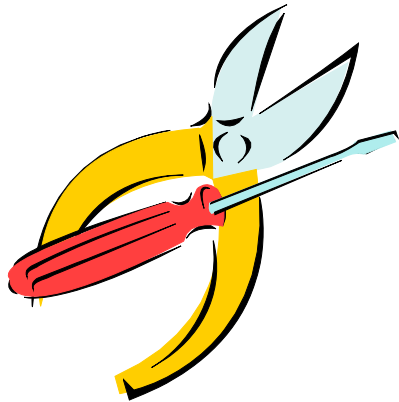
Bei geerdeten Antennen:
Am Erdpunkt liegt ein Strombauch

Bei Schleifenantennen:
Am Punkt der halben Drahtlänge der Schleife
liegt ein Strombauch



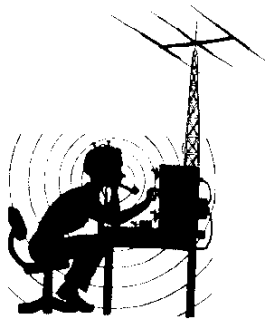


Regel 5 = Drahtlänge + 5 %

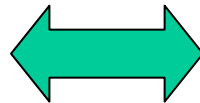
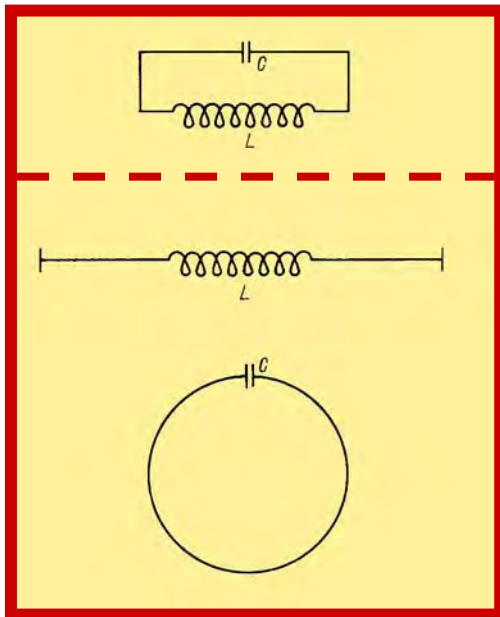


Es ist einfacher eine Antenne zu verkürzen als zu verlängern

- Die exakten Drahtlängen einer Antenne sind standortabhängig.
- Man baue eine Antenne deshalb nie sklavisch nach.
- Die Massangaben haben am Standort des Autors zwar gestimmt, sie müssen am eigenen Standort aber angepasst werden.



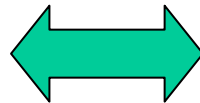
Im weiteren gilt:



Ein geschlossener Schwingkreis
Strahlt nicht

... aber ...

jede Zwischenform die vom
geschlossenen Schwingkreis
abweicht bis zum Dipol hat
Potential zu strahlen.





Im weiteren gilt:

**Um effizient Energie abzustrahlen
muss eine Antenne nicht unbedingt resonant sein.**



Richtwirkung / Gewinn

Wir haben immer „nur“ unsere Sendeleistung zur Verfügung.

Wenn eine Antenne „Gewinn“ hat, dann heisst das

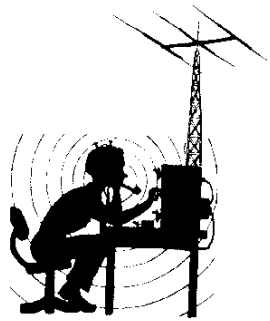
- wir haben die Sendeenergie so aufgeteilt, dass ein grosser Teil der Energie in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird.

- als **Vergleichsnorm** für den Gewinn nehmen wir entweder
den **Kugelstrahler** (Isotroper-Strahler)
oder
den **Dipol**

dBi

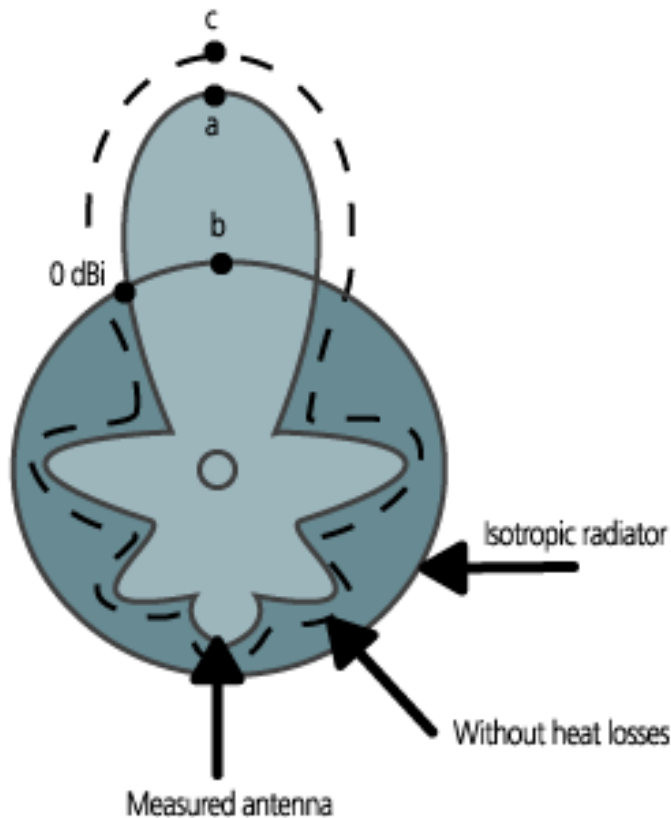
dBd

Pro Memoria: Gewinn eines isotropen Strahler = 0 dBi
Gewinn eines $\frac{1}{2} \lambda$ Dipols = 2.15 dBd



Richtwirkung / Gewinn

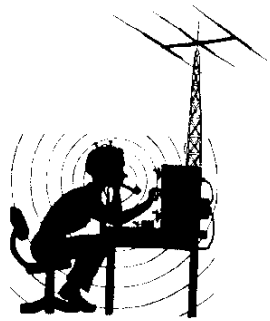
+ dBi



- dBi

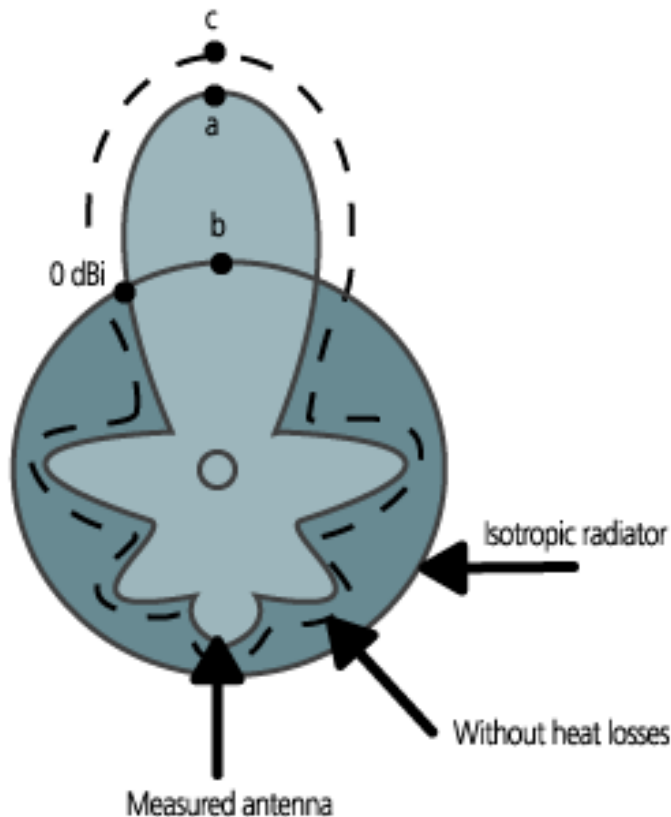
Gewinn =

Die Sendeenergie so aufgeteilt, dass ein grosser Teil der Energie in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird.



Richtwirkung / Gewinn

+ dBi



- dBi

Mehr Gewinn =

Wenn wir den Antennengewinn vergrößern wollen müssen wir die Energie besser bündeln.

In diesem Falle wird die Hauptkeule der Abstrahlung immer schmäler und schmaler.



Richtwirkungs-Diagramme und wie sie zustande kommen

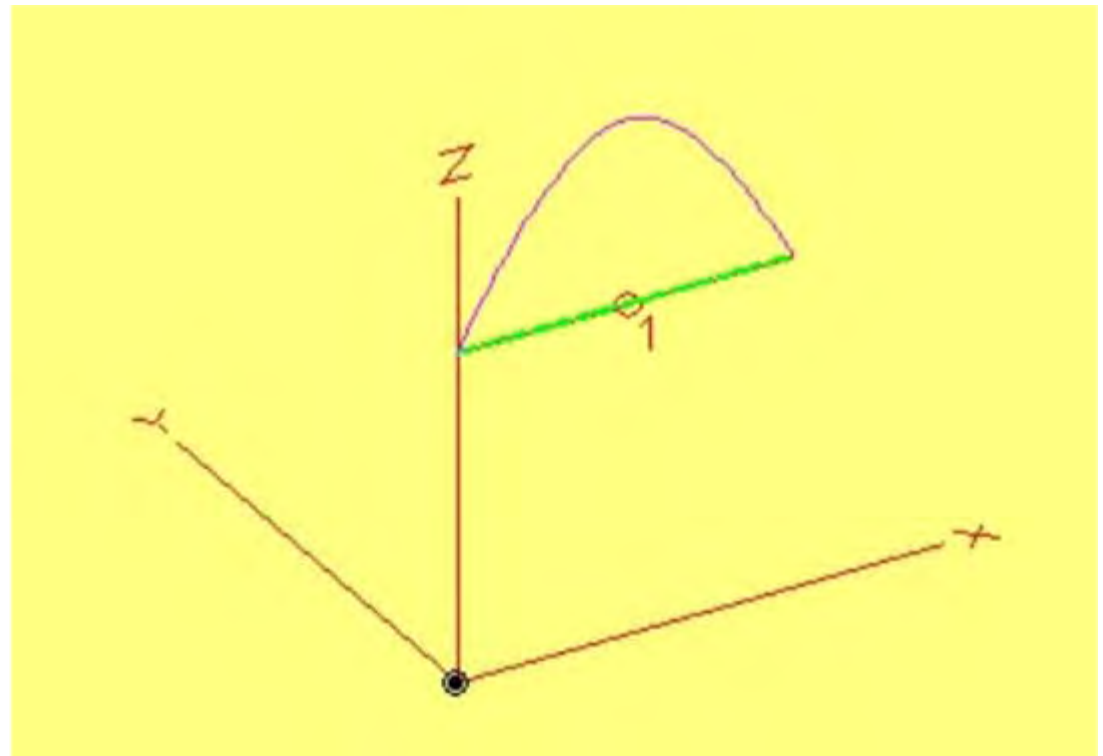
Am Beispiel eines Dipols, $\frac{1}{2} \lambda$ hoch

X, Y, Z =
Koordinaten

1 = Antennendraht

Kreislein in 1 = Quelle
d.h. dort wird die
Antenne gespeist
(z.B. Koax-Anschluss)

Violette Linie =
Stromverteilung auf
dem Antennendraht
(bei Resonanz)



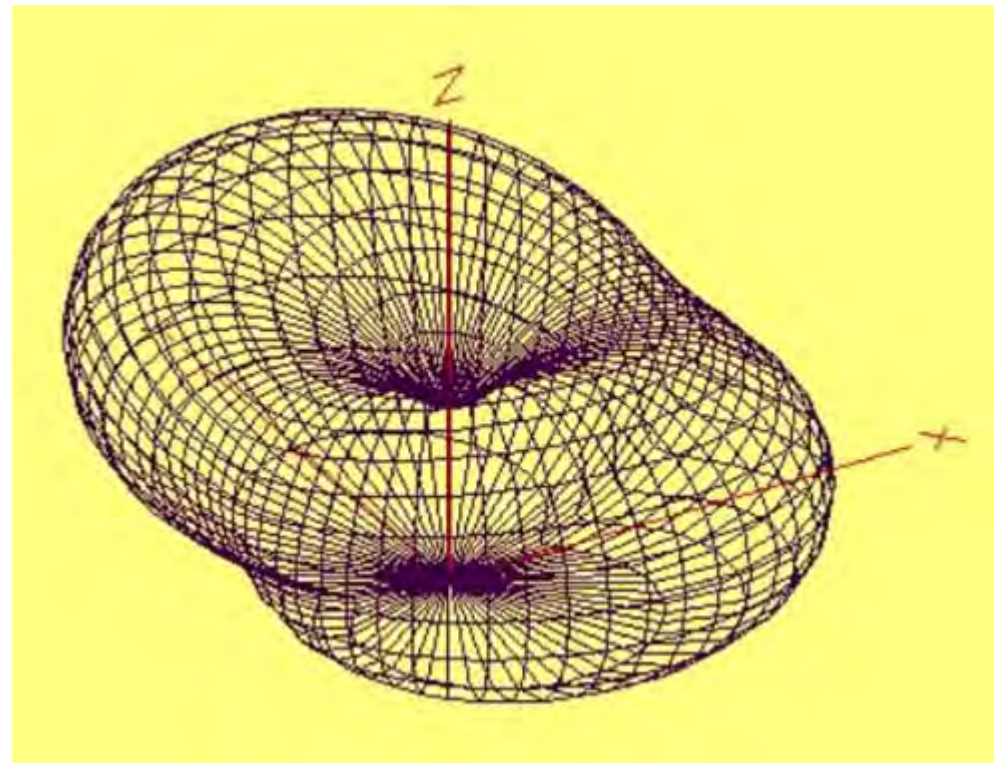


Richtwirkungs-Diagramme

Am Beispiel eines Dipols, $\frac{1}{2} \lambda$ hoch

3-D Diagramm

Mit eingezeichneten
Koordinaten-Achsen

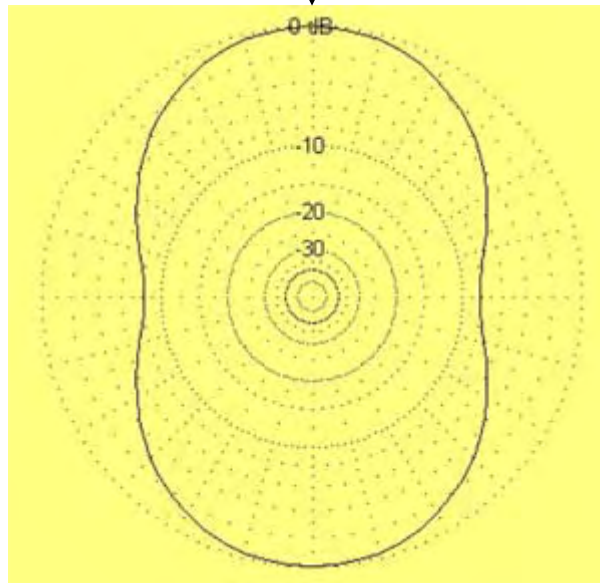




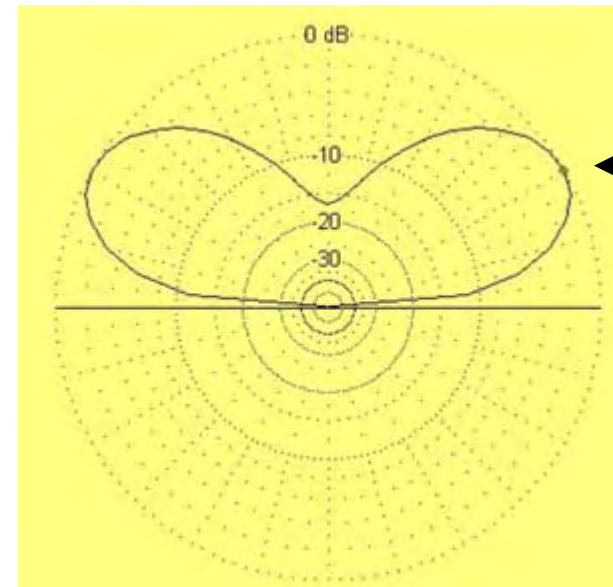
Richtwirkungs-Diagramme

Am Beispiel eines Dipols, $\frac{1}{2} \lambda$ hoch

Dieser Punkt zeigt die Hauptstrahlrichtung an



**Azimut-Diagramm
(Windrose)**



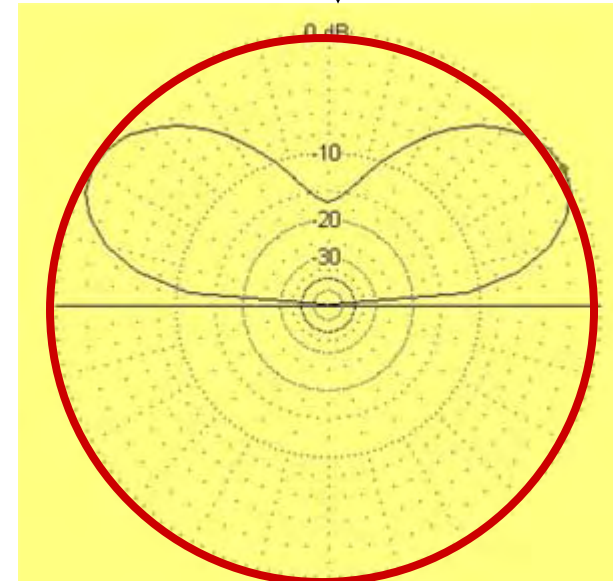
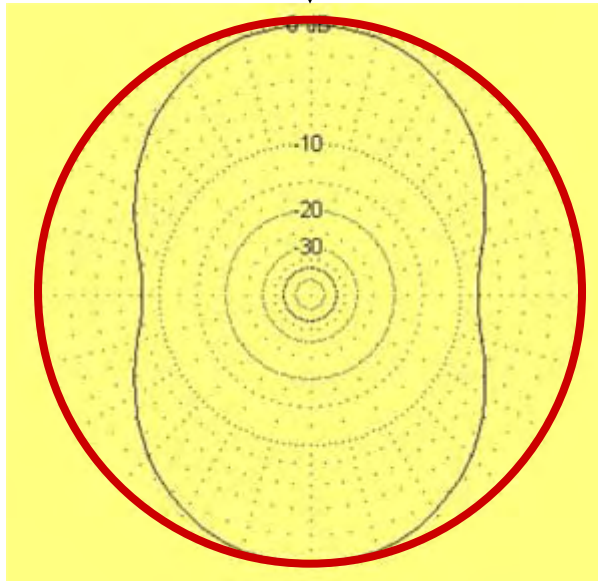
**Elevations-Diagramm
Höhe der Strahlrichtung
bezogen auf den Erdboden**



Richtwirkungs-Diagramme

Am Beispiel eines Dipols, $\frac{1}{2} \lambda$ hoch

Der äussere Kreis entspricht dem Gewinn in der Hauptstrahlrichtung

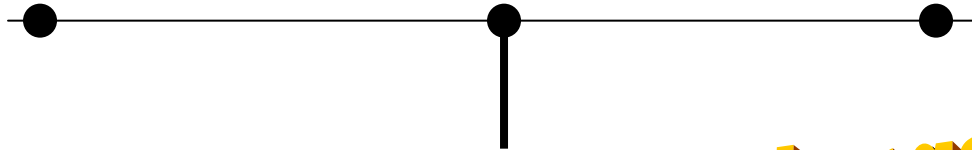


Bei jeder Darstellung entspricht der äussere Ring immer der Anzahl **dBi** in der Hauptstrahlrichtung. Die Grösse der Strahlungsfelder ist demnach kein Kriterium für die Güte der Antenne. Das Richtdiagramm auch der schlechtesten Antenne trifft irgendwo den äussersten Kreis.



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

Drahtlänge = $\frac{1}{2} \lambda$



Eigenschaften:

- + einfacher Aufbau
- + symmetrische Antenne
- + günstige Impedanz (ca. 68Ω) für Speisung mit Koax-Kabel
- + lässt sich auch mit symmetrischem Kabel speisen

einfacher geht's nimmer

- **EINBAND-Antenne**

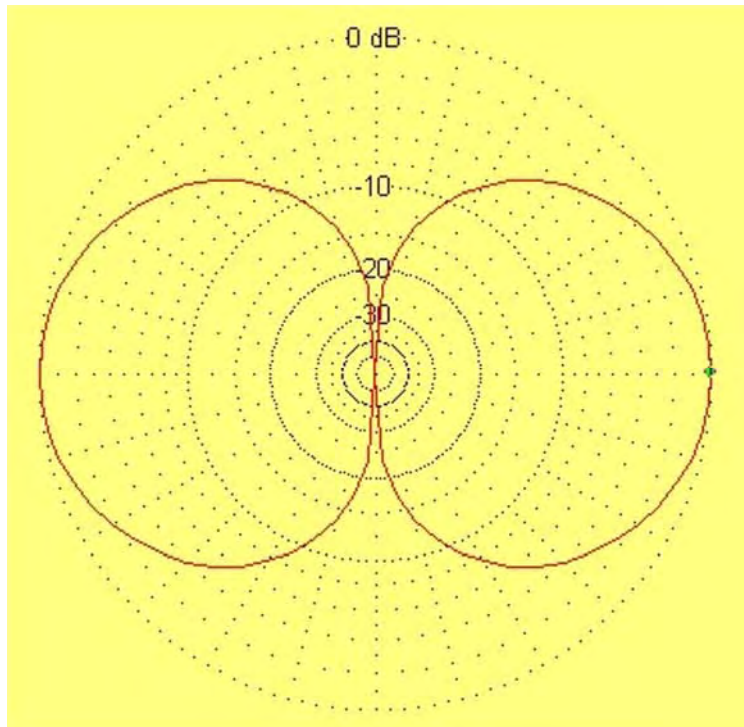
kann zwar in ungradzahligen Harmonischen erregt werden.

Die bekannteste Möglichkeit besteht darin einen 40 m Dipol auch auf dem 15 m Band zu benutzen.



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

$$\text{Länge} = \frac{1}{2} \lambda$$



Wer kennt es nicht ?

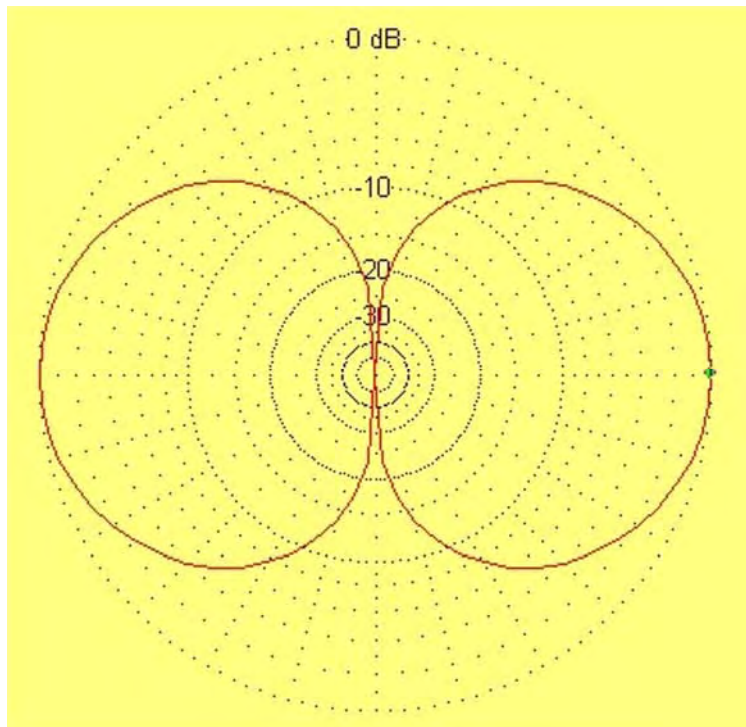
Das Richtdiagramm
eines Dipols ...

... aus dem Lehrbuch !



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

$$\text{Länge} = \frac{1}{2} \lambda$$



Voll auf die Nase gefallen !!!

Diesen Dipol gibt es NICHT !!!

Zum mindesten nicht in der realen Welt.

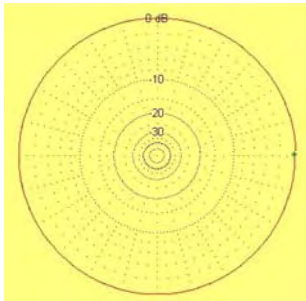
Es handelt sich um das Diagramm
eines Dipols im

FREIRAUM

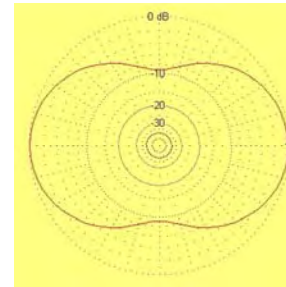
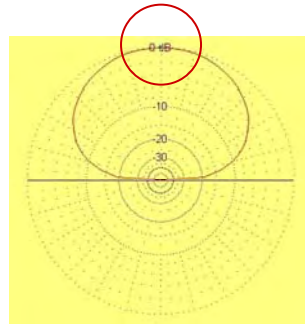


Klassisch: Der „resonante“ Dipol

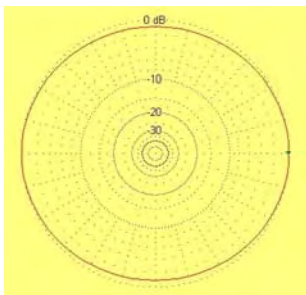
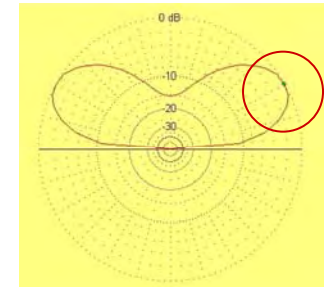
Wie sieht die Realität über mittlerem Boden aus ? Diel.Konst. = 30



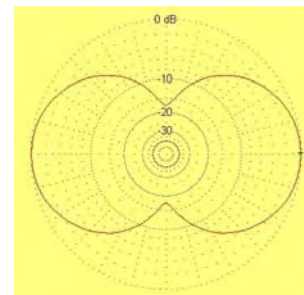
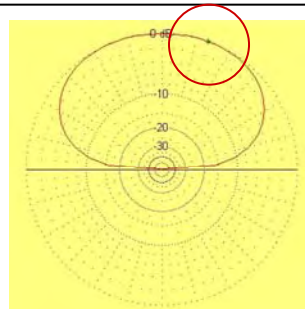
Höhe = 0.1λ
Gewinn = 6.35 dBi



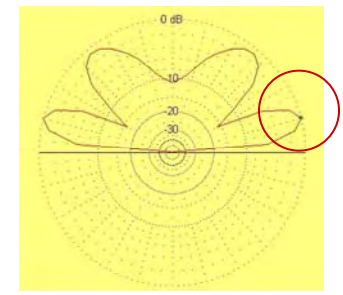
Höhe = 0.5λ
Gewinn = 1.7 dBi



Höhe = 0.25λ
Gewinn = 6.9 dBi



Höhe = 1λ
Gewinn = 4.6 dBi





Klassisch: Der „resonante“ Dipol

Einfluss der Bodenbeschaffenheit

Dipole auf Höhe $\frac{1}{4} \lambda$

Für unsere
Betrachtungen

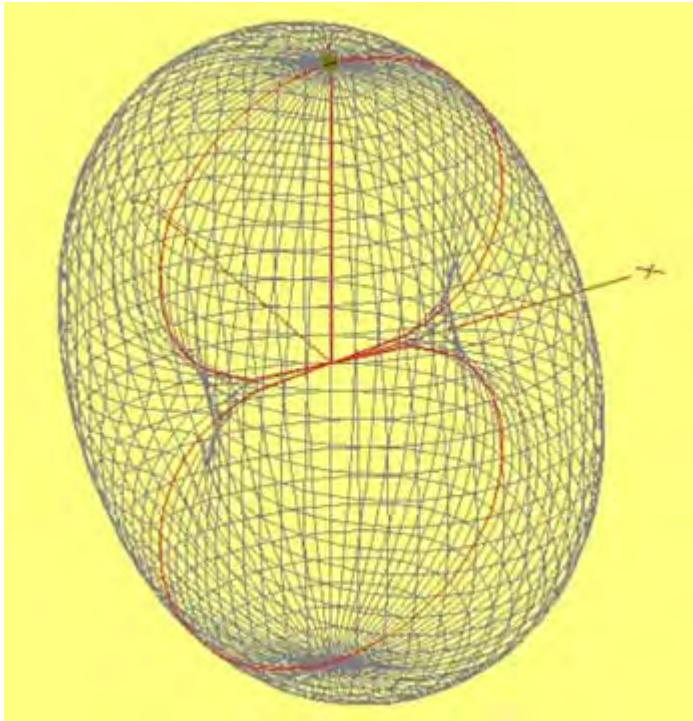
Bodentyp	Dielektrizitätskonst.	Gain
Meerwasser	80	7.5 dBi
Feuchter Boden	30	6.9 dBi
Mittlerer Boden	15	6.1 dBi
Trockener Boden, Berge	10	5.6 dBi
Stadt, hohe Gebäude	3	4.7 dBi





Klassisch: Der „resonante“ Dipol

Wo bleiben denn die 2.15 dBi Gewinn
die ein Dipol theoretisch haben soll ??????



Dies trifft nur zu für den
Dipol im Freiraum

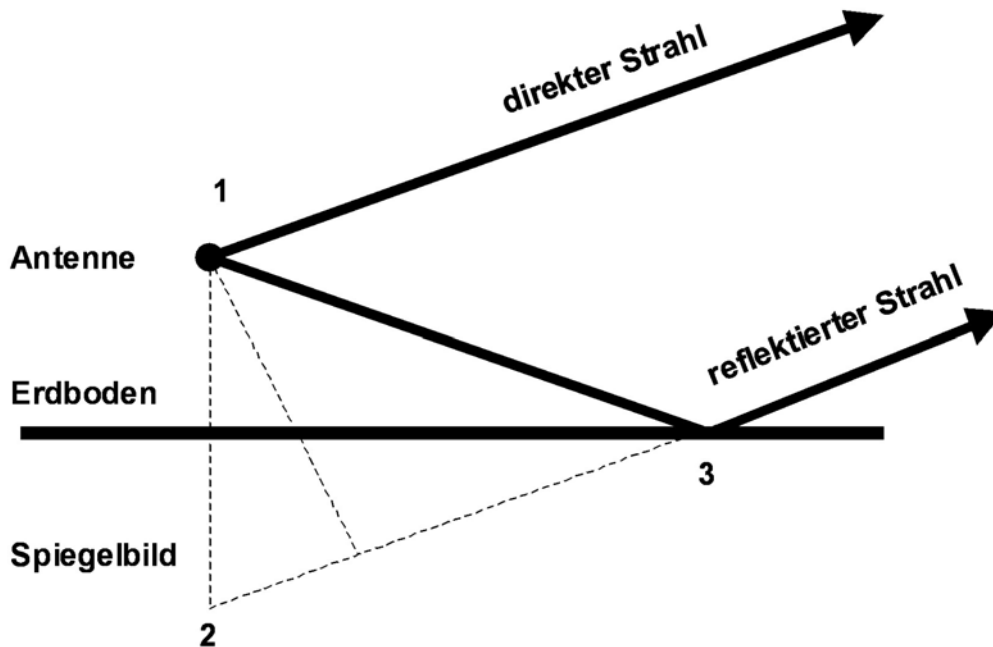
- mit 1 mm Cu-Draht = 1.93 dBi

- mit verlustlosem Draht = 2.15 dBi



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

Wieso weist ein real existierender Dipol mehr als die zu erwartenden 2.15 dBi Gewinn auf ?????



Die Erde wirkt als Spiegel

Ein grosser Teil der nach unten gerichteten Energie wird an der Erde gespiegelt und nach oben abgestrahlt.



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

Speisepunktimpedanz = **ca. 68 Ω**

Wie sieht die Realität aus ?

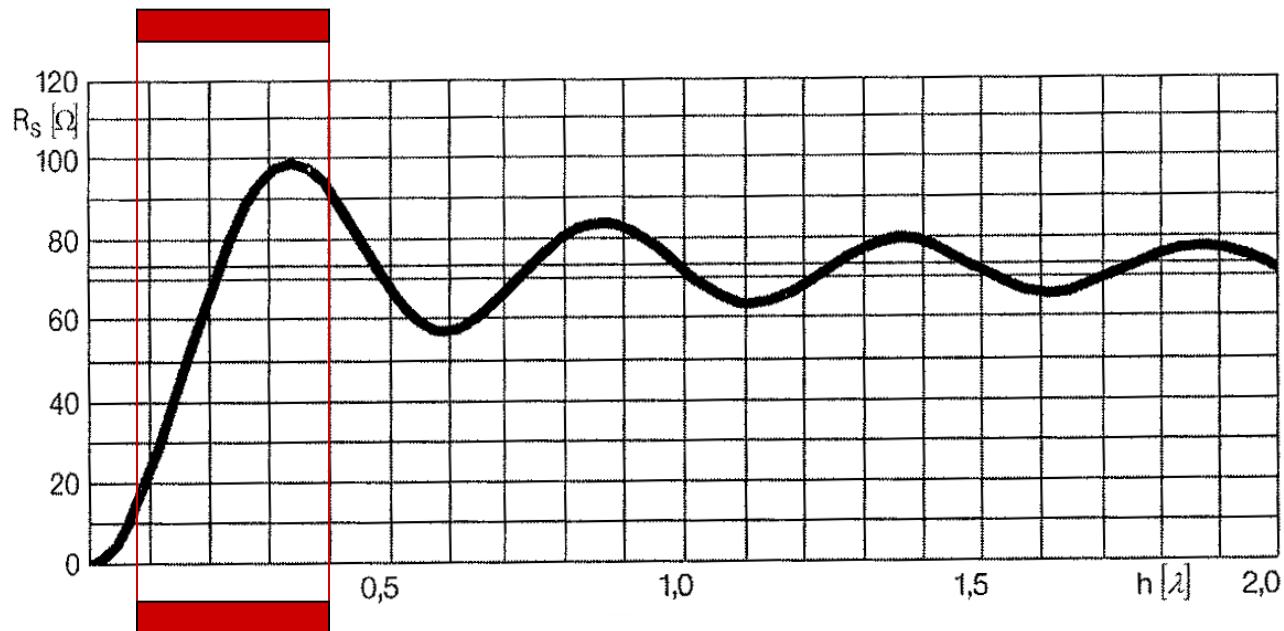
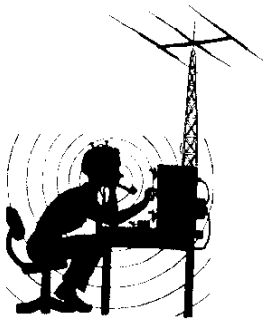


Bild 9.1.3
Strahlungswiderstand
eines Halbwellendipols
in Abhängigkeit
von der Höhe über der Erde

In der Praxis sind wir in diesem Bereich



Klassisch: Der „resonante“ Dipol

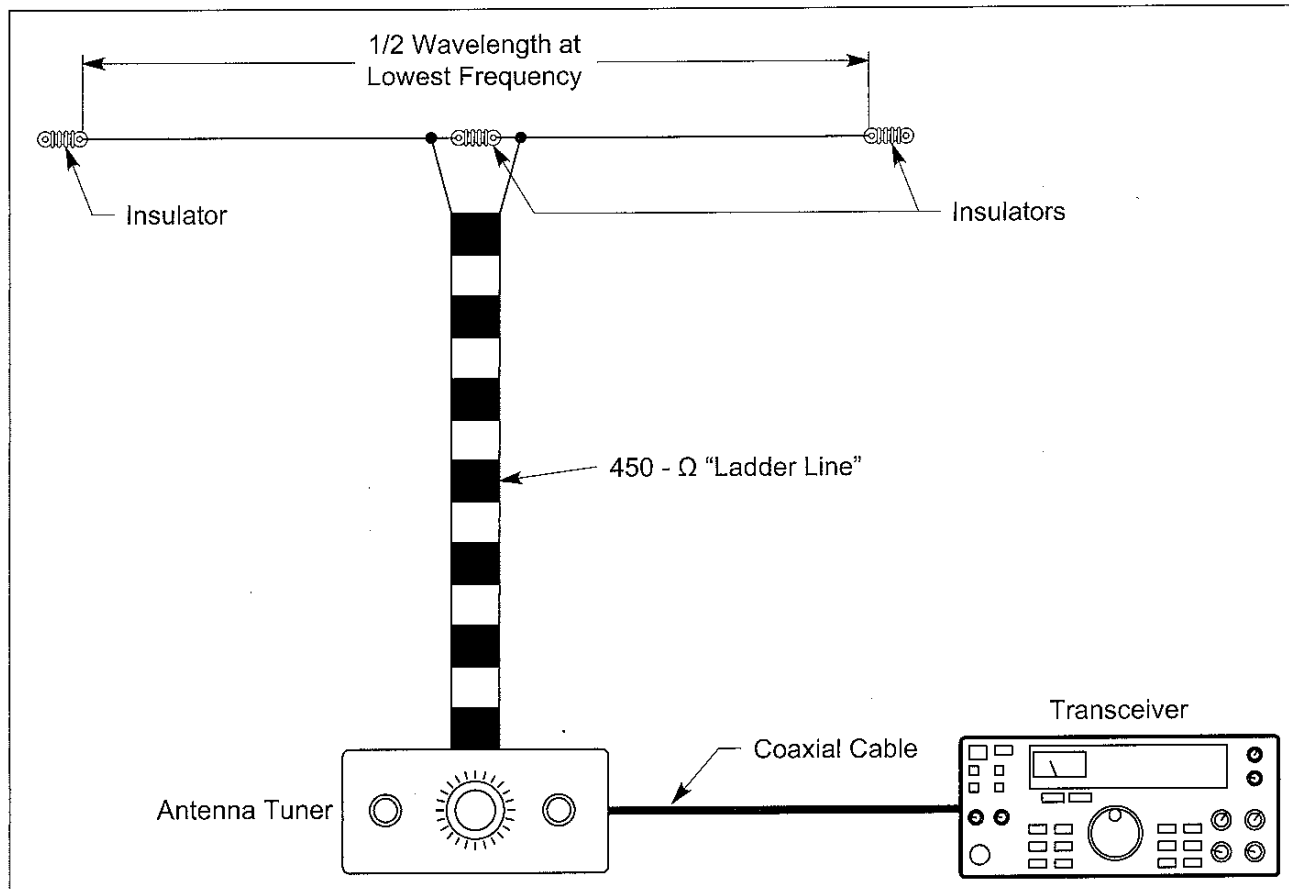
Beispiel: 80 m Dipol,

Resonanzfrequenz 3520 kHz $\rightarrow \lambda = 85.16 \text{ m} / \lambda/2 = 42.58 \text{ m}$

Höhe	Dipollänge	Impedanz	SWR (50 Ω)
2.5 m	42 m	$Z = 6 + j2.5 \ \Omega$	1:10
5 m	41.5 m	$Z = 11 - j1 \ \Omega$	1:5
7.5 m	41.3 m	$Z = 20 + j5 \ \Omega$	1:2.5
10 m	41 m	$Z = 31 + j2.5 \ \Omega$	1:1.5
15 m	40.7 m	$Z = 57 - j1.5 \ \Omega$	1:1.1
20 m	40.7 m	$Z = 80 - j7 \ \Omega$	1:1.6
30 m	41.4 m	$Z = 99 - j8 \ \Omega$	1:2
40 m	42 m	$Z = 80 + j2 \ \Omega$	1:1.5
50 m	41.7 m	$Z = 61 + j4 \ \Omega$	1:1.5
60 m	41.2 m	$Z = 70 - j3 \ \Omega$	1:1.4
70 m	41.4 m	$Z = 85 - j1 \ \Omega$	1:1.6
80 m	41.8 m	$Z = 83 + j4 \ \Omega$	1:1.6

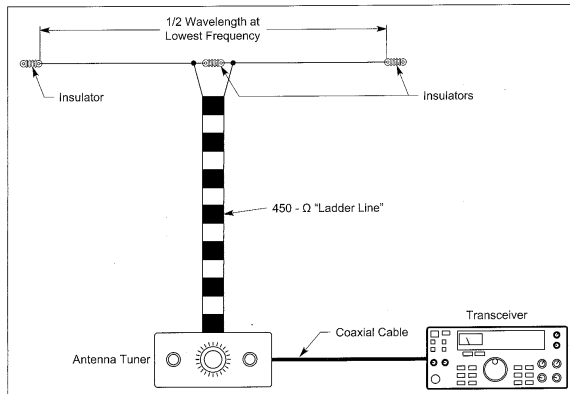


Weniger bekannt: Der „nicht-resonante“ Dipol





Weniger bekannt: Der „nicht-resonante“ Dipol



Man benötigt
immer einen
Antennenkoppler !

Nicht-resonante Dipole können zwar eine Länge von ca. $\frac{1}{2} \lambda$ auf dem „tiefsten“ Band aufweisen, müssen aber nicht. Wichtiger ist die Symmetrie der beiden Dipol-Schenkel. Daraus ergibt sich die Symmetrie auf dem Speisekabel, d.h. das Kabel strahlt nicht.

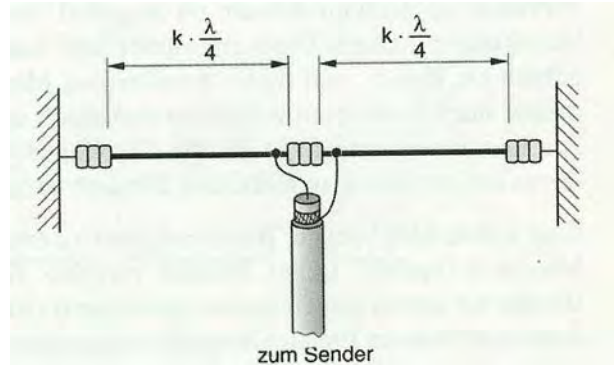
Beispiel: **G5RV (Länge 102 feet = 31.09 m)**

- Diese Antenne hat auf keinem Band Resonanz.
- Auf 20 m kommt man zwar in die Gegend von 1.5λ , aber eben nur in die Gegend.
- Speisung immer über symmetrische Leitung.
- Bei gewissen Längen der Speiseleitung (z.B. 34 feet = 10.36 m) soll sich die Antenne gut anpassen lassen.

Viele OM's verwenden diese Antenne mit sehr gutem Erfolg !



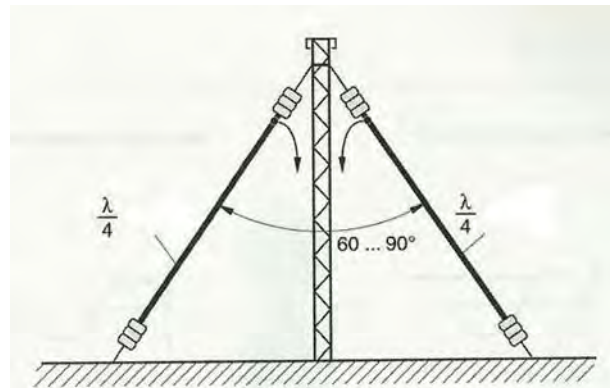
Klassisch: Der Dipol



Alle Dipol-artigen Antennen können
- als horizontale Dipole

oder

- als Inverted-Vee gebaut werden,
ohne dass sich die Eigenschaften
wesentlich ändern.



Im letzteren Fall genügt ein
Mittelmast.



Praktisch: Mehrbandantennen

Vom Dipol abgeleitete Mehrbandantennen

- **Rollmeter-Dipole**
- **Mehrband-Dipole**
- **aussermittig gespeiste Antennen (off-center fed)**
- **Trap-Dipole**

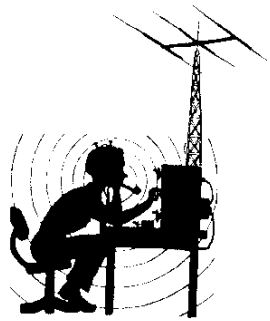


Rollmeter-Dipole

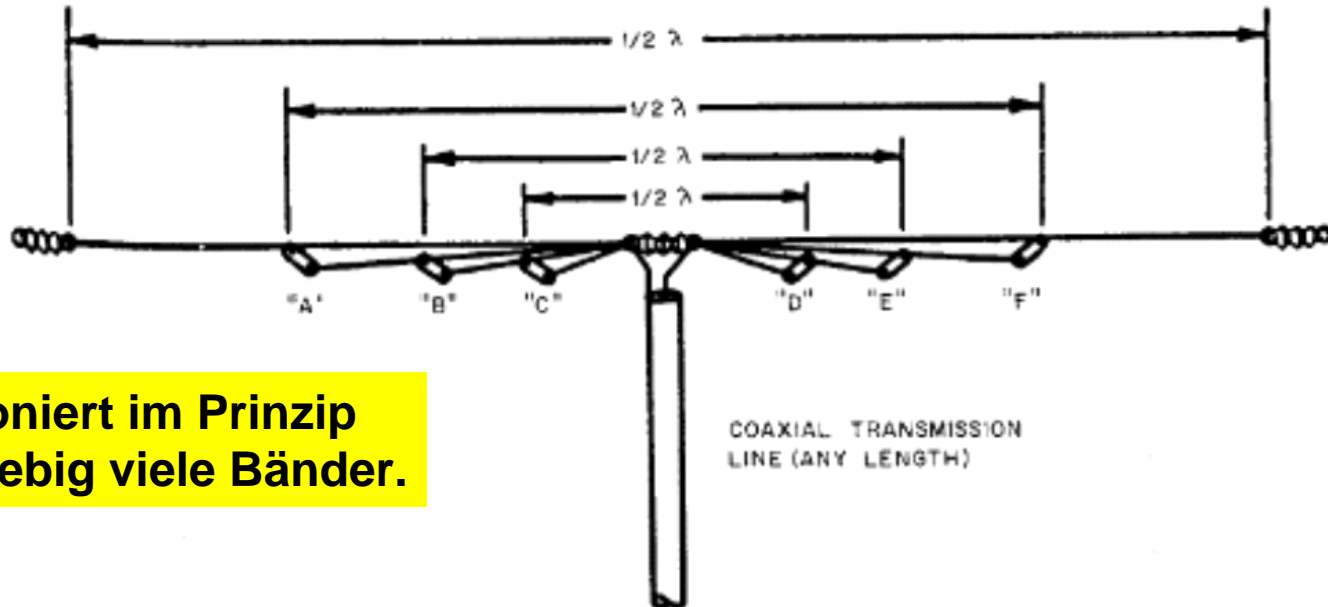


Als Rollmeter-Dipole bezeichne ich Dipole aus blanker Bronze-Litze die sich durch Abwickeln der Dipol-Äste auf die richtige Länge auf jeder beliebigen Frequenz einstellen lassen.
Das Bild zeigt eine von mir selbst gebastelte Ausführung.

Der Bandwechsel gestaltet sich etwas mühsam.



Mehrband-Dipol



**Funktioniert im Prinzip
für beliebig viele Bänder.**

Kritische Punkte:

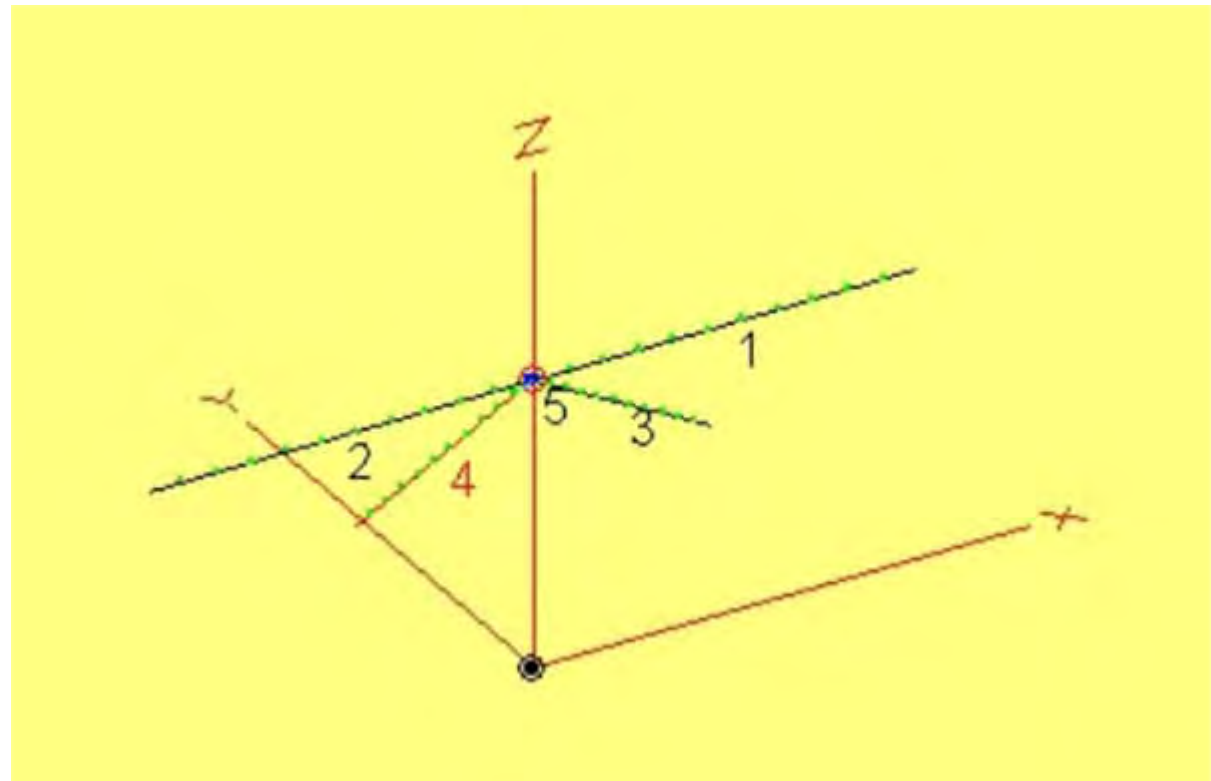
- saubere mechanische Konstruktion
- die einzelnen Dipole beeinflussen sich gegenseitig, sodass man sich an die richtigen Längen herantasten muss.



Beispiel: 80/40 m Mehrband-Dipol

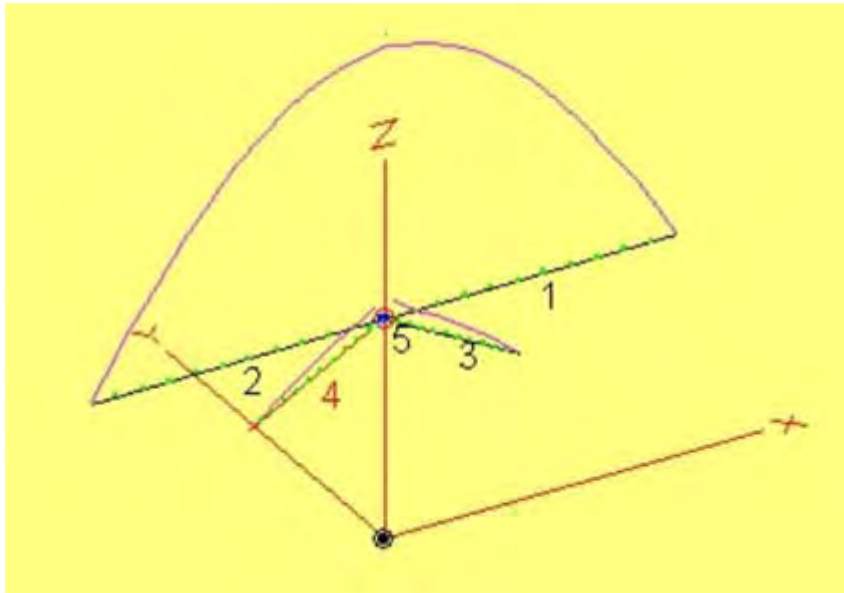
80 m Dipol:
Drähte = 1 + 2 je 20 m
Höhe = 15 m

40 m Dipol:
Drähte = 3 + 4 je 10.45 m
Höhe = 15 m (Mitte)
= 10 m (Aussen)

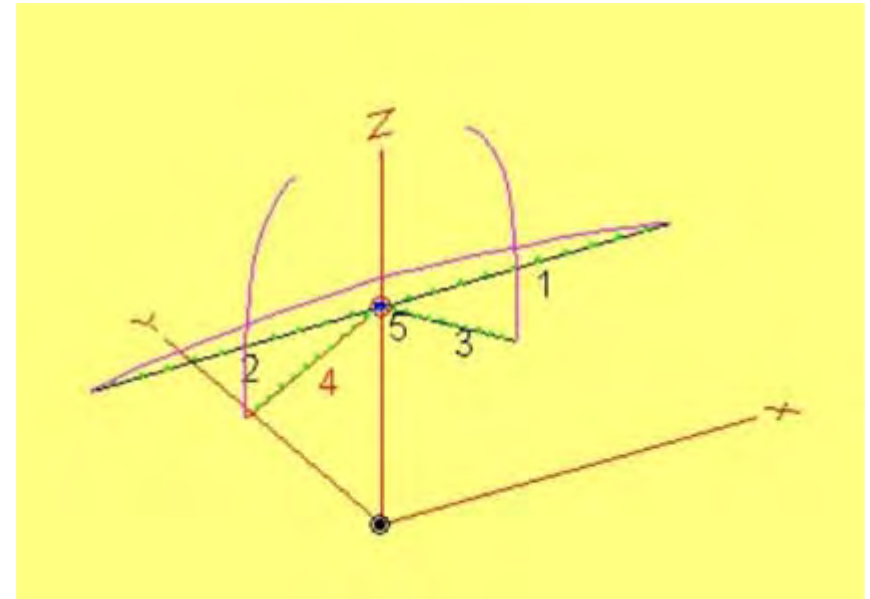




Beispiel: 80/40 m Mehrband-Dipol



Stromverteilung 80 m Band



Stromverteilung 40 m Band



Beispiel: 80/40 m Mehrband-Dipol

SWR Kurve

Resonanz bei

1 = 3.6 MHz

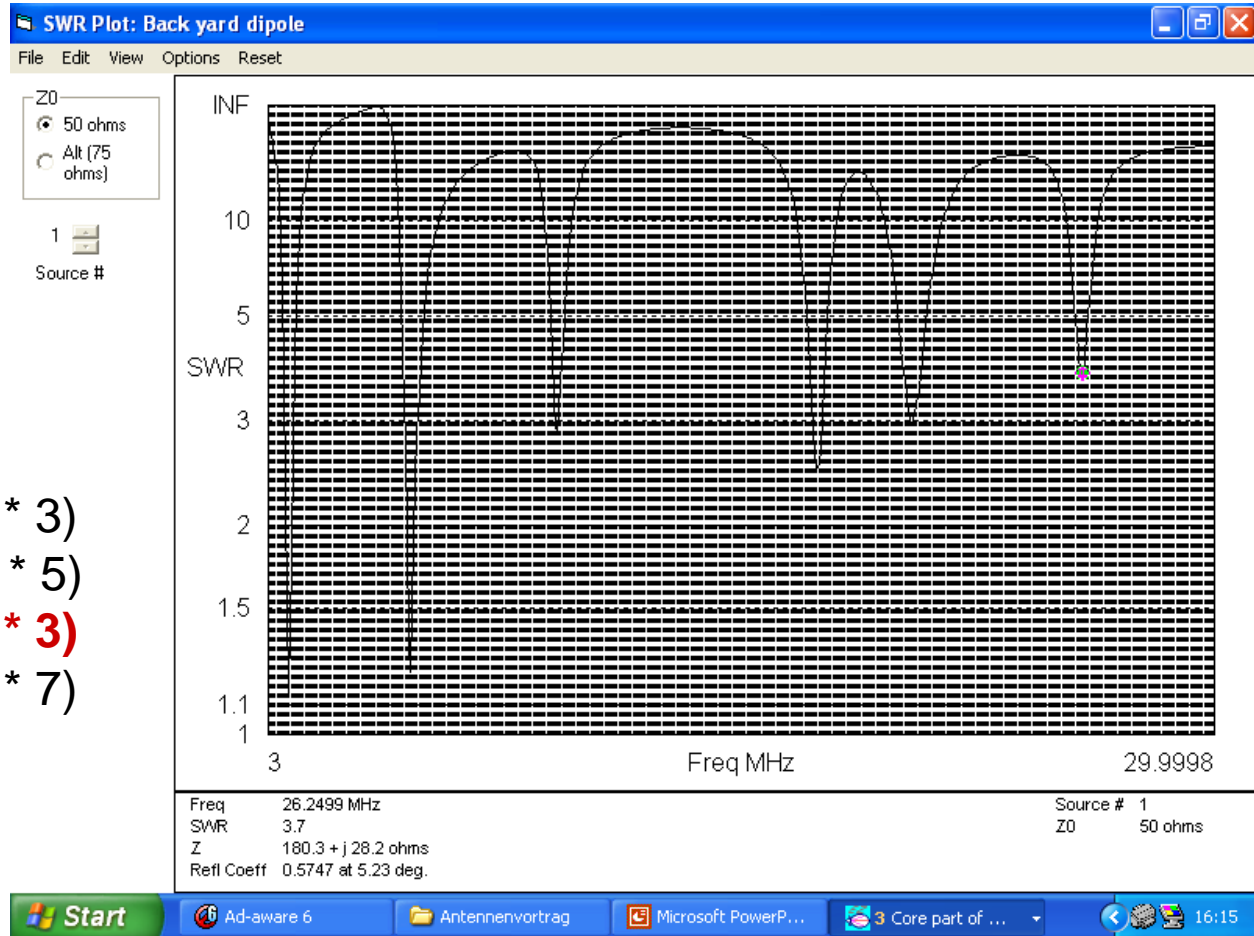
2 = 7.05 MHz

3 = 11 MHz ($3,6 * 3$)

4 = 18.6 MHz ($3.6 * 5$)

5 = 21.4 MHz ($7 * 3$)

6 = 26.3 MHz ($3.6 * 7$)



1 2 3 4 5 6



Aussermittig gespeiste Antennen

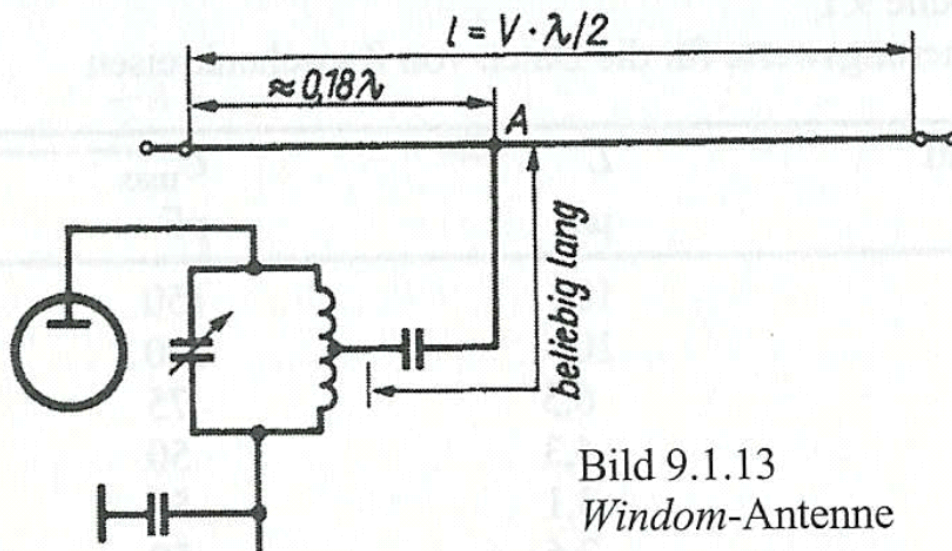


Bild 9.1.13
Windom-Antenne

Windom-Antenne:

- der Urvater aller aussermittig gespeisten Antennen
- kein echter Dipol, da die Speiseleitung nur aus einem Draht zu Sender bestand
- die Erde bildete den 2. Leiter
- wurde vereinzelt bis Mitte der 1960'er Jahre verwendet
- war als BCI / TVI Schleuder bekannt.

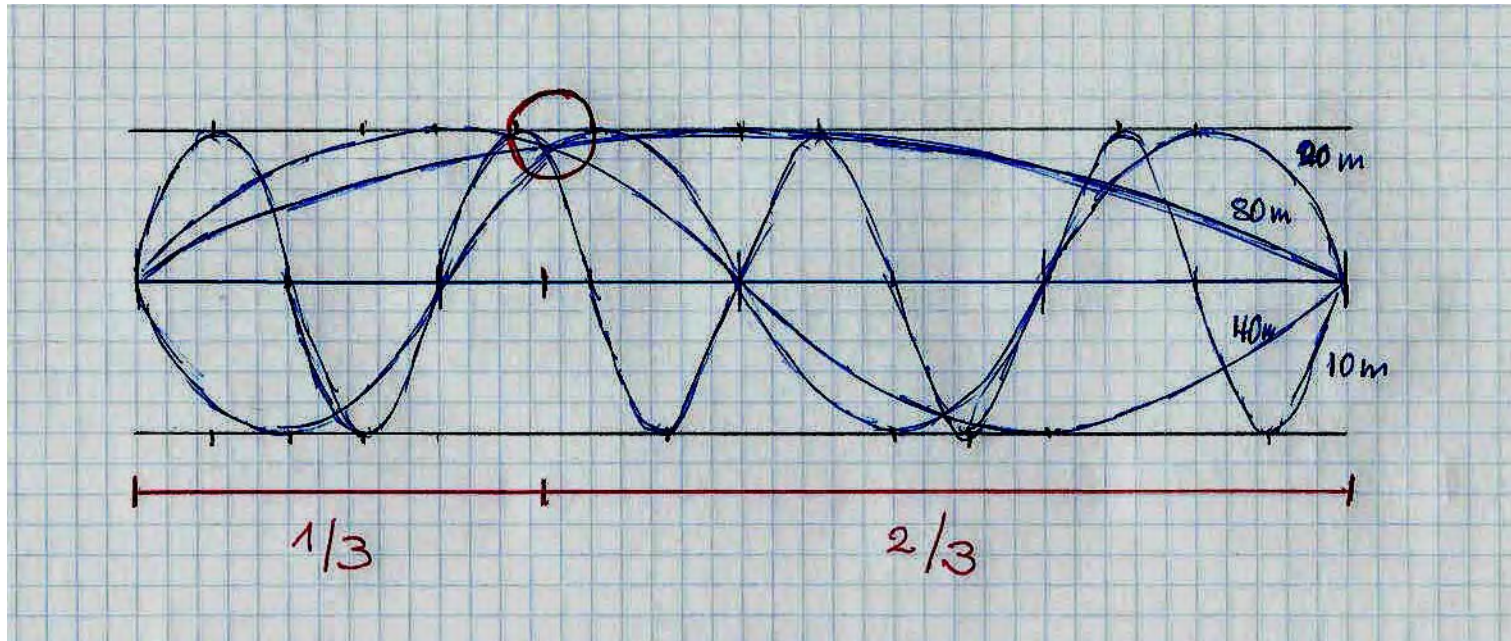
Trotzdem, der Grundgedanke, dass man auf einer Antenne einen Punkt findet, der auf allen Bändern eine Impedanz von ca. 500Ω ergibt, war richtig und erfüllt.



Aussermittig gespeiste Antennen

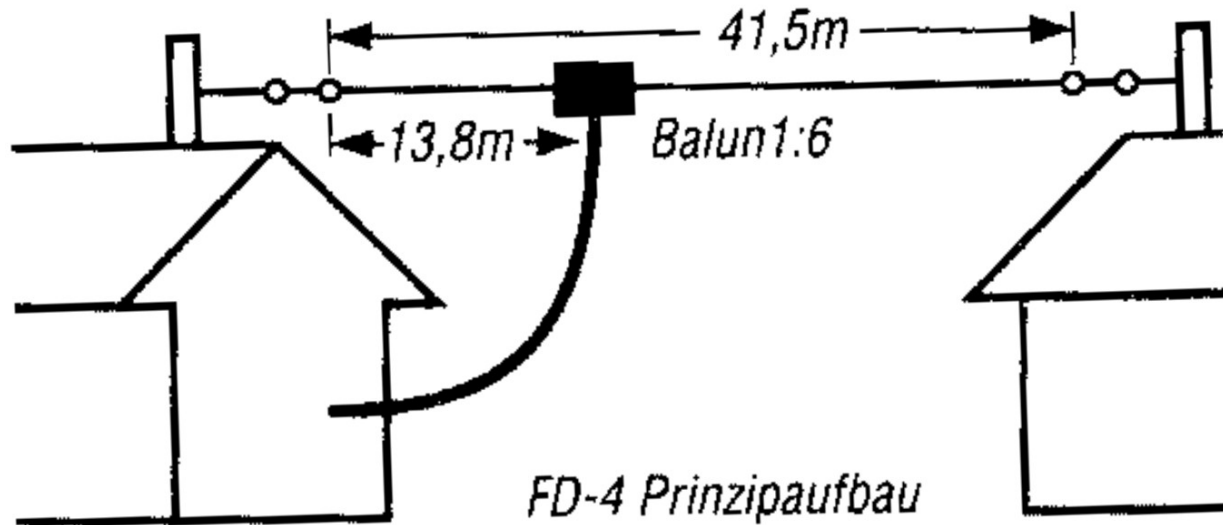
Die Primitiv-Methode zeigt's:

Bei ca. $1/3$ Länge einer $1/2 \lambda$ Antenne für 80m findet sich ein Punkt bei dem sich für 80-40-20-10 m fast gleiche Impedanzen ergeben.





Aussermittig gespeiste Antennen

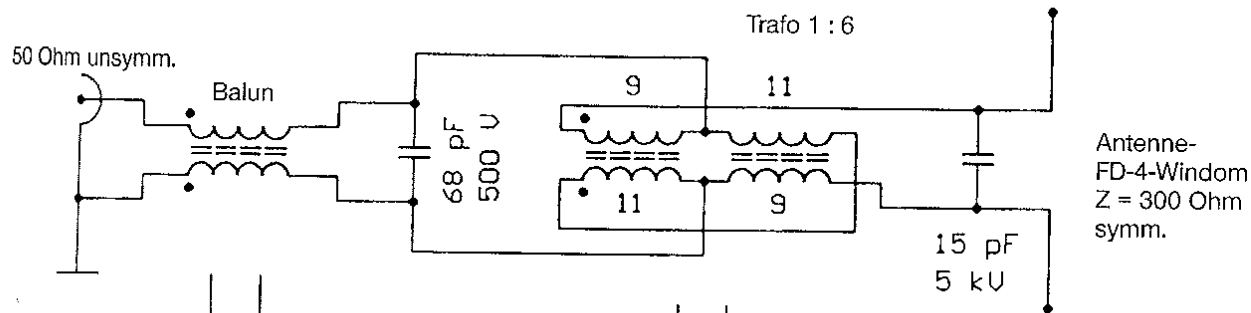


Fritzel FD4: beliebte aussermittig gespeiste Antenne für 80-40-20-10m

Speisung = Koax-Kabel mit einem speziellen **Balun 1:6**



Anpassung einer aussermittig gespeisten Antenne (Fritzel FD4)



Antenne-
FD-4-Window
Z = 300 Ohm
symm.

ACHTUNG:

Nebst dem
1:6 Balun ist
noch eine
Mantelwellen-
drossel ein-
gebaut.

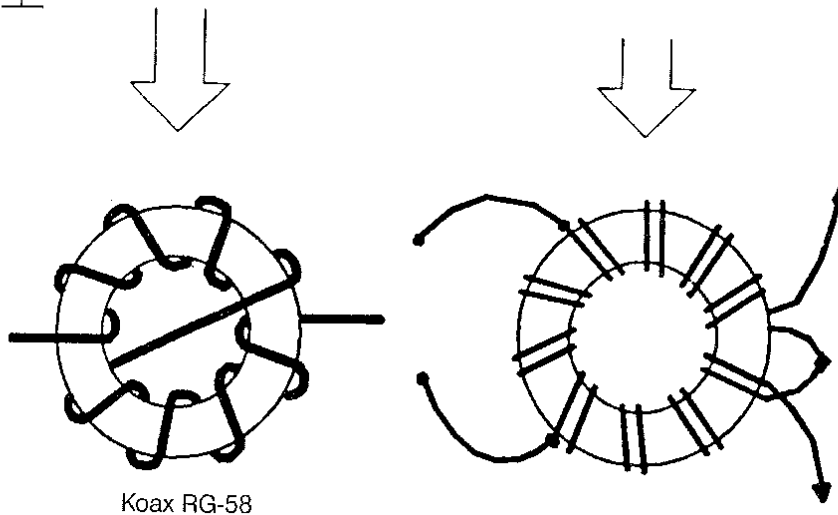
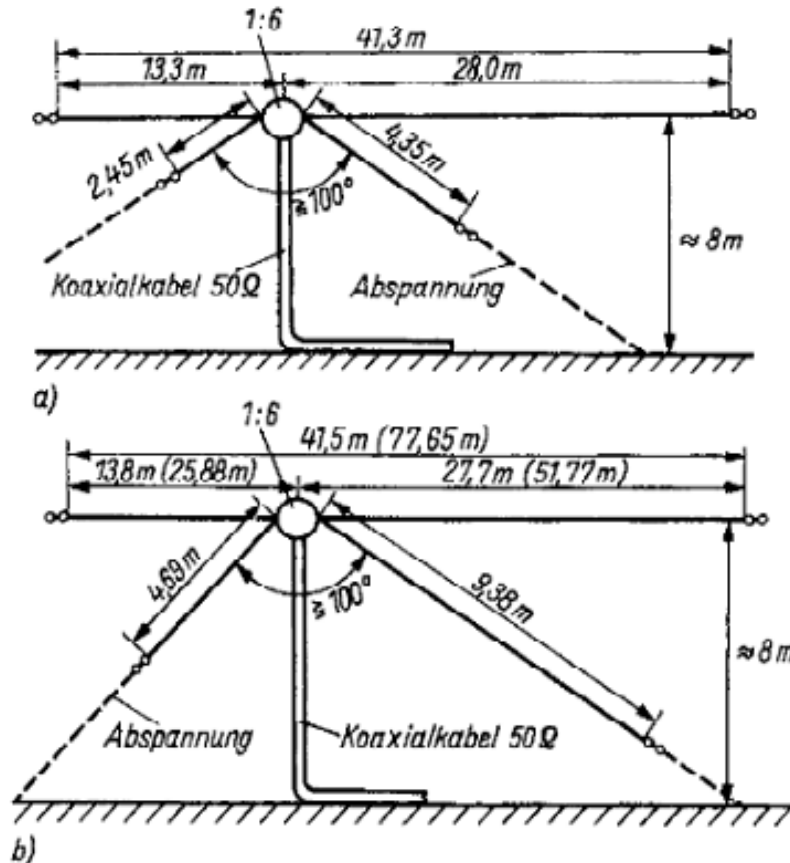


Bild 10.3.4
Balun-Schaltbild der FD 4



Aussermittig gespeiste Antennen



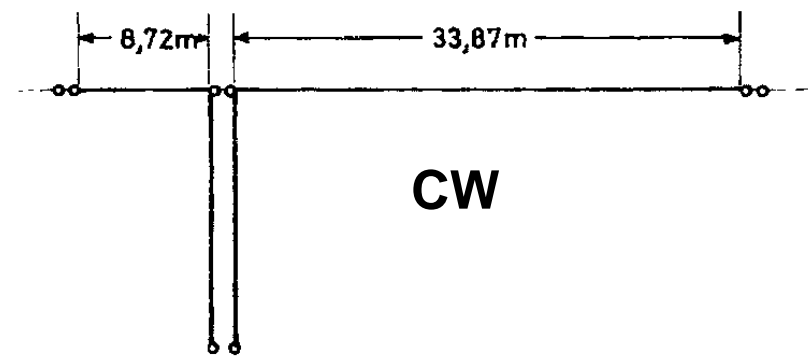
FD4 mit Zusatzdrähten:

- Ausführung mit parallel geschalteter 15m Windom
- Ausführung mit parallel geschalteter Windom die für 30m bemessen ist und interessanterweise auch die Bänder 17m, 15m und 12m mit einigermaßen vernünftigem SWR abdeckt.



Aussermittig gespeiste Antennen

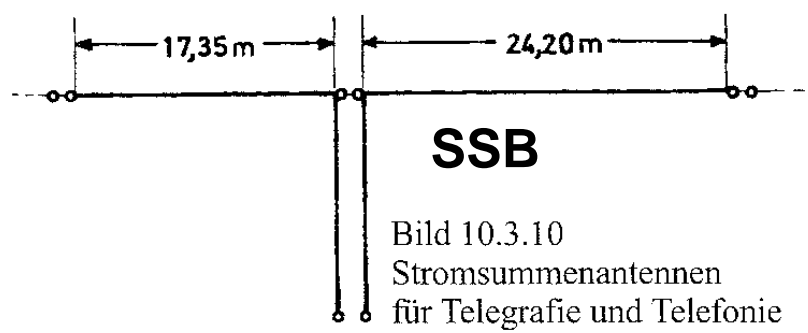
Auch für
WARC



CW

Stromsummenantenne
nach OM Hille, DL1VU:

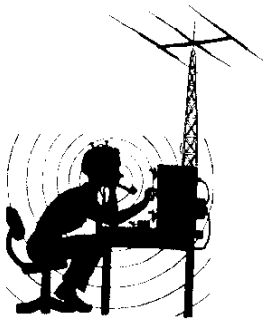
- Ebenfalls eine aussermittig gespeiste Antenne.
- Bänder 80-40-30-20-17-15-12-10 m
- Speisung über 450 Ω Bandleitung
- Benötigt einen symmetrischen Tuner
- Achtung: die Antenne ist entweder für CW oder SSB zu dimensionieren. Die entsprechenden Drahtlängen sind stark verschieden.



SSB

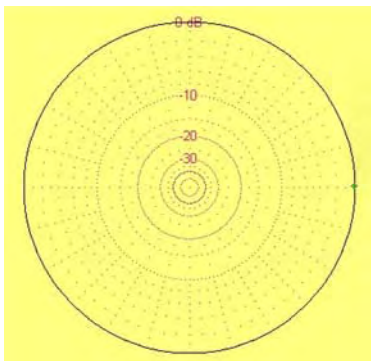
Bild 10.3.10
Stromsummenantennen
für Telegrafie und Telefonie

???

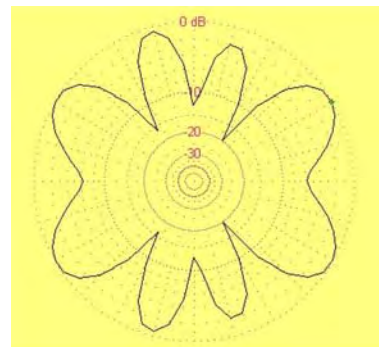
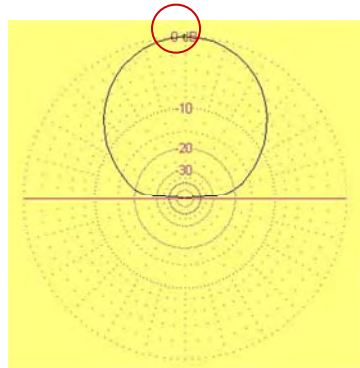


Aussermittig gespeiste Antennen

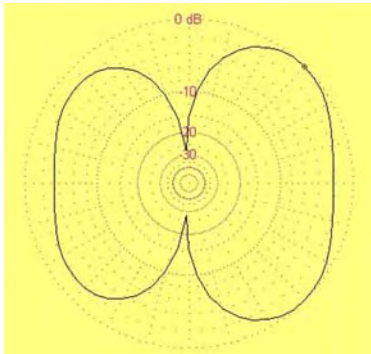
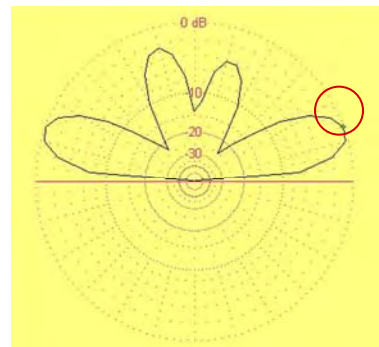
Strahlungsdiagramm einer Windom-Antenne, Länge 41.5 m



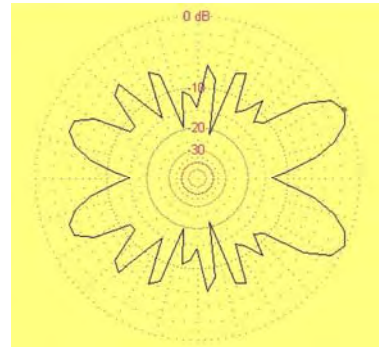
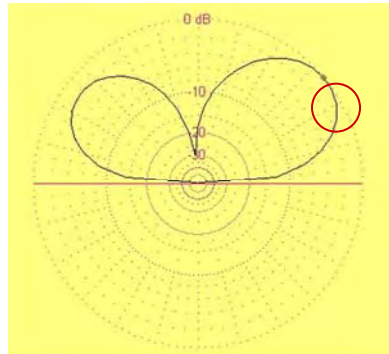
80 m



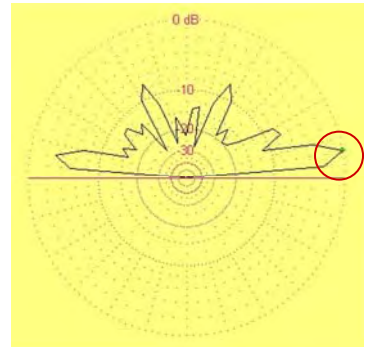
20 m



40 m

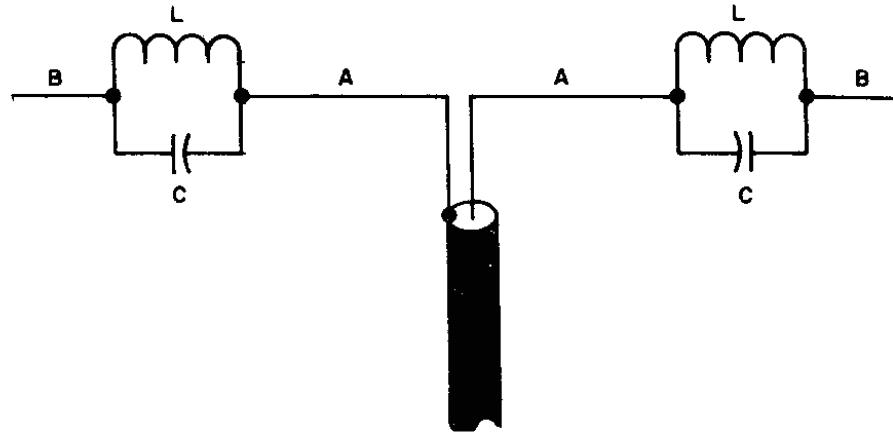


10 m



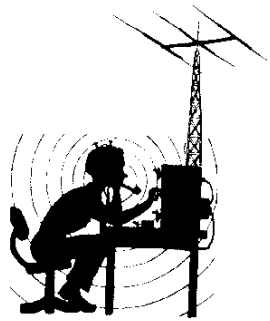


Trap Antennen

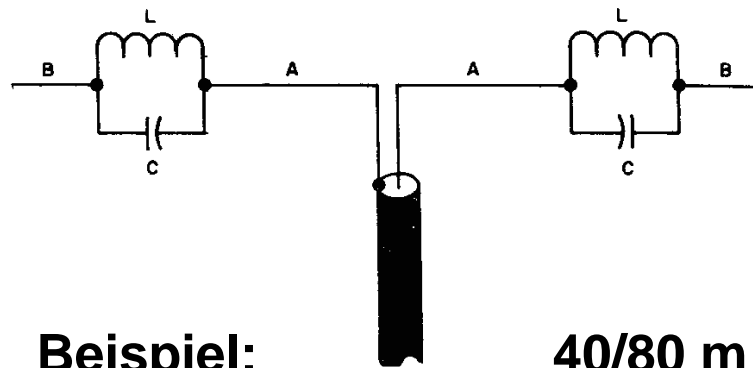


In den Antennenleiter eingefügte Schwingkreise erlauben bei korrekter Auslegung Mehrbandbetrieb.

Die Trap Antenne wurde vom US Amateur W3DZZ in den 50er Jahren propagiert. Seine Antenne funktioniert auf allen klassischen Bändern recht gut (einigermaßen akzeptables SWR)



Trap Antennen

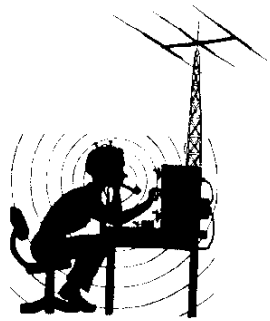


Fall 1:

Die Trap ist auf dem höherfrequenten Band resonant und wirkt als „Isolator“.

Beispiel: 40/80 m Dipol mit Traps

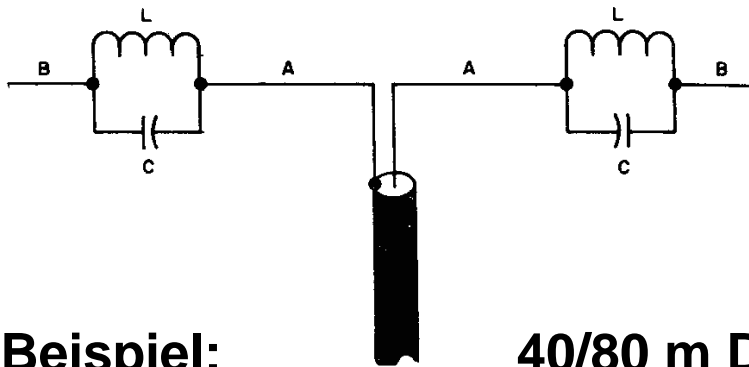
- **40m:** Der innere Teil vom Mittelisolator bis zu den Traps hat die korrekte Länge für das 40 m Band. Die beiden Traps wirken als Isolatoren.
- **80m:** Die auf $f_{res} = 7$ MHz abgestimmten Traps sind auf 80m niederohmig. Allerdings wirken die Spulen der Traps als Verlängerungsspulen. Die Antenne wird auf 80 m deutlich verkürzt. Die genaue Länge hängt von der Induktivität der Trap-Spule ab.



Trap Antennen

Fall 2:

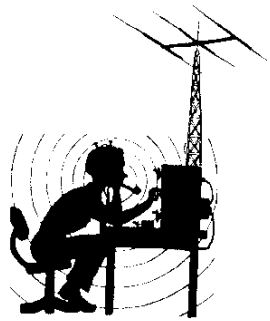
Die Resonanz der Trap liegt ausserhalb der Ham-Bänder. Auf dem höherfrequenten Band wird die Antenne durch „C“ verkürzt, auf dem niederfrequenten Band durch „L“ verlängert.



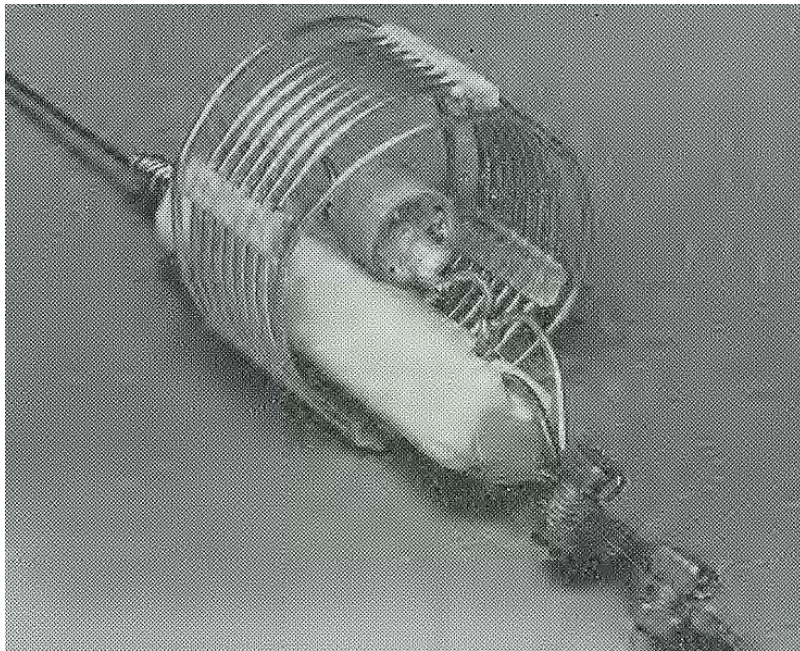
Beispiel:

40/80 m Dipol mit Traps

- **40m:** Der gesamte Antennendraht strahlt. Er ist auf 40 m zu lang. Das C der Trap verkürzt auf die „korrekte Länge für das 40 m Band“.
- **80m:** Die Trap-Spulen wirken als Verlängerungsspulen. Die Antenne wird auf 80 m deutlich verkürzt.
- Auf beiden Bändern wirkt die gesamte Länge der Antenne. Die genauen Drahtlängen hängen von der Dimensionierung der Trap ab.



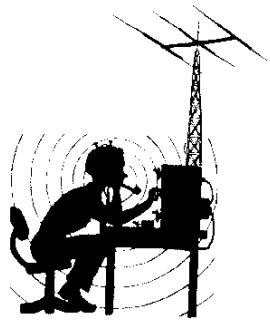
Trap Antennen



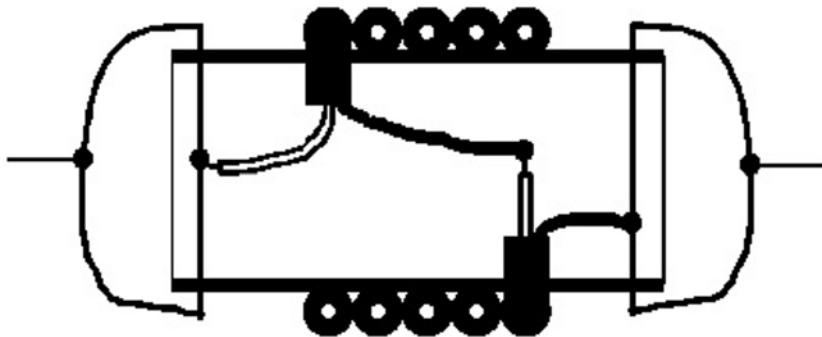
Die Ur-Trap

War aus Spulen und Kondensatoren aufgebaut.

War allerdings nicht wetterfest !



Trap Antennen

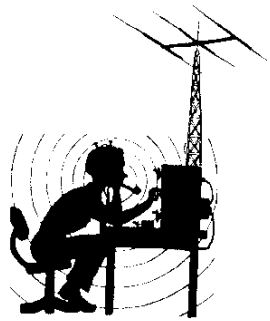


Später wurden

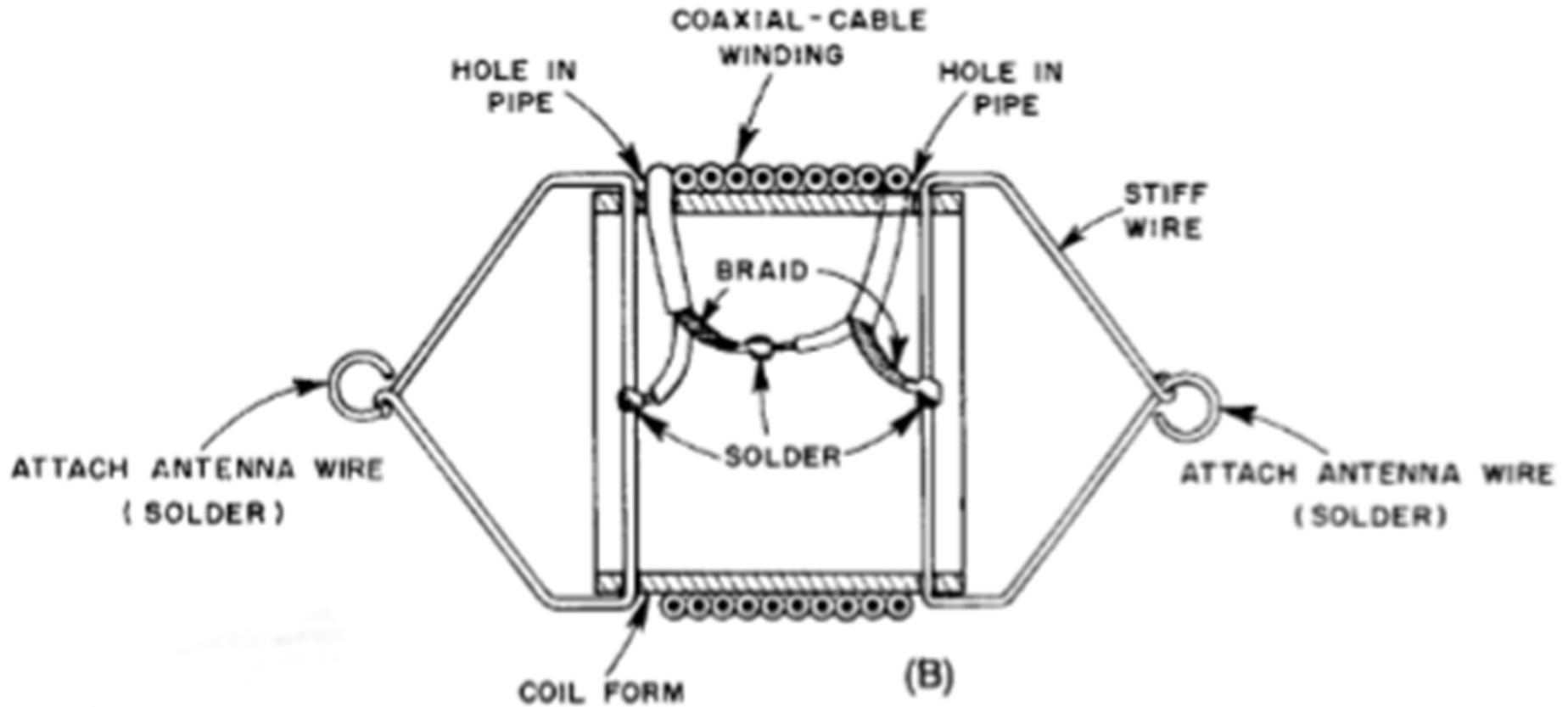
Koaxial-Traps

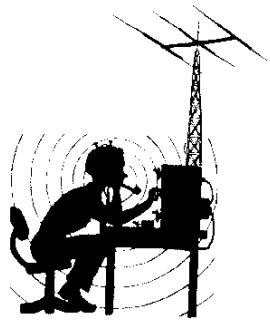
entwickelt .

Ein zu einer Spule aufgewickeltes Stück Koaxialkabel stellt gleichzeitig die Induktivität und die Kapazität dar.



Trap Antennen





Trap Antennen

Trap Antennen sind gegenüber einem Full-Size-Dipol immer

schmalbandiger.

Nur das „Frequenz-höchste Band“ benimmt sich wie ein Dipol.

All anderen Bänder werden durch die Spulen elektrisch verlängert.

Fazit: Die Fusspunkt-Impedanz sinkt ab.

Die Bandbreite wird merklich kleiner.



Langdrahtantennen

Echte Langdrahtantenne

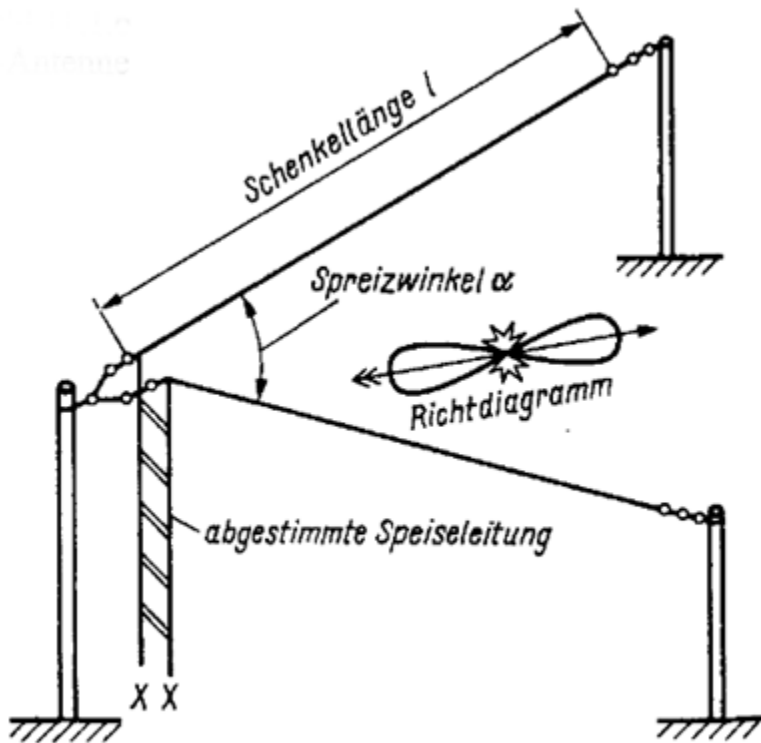
Eine Antenne, die aus einem oder mehreren Drähten besteht, deren Länge gross gegenüber der Wellenlänge ist ($l = > 1 \lambda$).

Unechte Langdrahtantenne

Der „Volksmund“ bezeichnet häufig jede Antenne die aus einem Draht besteht, der an einem Ende eingespeist wird, als „Langdrahtantenne“.



Echte Langdrahtantenne

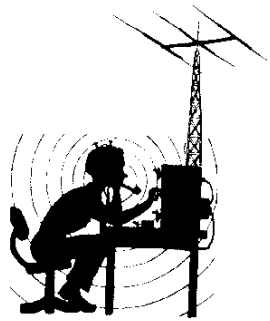


V-Antenne

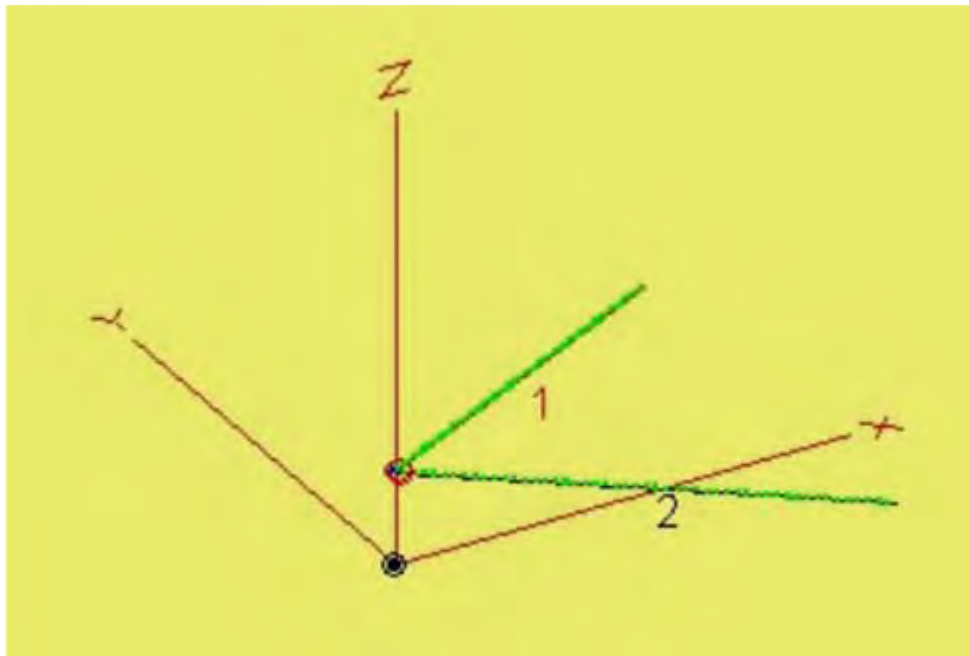
Schenkellänge $l > 1\lambda$

Speisepunktimpedanz
kaum vorhersagbar (meist hochohmig)

Deshalb Speisung über Hühnerleiter



Echte Langdrahtantennen



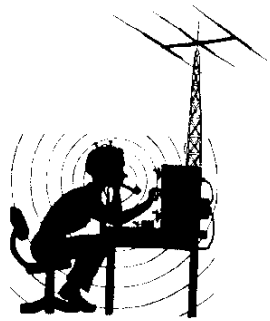
Ein machbares Projekt:

Draht $\frac{1}{2}$	=	Länge je 70 m
Höhe Mast	=	15 m
Höhe Drahtenden	=	10 m
Öffnungswinkel	=	60 Grad

Speisung mit Hühnerleiter

ACHTUNG:

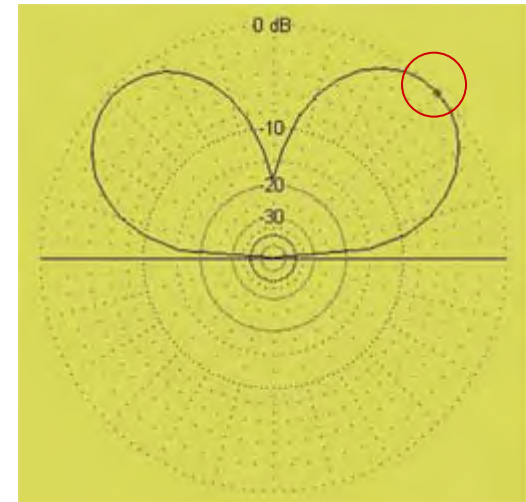
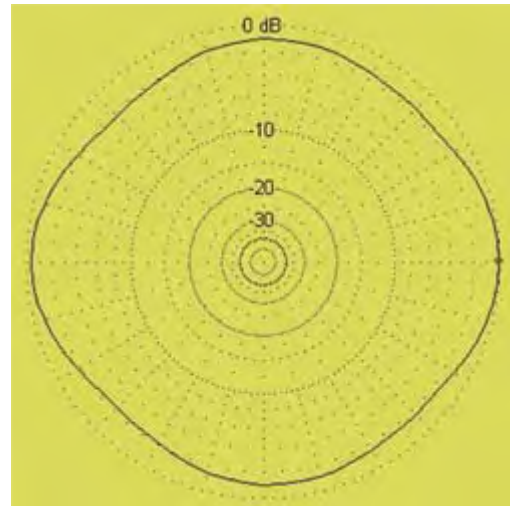
Drahtlängen von $\frac{1}{2} \lambda$ oder Vielfache davon ergeben Spannungsspeisung!



Echte Langdrahtantennen

80 m Band

verblüffend

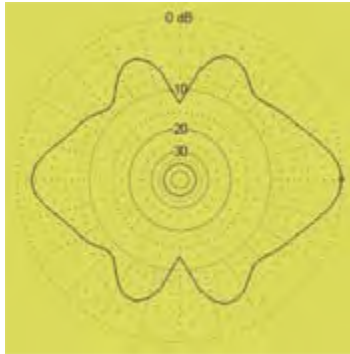


Fast ein Rundstrahler, mit Vorzugselevation 45 Grad und 20 dB Absenkung von Steilstrahlsignalen !

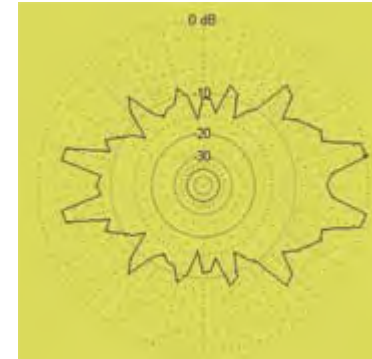
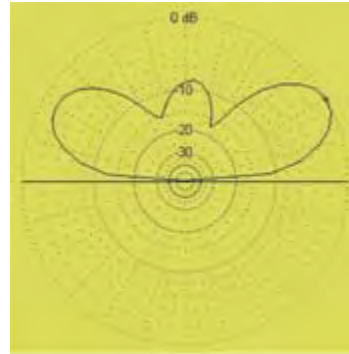
DX Signale auf dem 80 m Band fallen unter ca. 45 Grad ein.
20 dB Absenkung der Steilstrahlsignale macht manchen EU-Schreihals um 3 S-Stufen leiser, d.h. man hat bessere Chancen das DX zu hören.



Echte Langdrahtantennen



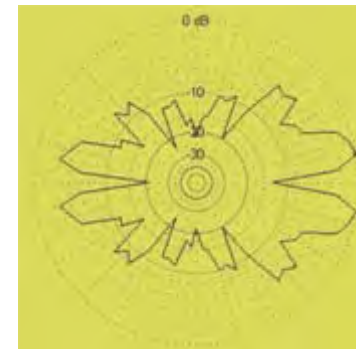
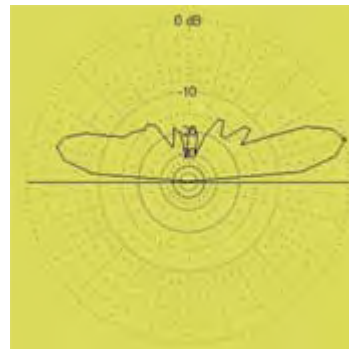
40 m Band, Elevation = 30 Grad



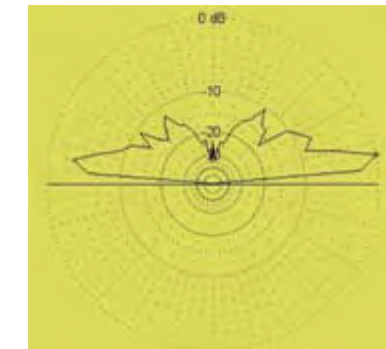
15 m Band, Elevation = 15 Grad



20 m Band, Elevation = 15 Grad

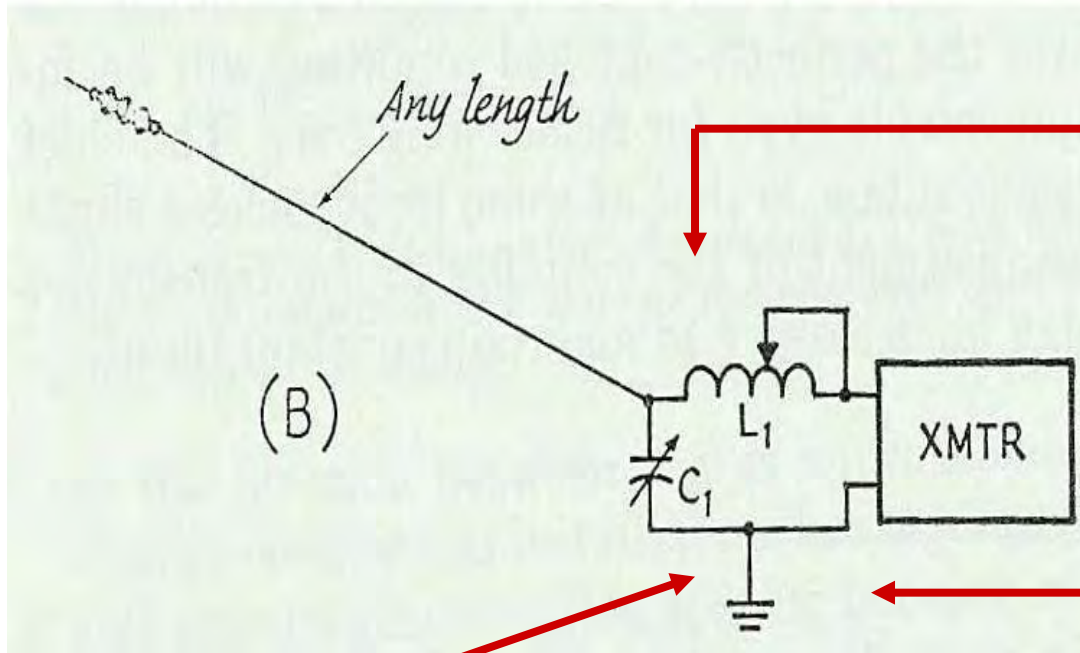


10 m Band, Elevation = 12 Grad





Unechte Langdrahtantenne



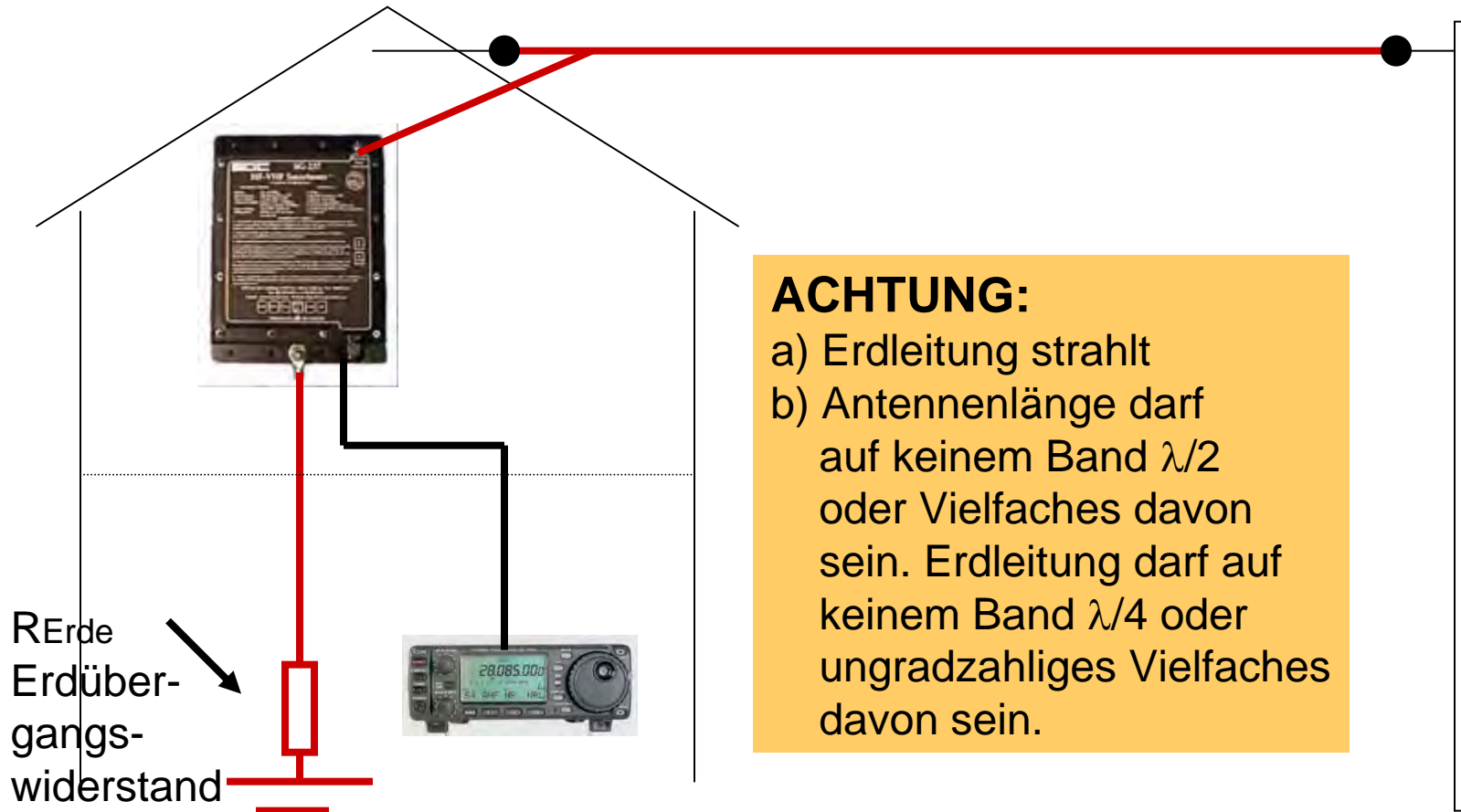
Diese Antenne wird über einen Antennenkoppler angepasst.

ACHTUNG:
Idealisierte Darstellung.
Der Antennenkoppler sitzt in Realität kaum einmal auf dem Erdboden.

Der Draht vom Antennenkoppler bis zur eigentlichen Erde ist ein Teil der Antenne und strahlt mit.



Unechte Langdrahtantenne mit automatischem Antennenkoppler

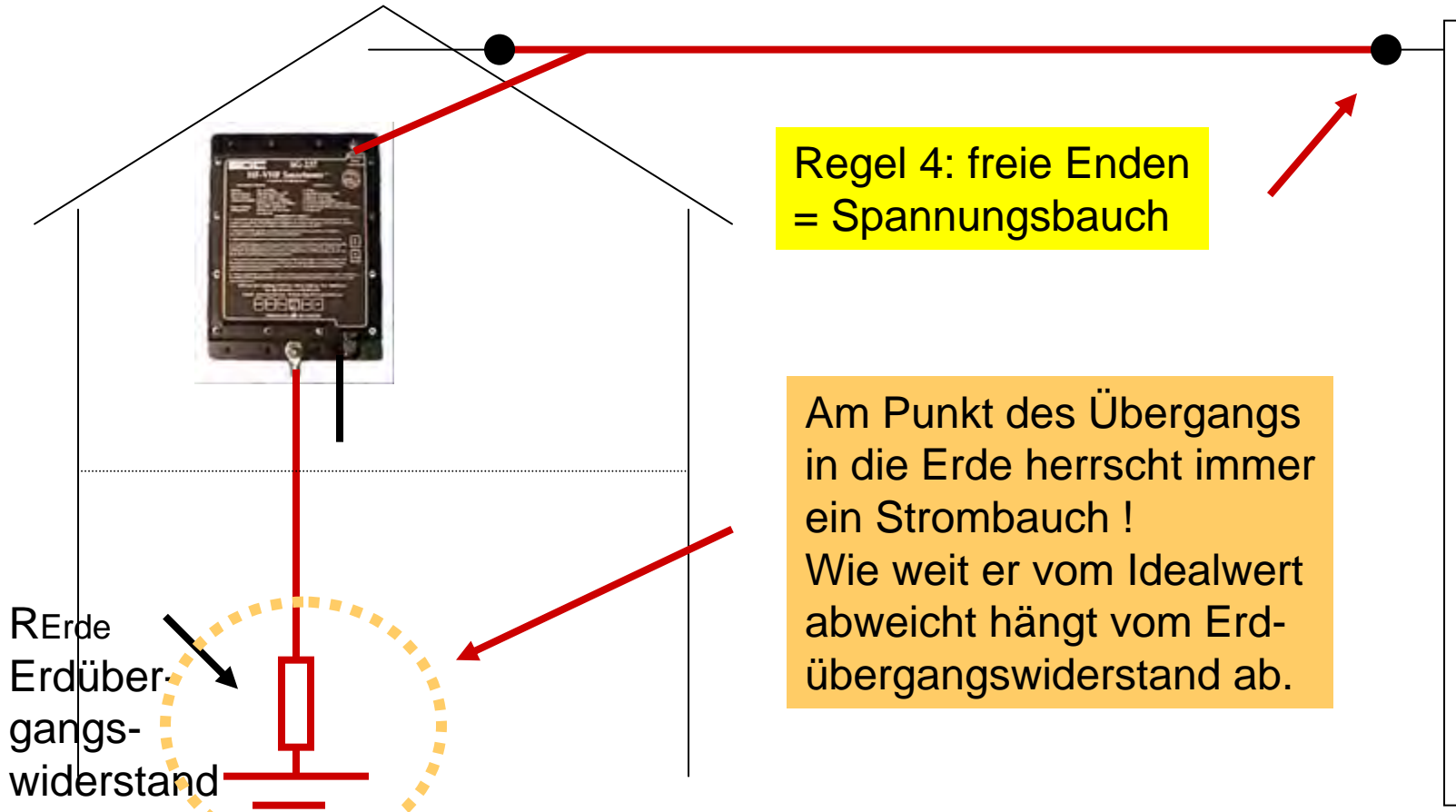


ACHTUNG:

- a) Erdleitung strahlt
- b) Antennenlänge darf auf keinem Band $\lambda/2$ oder Vielfaches davon sein. Erdleitung darf auf keinem Band $\lambda/4$ oder ungradzahliges Vielfaches davon sein.



Strom- und Spannungsverteilung auf einer unechten Langdrahtantenne



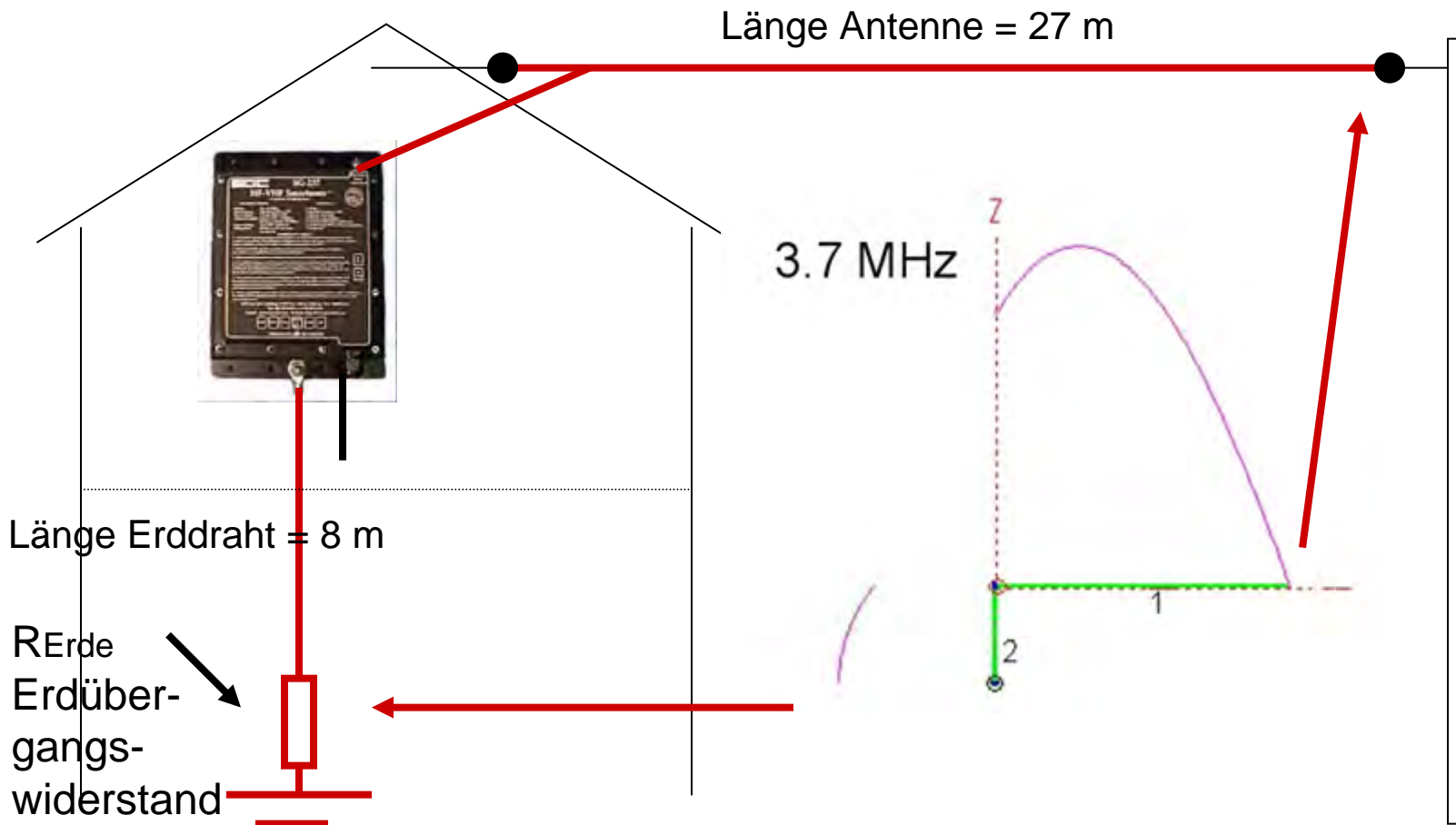
R_{Erde}
Erdübergangswiderstand

HB9ACC
Sept. 2008

Rund um die Antenne
Teil 2



Strom- und Spannungsverteilung auf einer unechten Langdrahtantenne





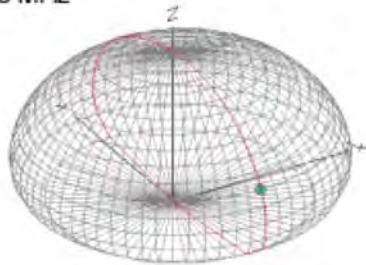
Strom- und Spannungsverteilung Je nach Band: Aus einer unechten wird eine echte Langdrahtantenne





Strom- und Spannungsverteilung Je nach Band: Aus einer unechten wird eine echte Langdrahtantenne

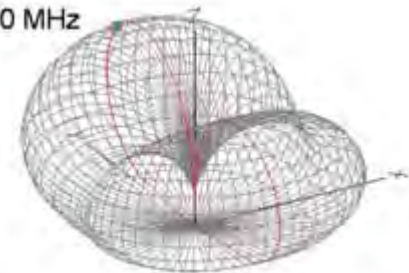
1.8 MHz



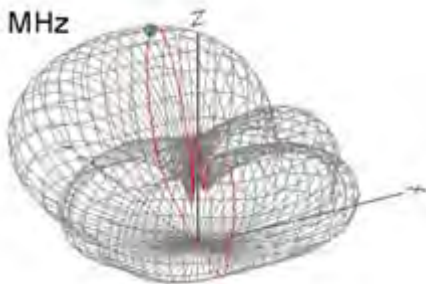
3.7 MHz



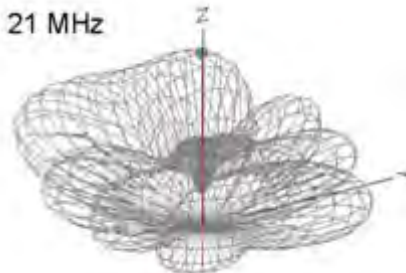
10 MHz



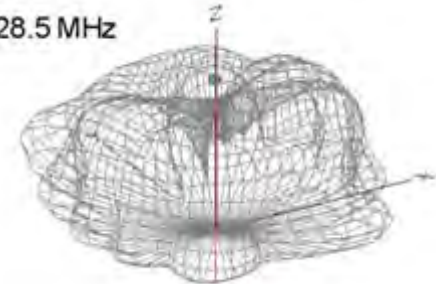
14 MHz

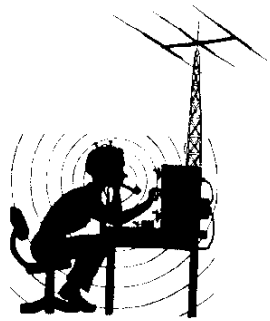


21 MHz

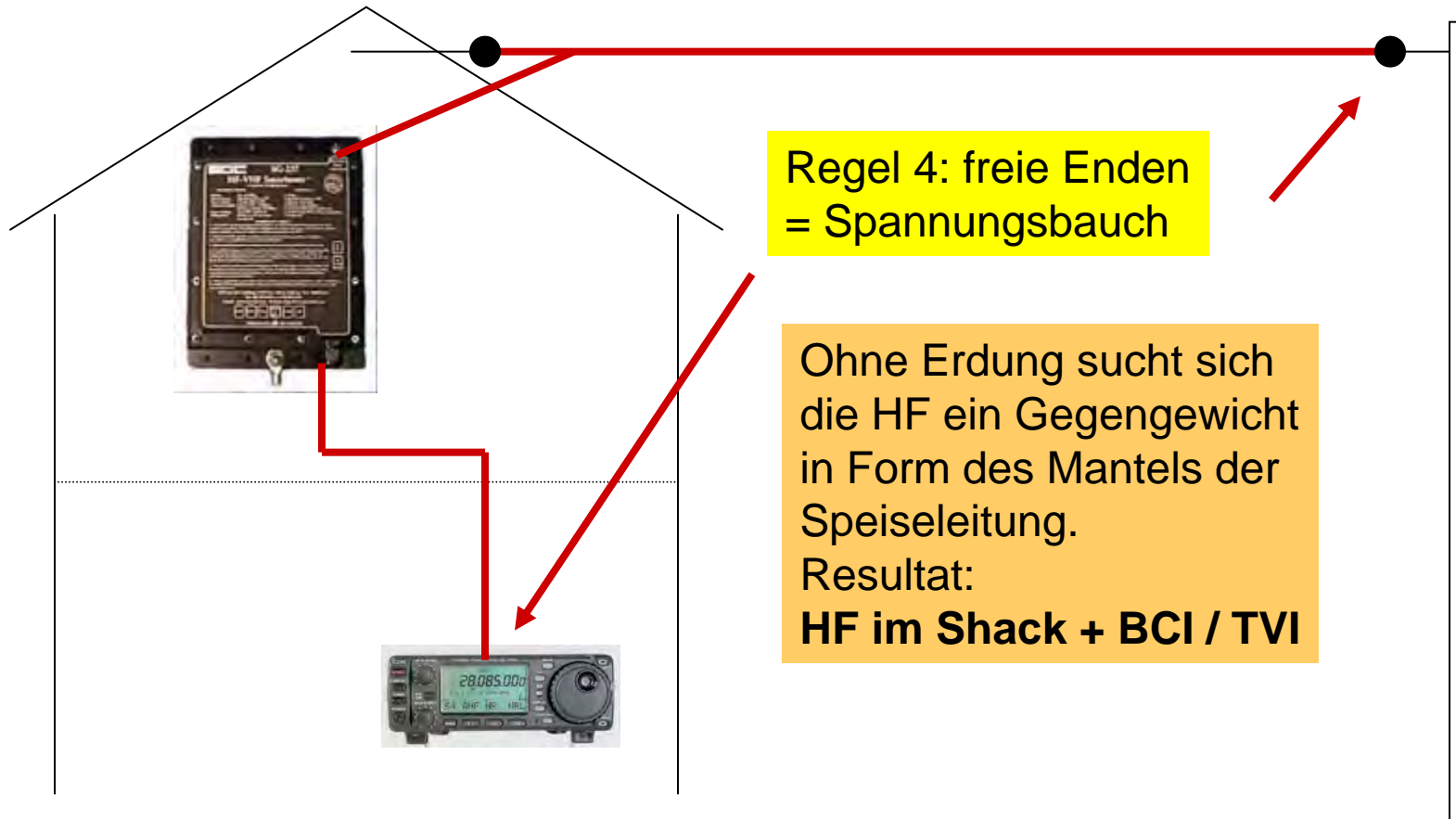


28.5 MHz





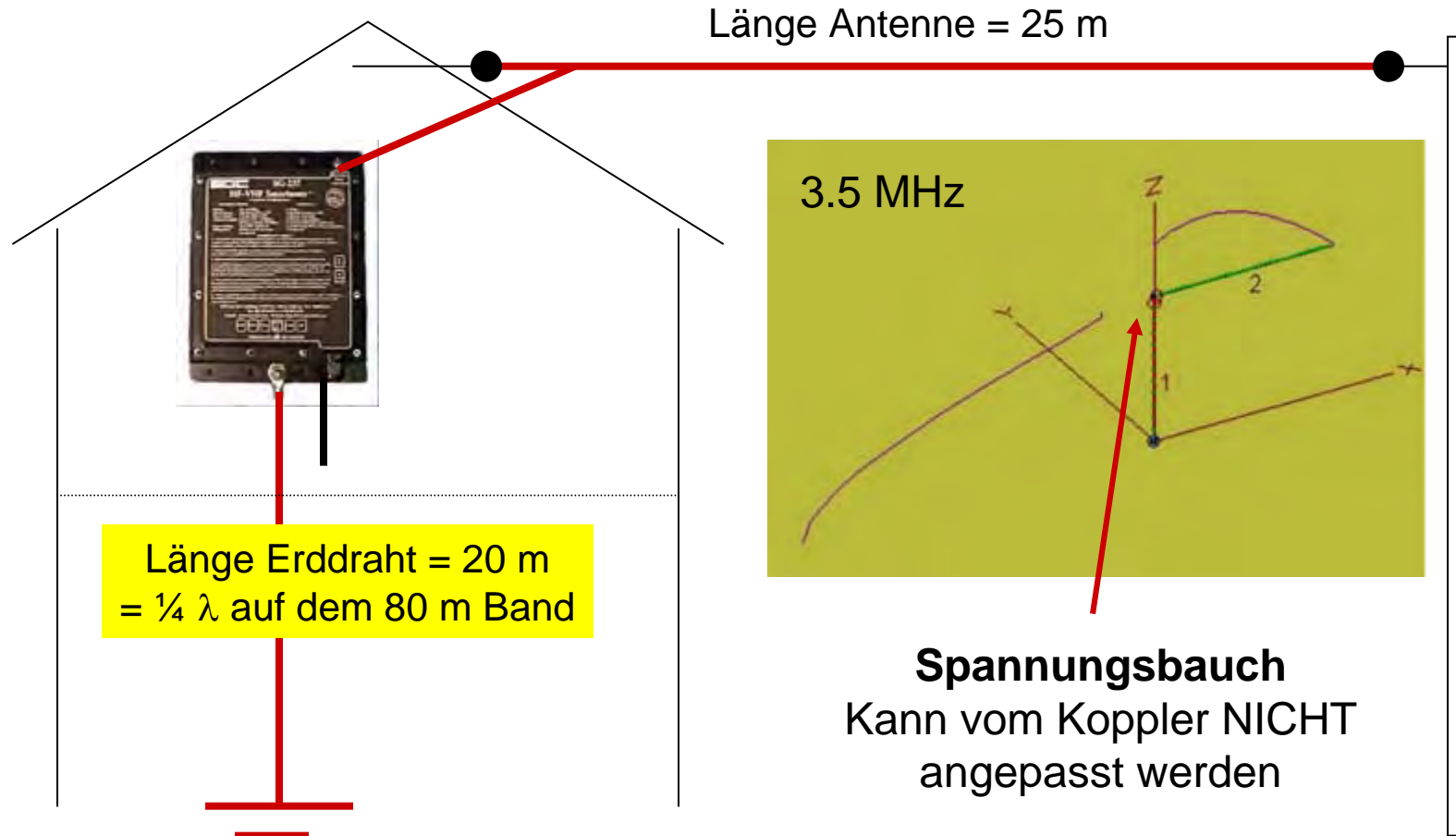
Was passiert wenn wir vergessen zu Erden





Ein Praxisfall

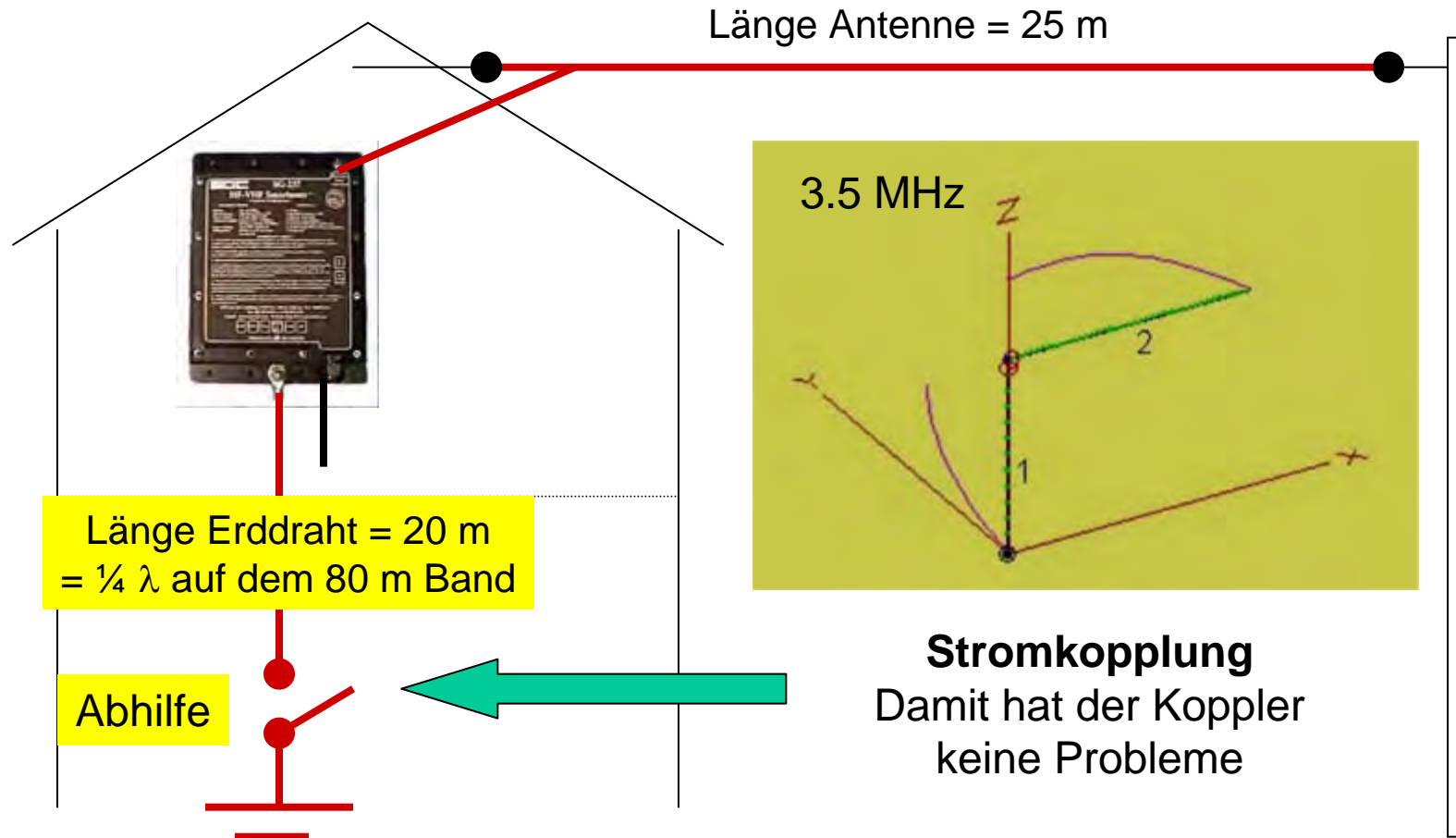
Antennenlänge = 25 m, Erdleitungslänge = 20 m





Ein Praxisfall

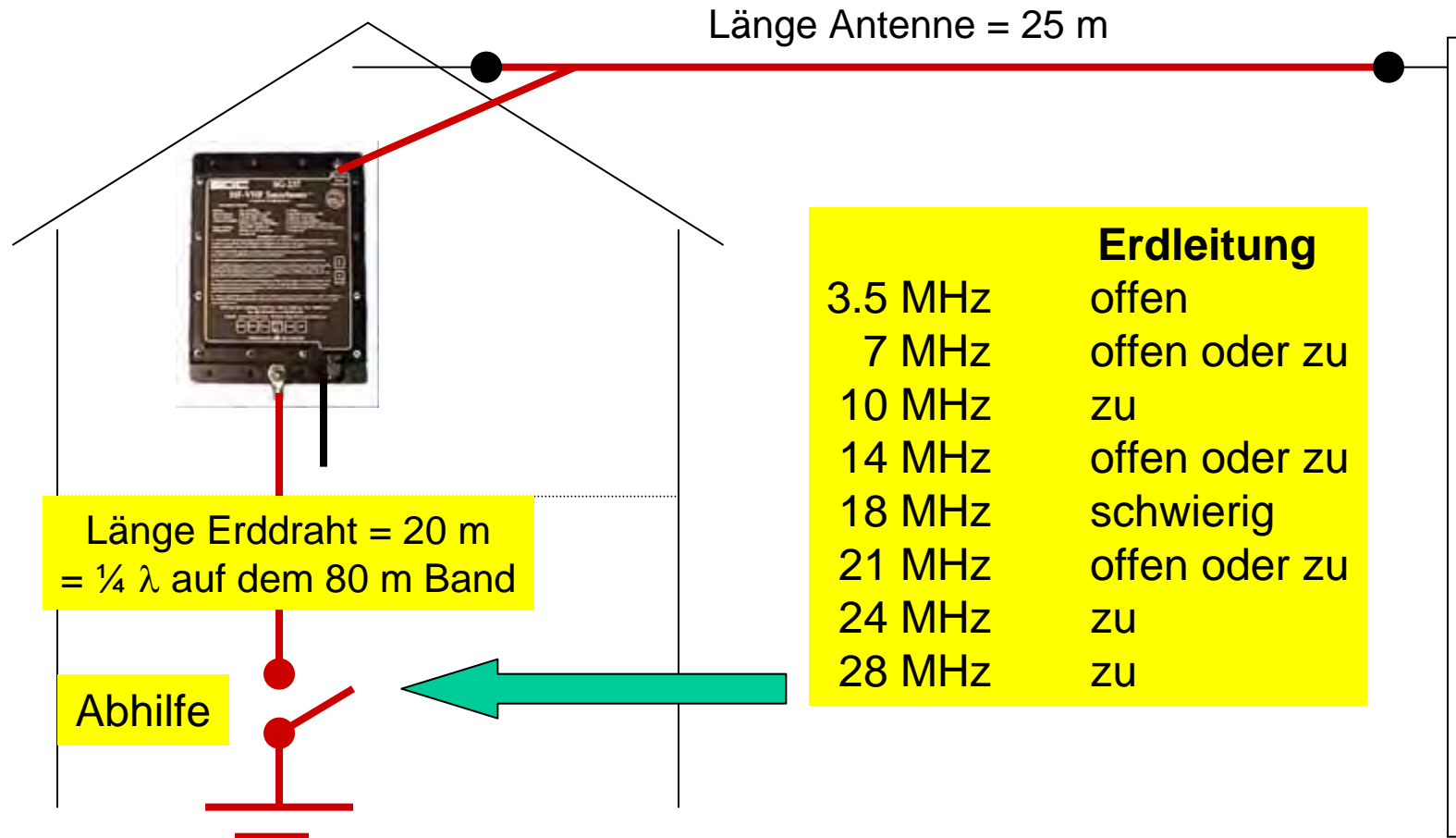
Antennenlänge = 25 m, Erdleitungslänge = 20 m





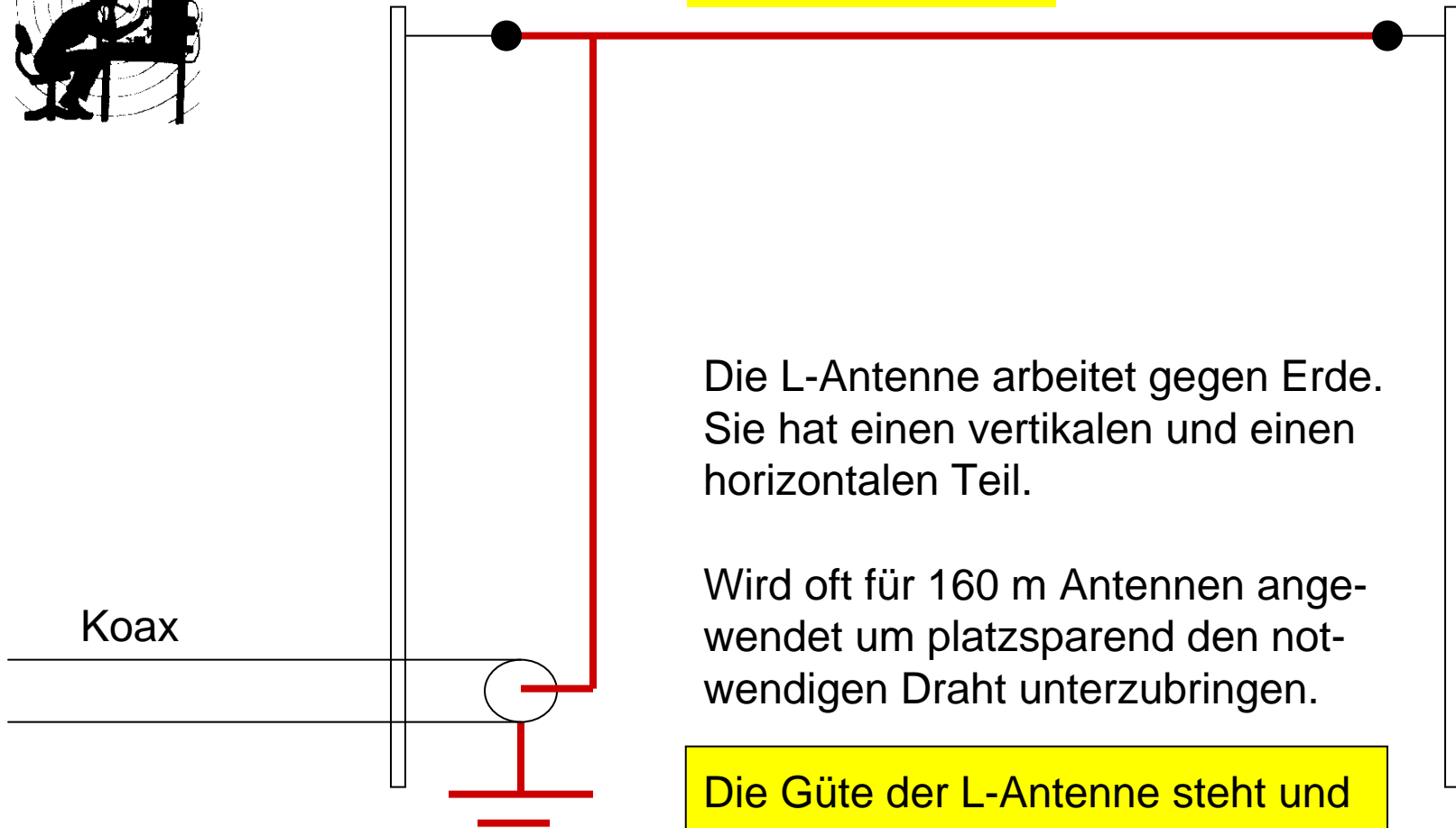
Ein Praxisfall

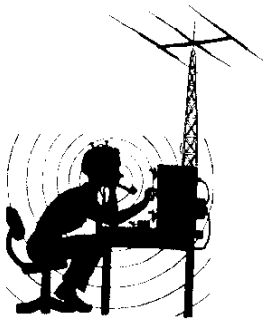
Antennenlänge = 25 m, Erdleitungslänge = 20 m





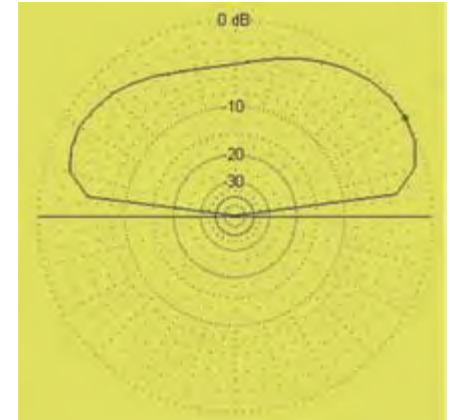
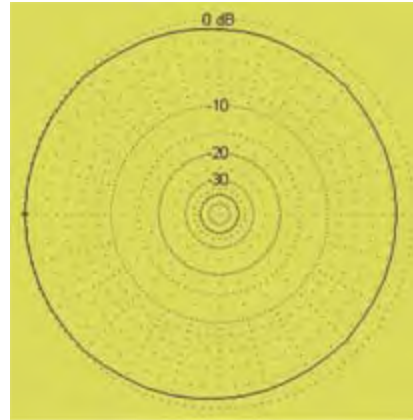
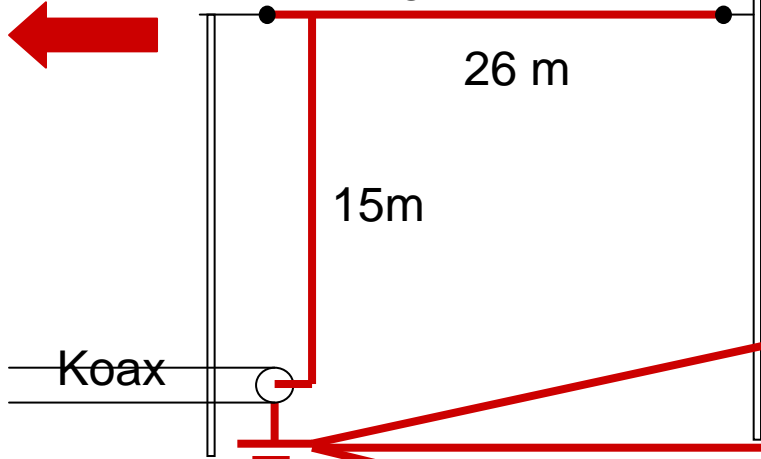
L-Antenne





L-Antenne

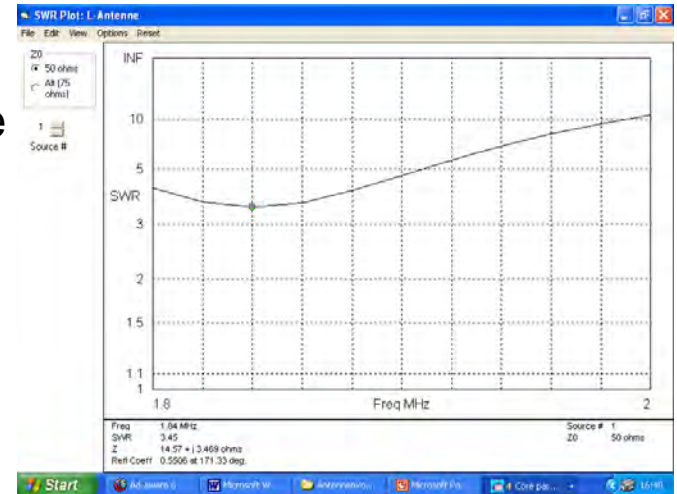
Hauptstrahlrichtung



Evtl. Gegen-gewichtsdrähte auslegen

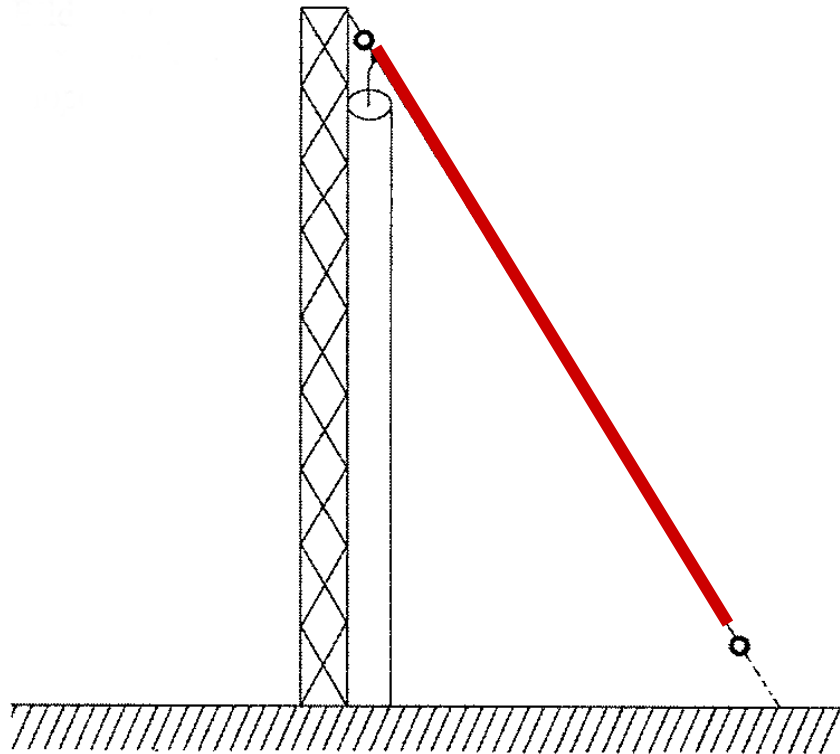
Beispiel: L-Antenne für 1.8 MHz

- Abstrahlwinkel bei 30 Grad
- Fast ein Rundstrahler
- Gewinn 2.1 dBi (über mittlerem Boden)
- Speisepunktimpedanz bei 1840 kHz = $14 + j3.5 \Omega$





Der Half-Sloper oder $1/4\text{-}\lambda$ Sloper





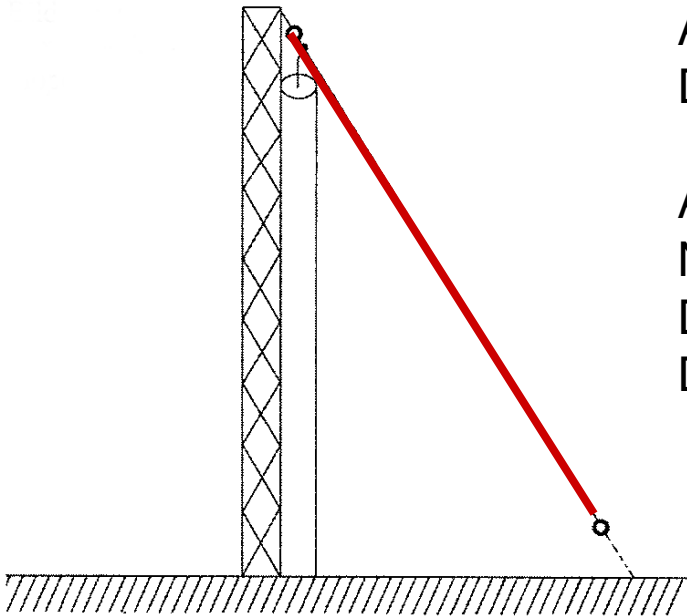
Der Half-Sloper oder $1/4\text{-}\lambda$ Sloper

Half-Sloper sind eine wahre Wundertüte.

An einem Standort können sie eine DX-Antenne sein, die unmögliches möglich macht.

An anderen Standorten gibt es nichts als Frust. Nichts funktioniert.

Die Antenne lässt sich überhaupt nicht hintrimmen. Die Antenne ist unbrauchbar.



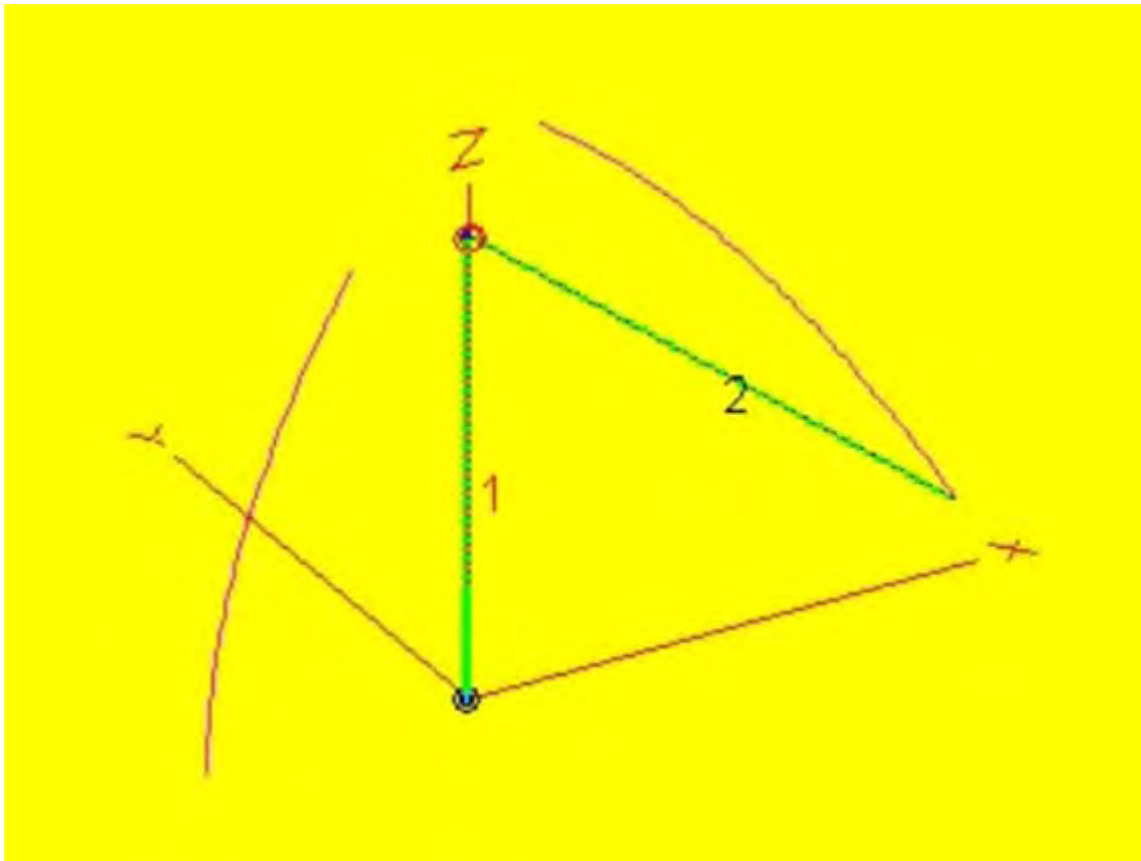


Der Half-Sloper oder $1/4\text{-}\lambda$ Sloper

Mast geerdet

Beispiel:

- 1 = Mast Höhe 15 m
- 2 = Antennendraht
Länge 20.6 m
= ca. $\frac{1}{4} \lambda$ bei 80 m



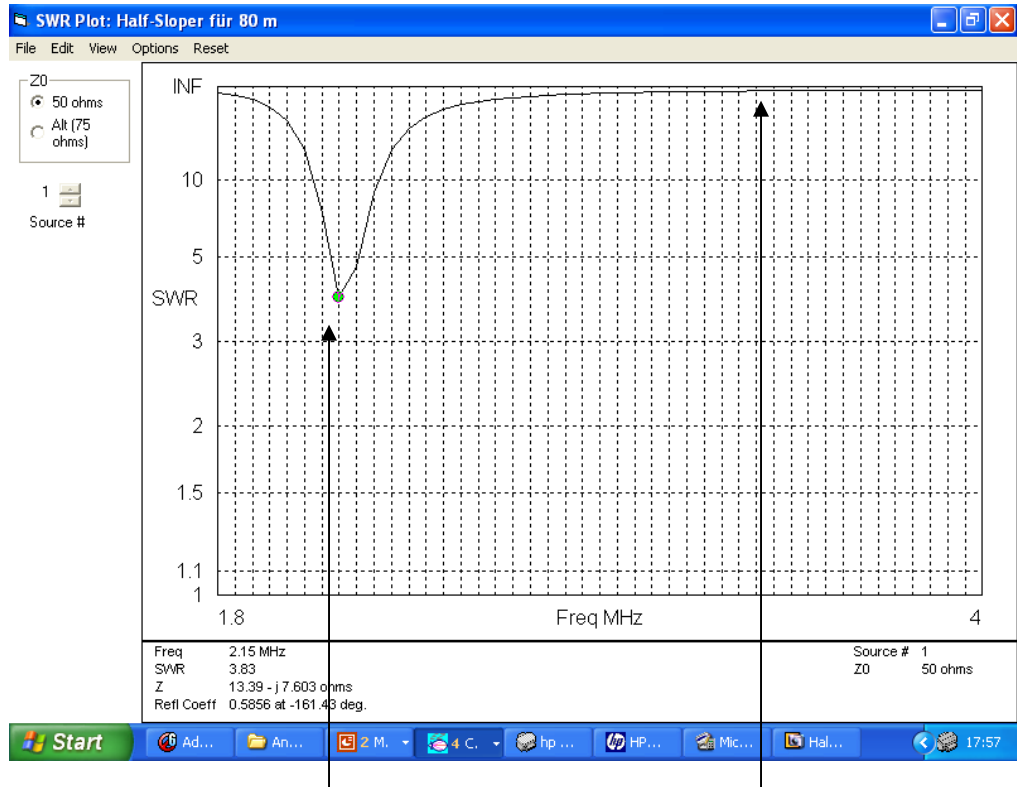
Das bodennahe Ende vom Mast (1) ist geerdet. Dort liegt ein Strombauch an.

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



Der Half-Sloper oder 1/4- λ Sloper

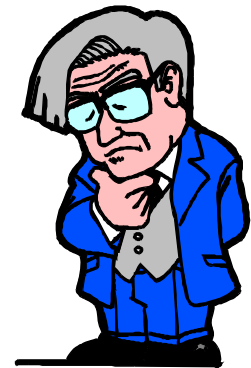
Mast geerdet



2.15 MHz

3.5 MHz

$Z = 105 + j1200 \Omega$





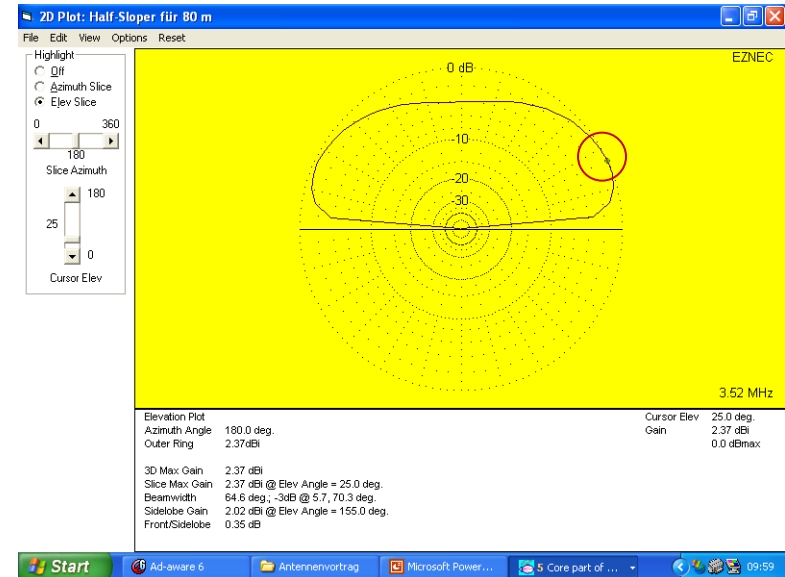
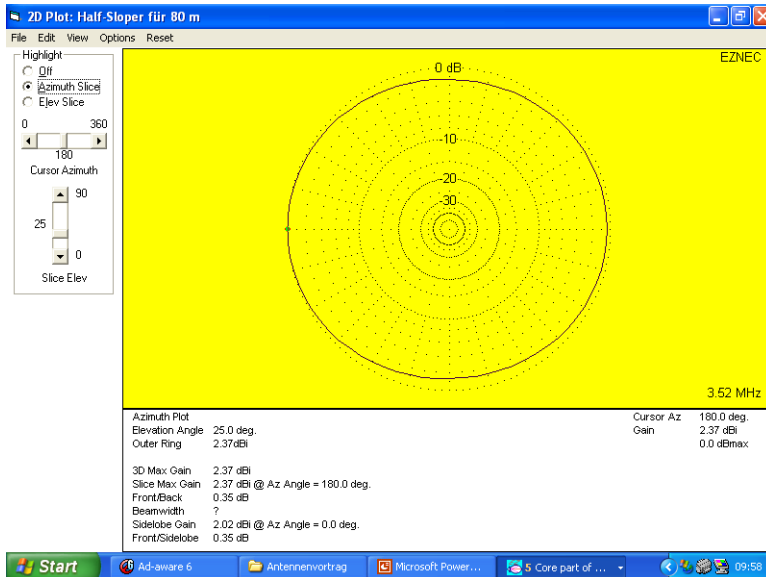
Der Half-Sloper oder 1/4- λ Sloper

Mast geerdet

Azimut

und

Elevation

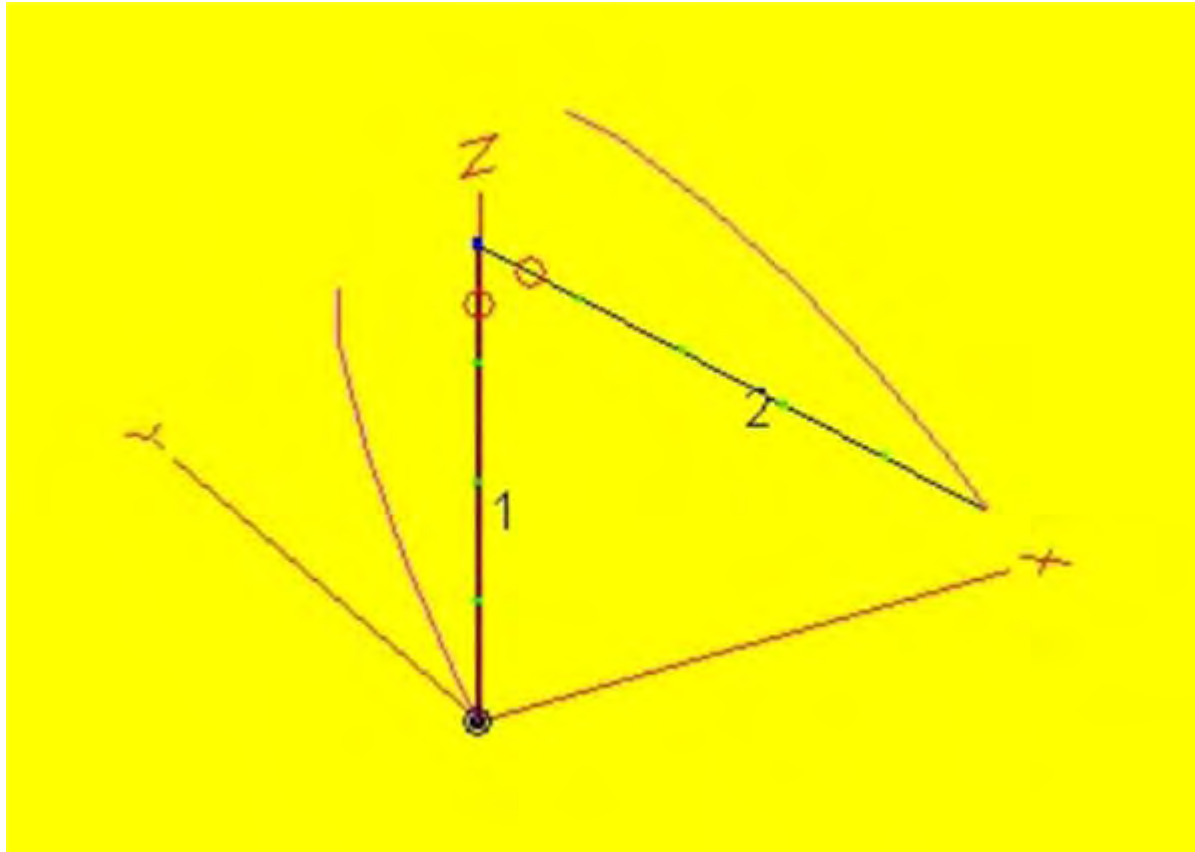


Anzeichen von Flachstrahlung, die den Ruf dieser Antennenform begründen sind hier gut sichtbar.



Der Half-Sloper oder $1/4\text{-}\lambda$ Sloper

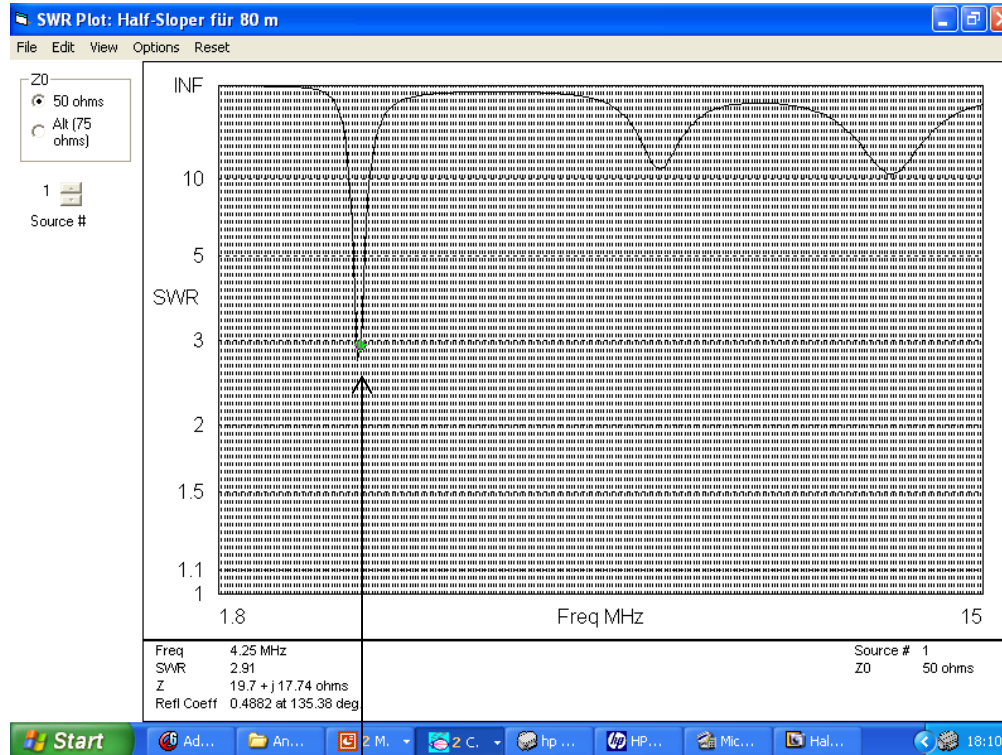
Mast nicht geerdet





Der Half-Sloper oder 1/4- λ Sloper

Mast unten nicht geerdet



4.2 MHz (d.h. keine Resonanz im Amateurband)



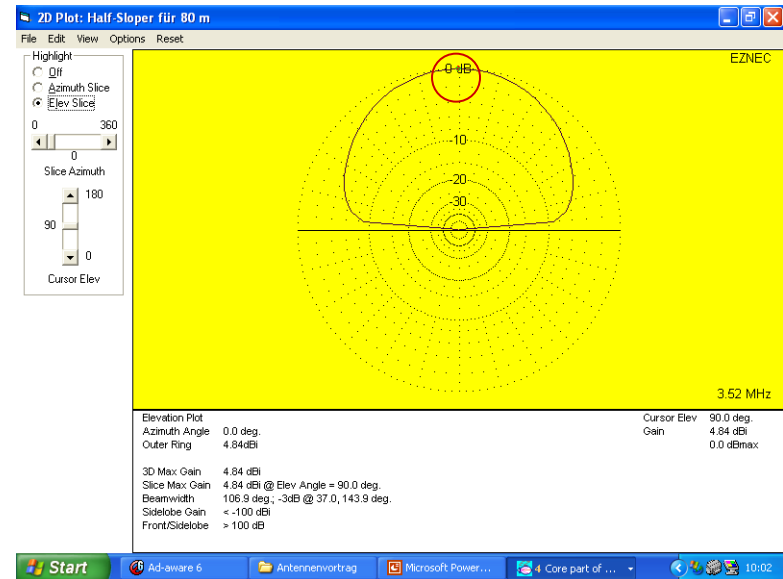
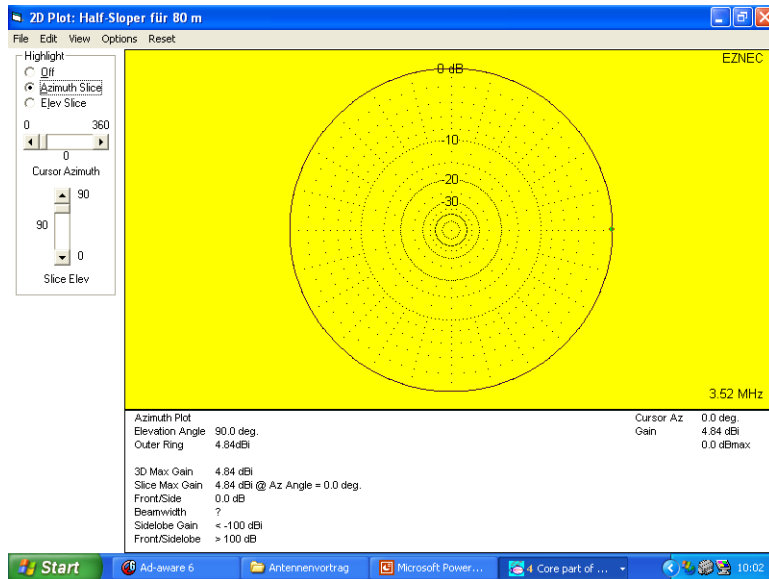
Der Half-Sloper oder 1/4-λ Sloper

Mast nicht geerdet

Azimut

und

Elevation

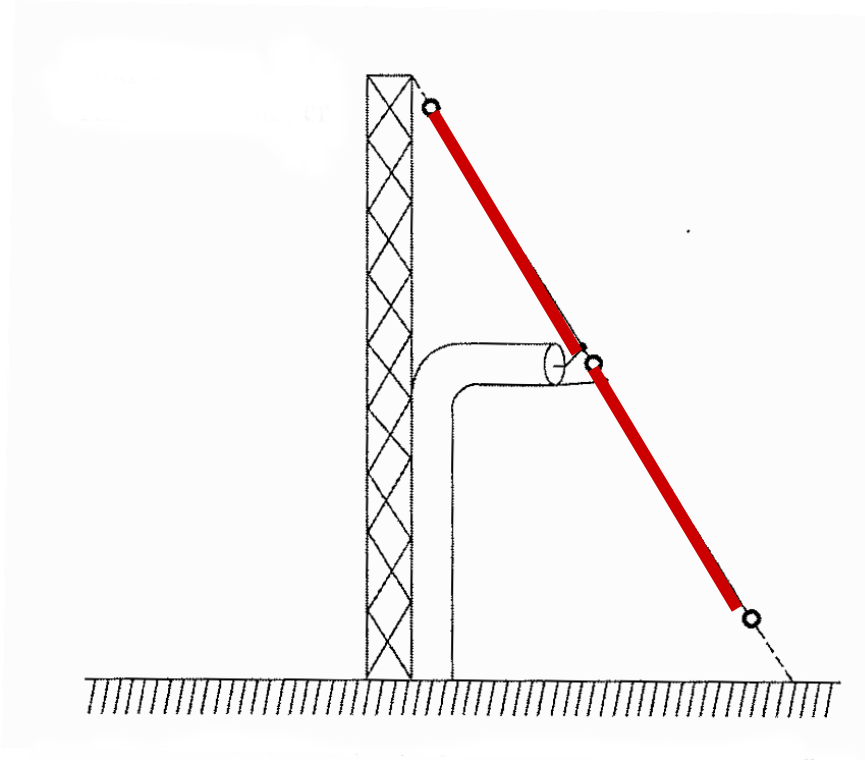


Die Flachstrahlung, die den Ruf dieser Antennenform begründen, ist bei der Version mit NICHT GEERDETEM Mast **NICHT** vorhanden.

Es ist ein normaler Steilstrahler.



Der Full-Sloper oder $1/2\text{-}\lambda$ Sloper



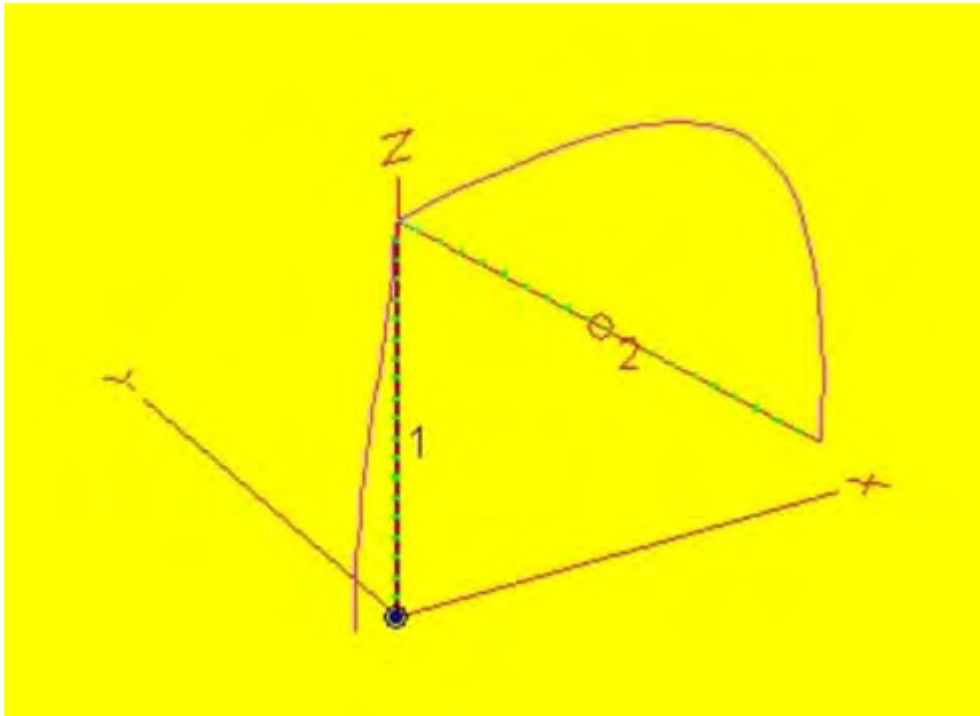
Dies ist ein

schräg aufgehängter Dipol



Der Full-Sloper oder $1/2\text{-}\lambda$ Sloper

Dieselbe Konfiguration wie beim Half-Sloper, aber nun als Full-Sloper für 7 MHz.



Beispiel:

1 = Mast Höhe 15 m

2 = Antennendraht

Länge 20.5 m

= ca. $1/2 \lambda$ bei 40 m

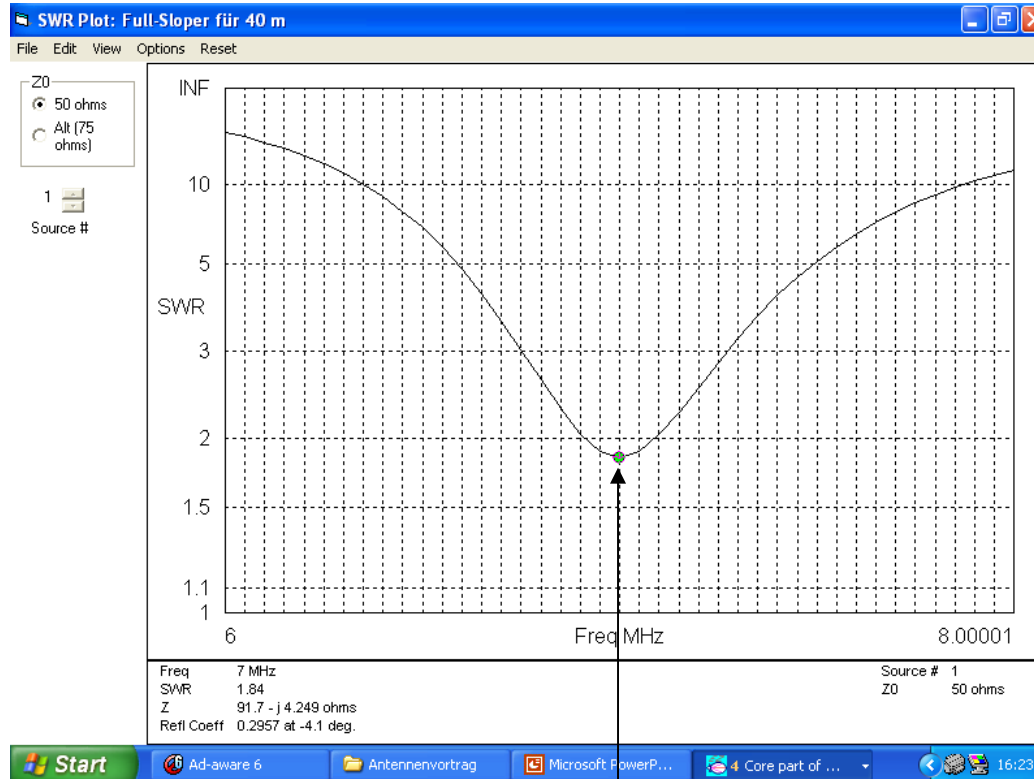
Das bodennahe Ende vom Mast (1) ist geerdet. Dort liegt ein Strombauch an.

Die Speisung erfolgt in der Mitte von Draht 2, wie bei einem Dipol.



Der Full-Sloper oder $1/2\text{-}\lambda$ Sloper

Dieselbe Konfiguration wie beim Half-Sloper, aber nun als Full-Sloper für 7 MHz.

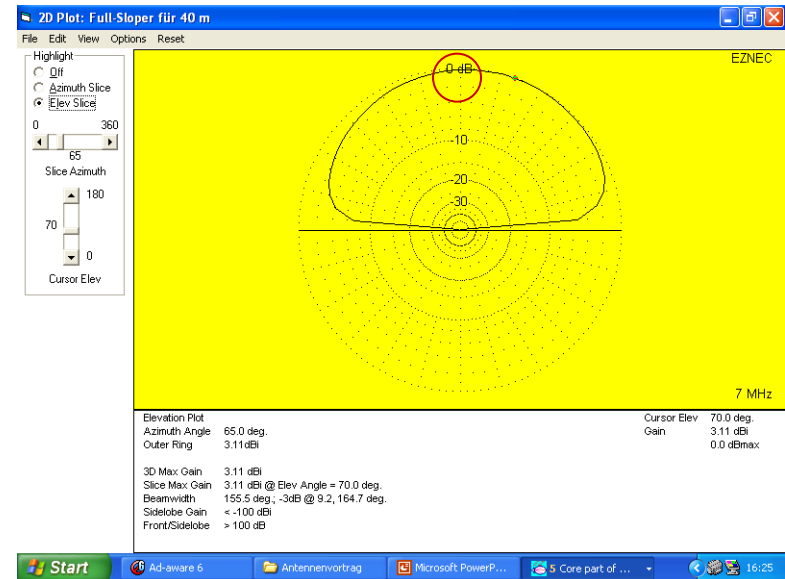
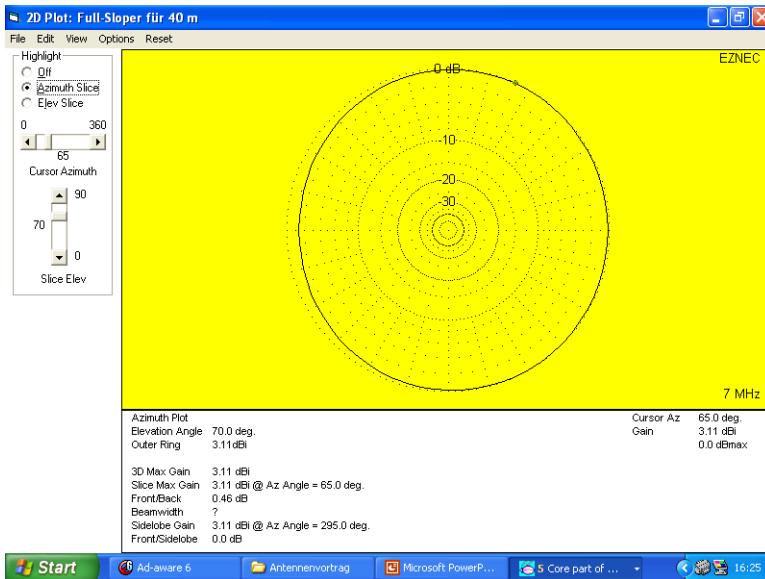


Resonanzfrequenz = 7 MHz $Z = 92 - j4.3\Omega$



Der Full-Sloper oder 1/2-λ Sloper

Dieselbe Konfiguration wie beim Half-Sloper, aber nun als Full-Sloper für 7 MHz.

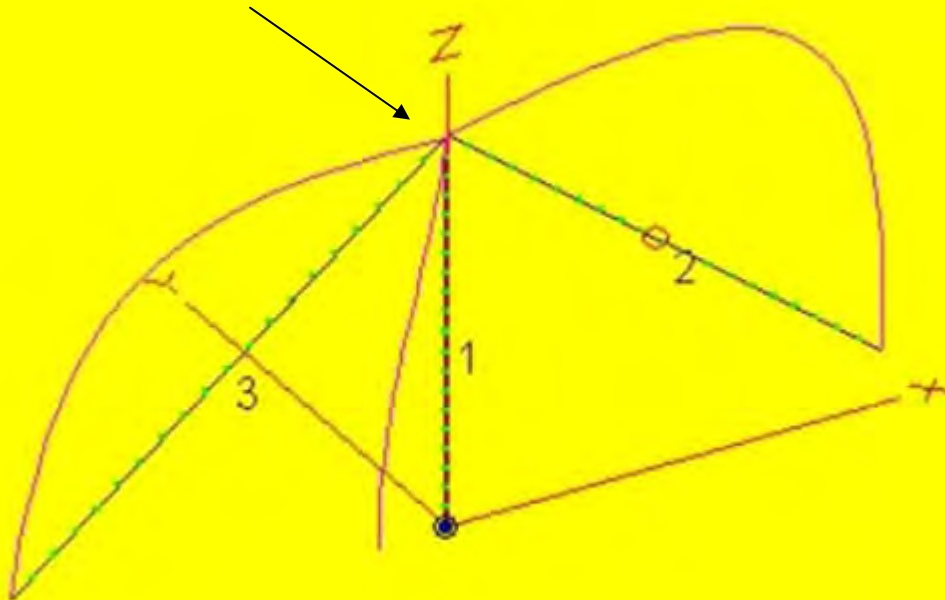


Steilstrahler ohne besondere Eigenschaften.
 Dies ist einfach eine andere Art einen Dipol aufzuhängen



Der Full-Sloper oder $1/2\text{-}\lambda$ Sloper mit Reflektor

Draht 2 und 3 sind voneinander isoliert.



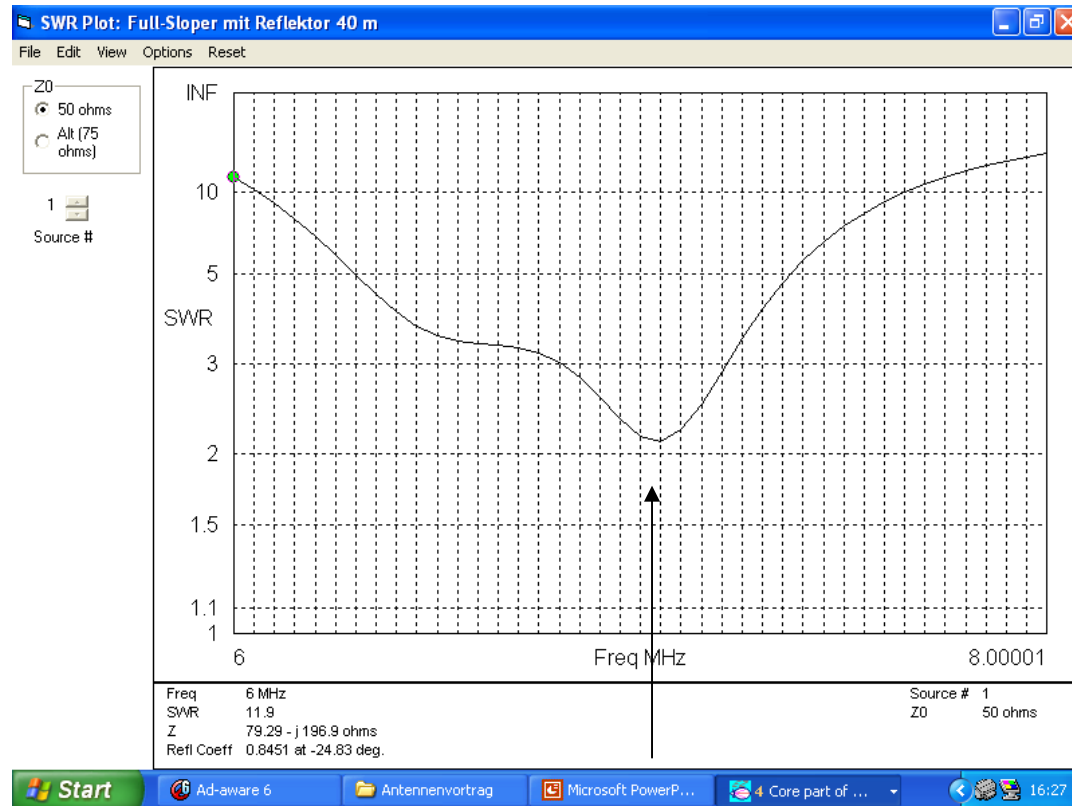
Beispiel:

- 1 = Mast Höhe 15 m
Mast unten geerdet
- 2 = Antennendraht
Länge 21.1 m
d.h. ca. $1/2 \lambda$ bei 40 m
- 3 = Reflektor, Länge 21.1 m
Genau gleich wie 2,
jedoch durchgehend

Die Speisung erfolgt in der Mitte von Draht 2, wie bei einem Dipol.



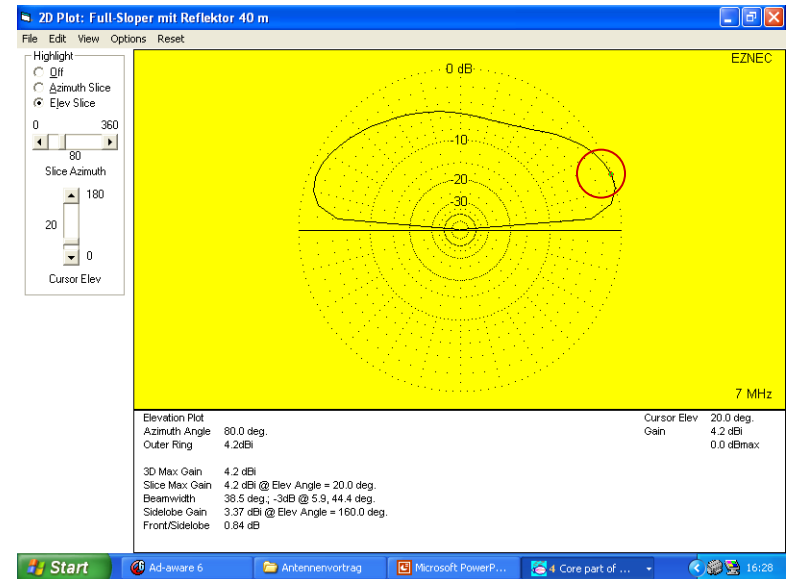
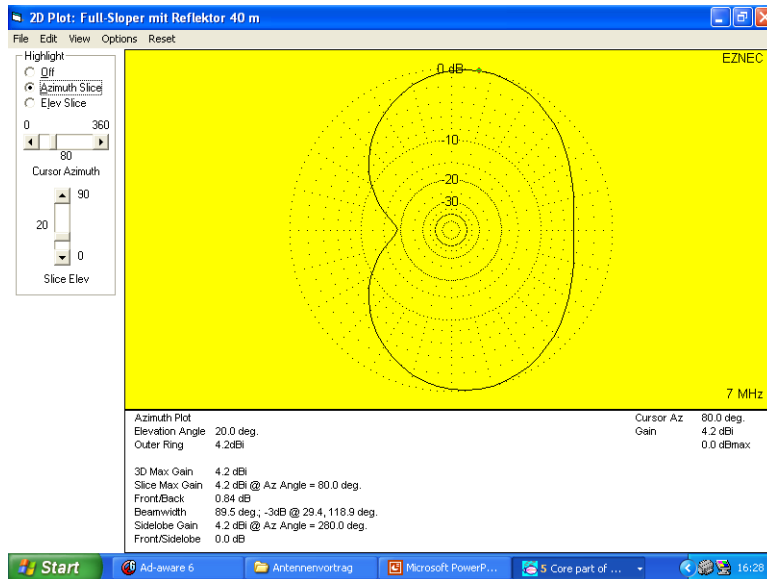
Der Full-Sloper oder 1/2-λ Sloper mit Reflektor



Resonanzfrequenz = 7.05 MHz $Z = 102 + j13\Omega$



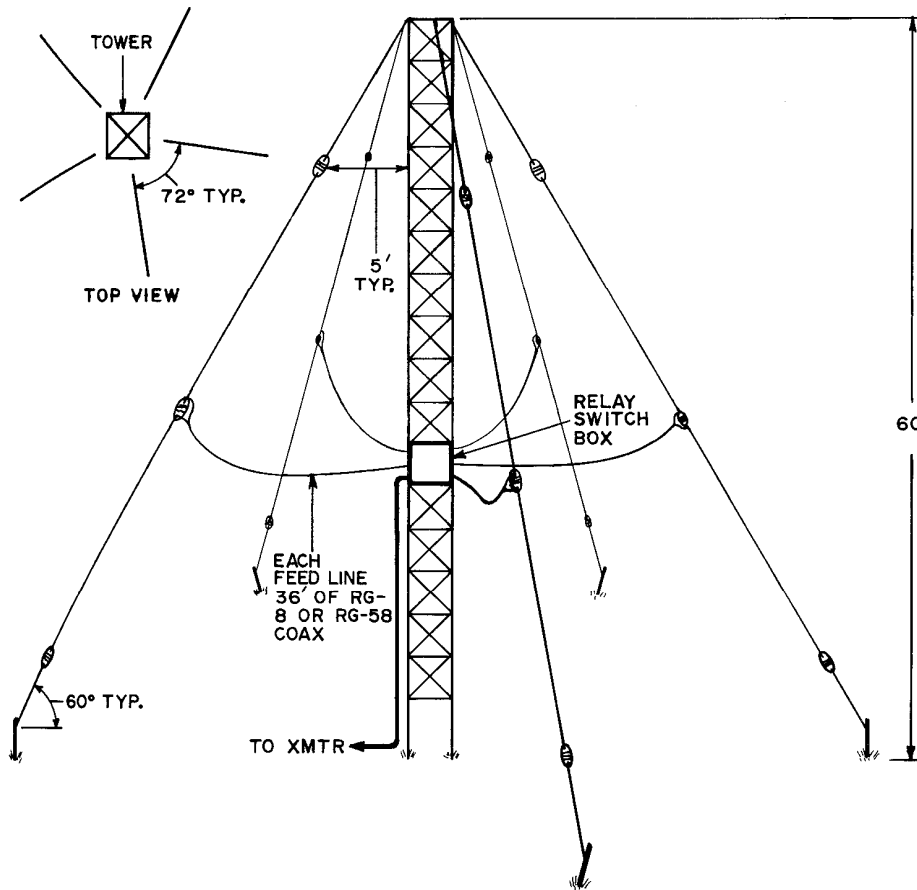
Der Full-Sloper oder 1/2-λ Sloper mit Reflektor



Hurra, jetzt geht die Post ab !
 Dies ist ein Flachstrahler der besonderen Art



Der Full-Sloper oder 1/2-λ Sloper mit Reflektor

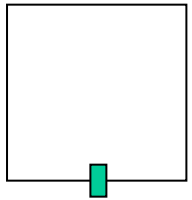


4 – 5 Full-Sloper um einen Mast herum angeordnet, ergeben eine vorzügliche flach strahlende DX-Antenne.

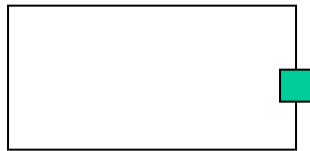
Jeder Draht hat seine eigene Speiseleitung. Eine Relaisbox sorgt für die Richtungs-umschaltung.



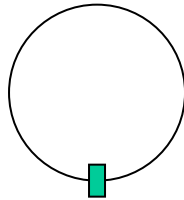
Schleifenantennen



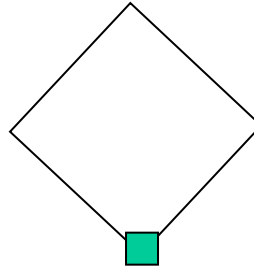
Square



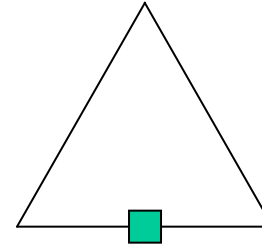
Oblong



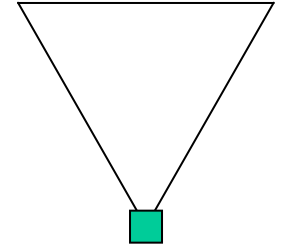
Circular



Diamond
corner fed



Delta Loop
side fed

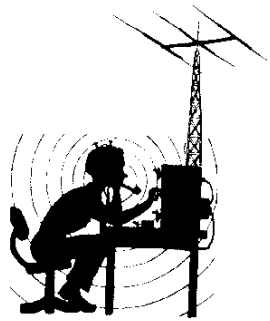


Delta Loop
corner fed

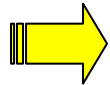
Unter Schleifenantennen verstehen wir geschlossene Drahtschleifen deren Drahtlänge im Vergleich zur Wellenlänge gross ist.

Im Regelfalle:

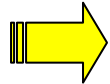
Drahtlänge $\Rightarrow 1\lambda$



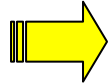
Schleifenantennen



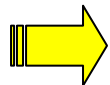
sind per Definition geschlossene Antennensysteme



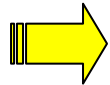
neigen aus diesem Grunde nicht zu Mantelwellen



können in nahezu beliebiger Form erstellt werden
(8'tung: es sollte aber kein Faltdipol daraus werden!)



kann man auch „Indoor“, z.B. in einem Estrich, aufbauen



können mit einem guten Antennekoppler auf allen Bändern
betrieben werden



Horizontale Schleifenantenne

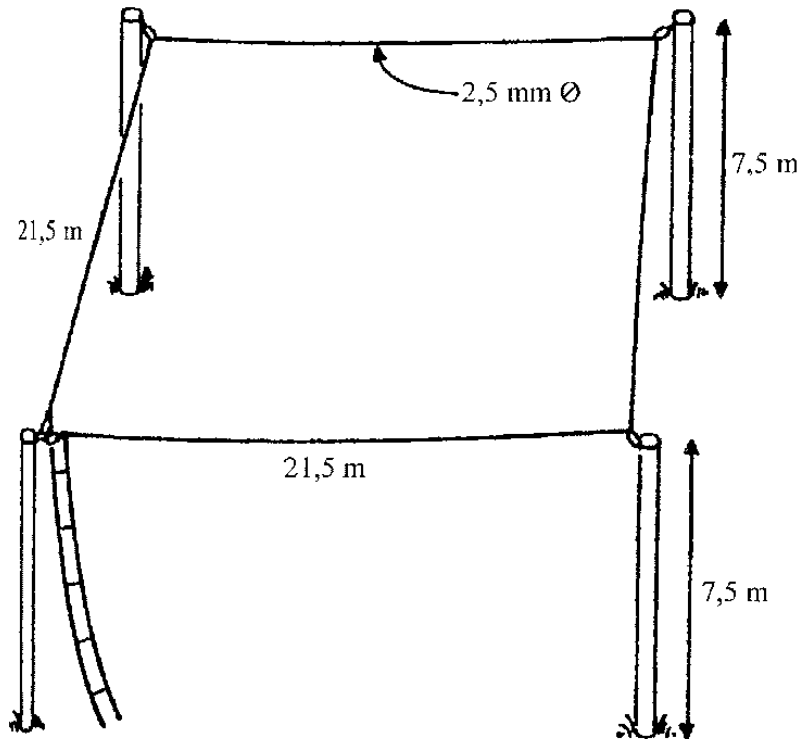


Bild 15.2.1
Horizontale Quad-Loop

Bei Drahtlänge 1λ = Steilstrahler

Ab Drahtlänge 2λ und mehr
beginnt die Antenne flach und flacher
zu strahlen.

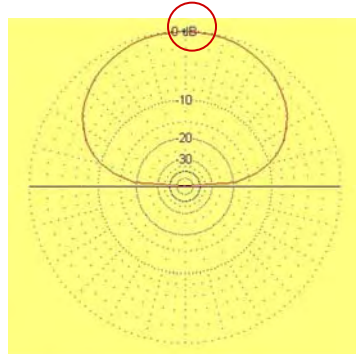
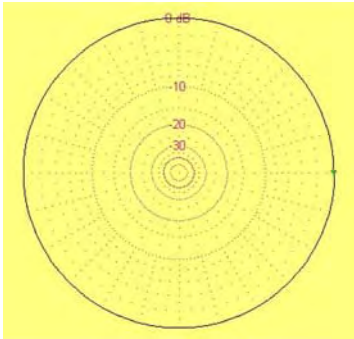
Benötigt zum Aufbau viel ebenes
und freies Land.

Speisung:

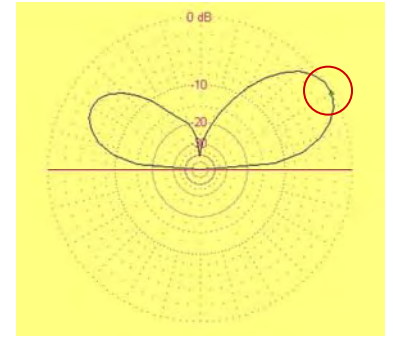
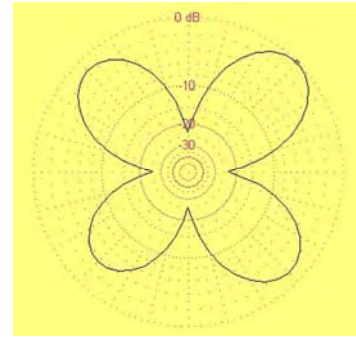
- nur 80 m und 40 m mit Koax-Kabel
- wenn für alle Bänder benützt, dann
mit symmetrischer 2-Draht Leitung
(300 ... 450 ... 600 Ω)



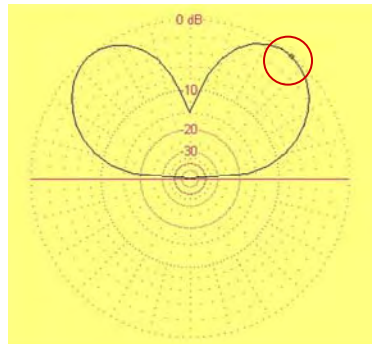
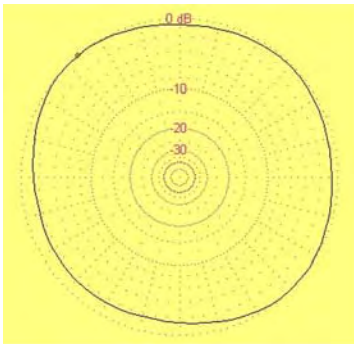
Horizontale Schleifenantenne



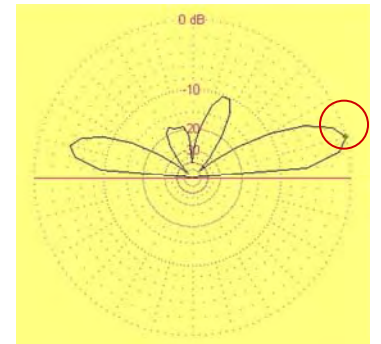
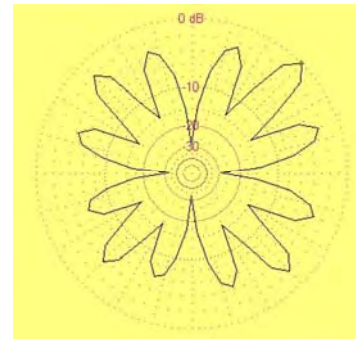
80 m



20 m



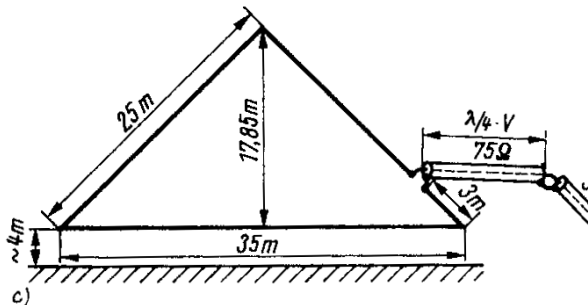
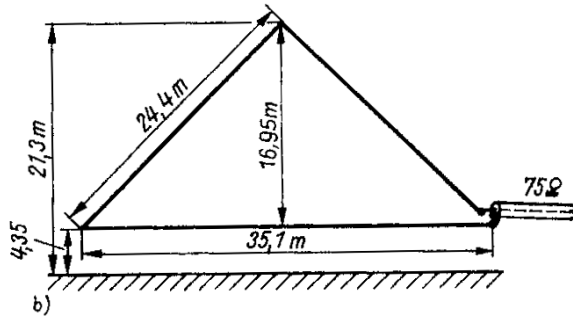
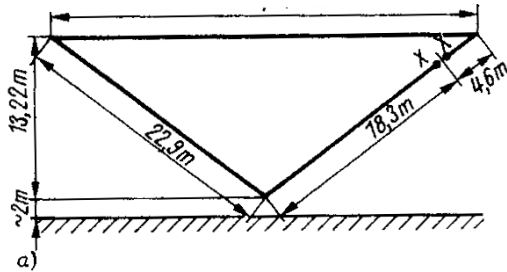
40 m



10 m



Delta Loops



Verschiedene Formen von Delta-Loops
Für 80 m.

Speisung mit Koax-Kabel oder
Hühnerleiter.

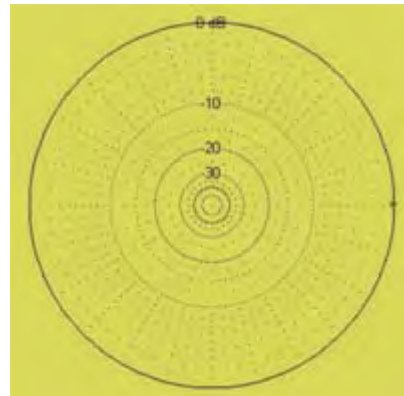
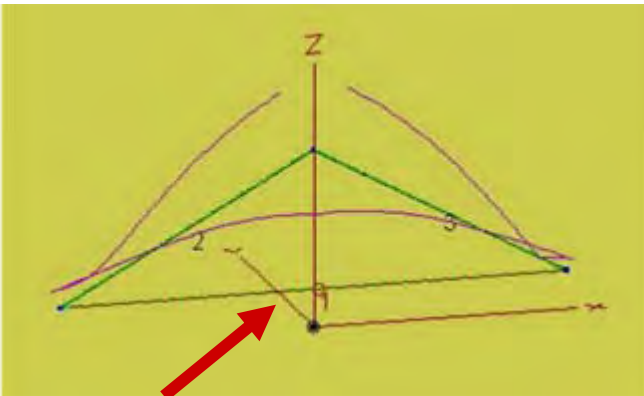
Die Schleife muss nicht zwingend
Dreieck-förmig sein.

Man wählt diejenige Form die am gegebene
Standort die grösste Fläche bedeckt.

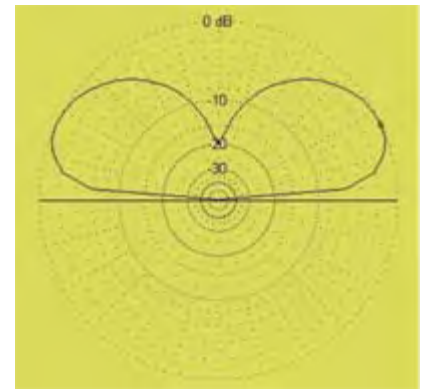
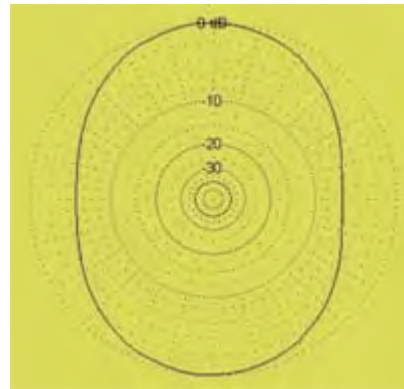
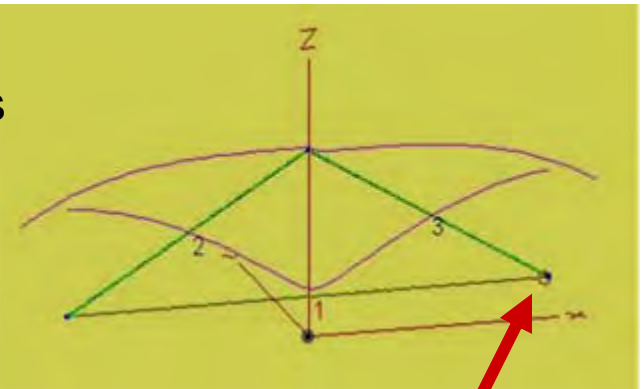


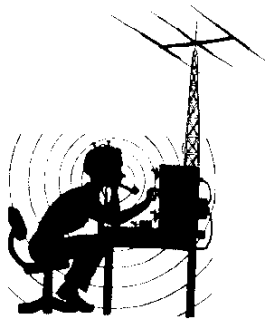
Delta Loops

Speisung
Mitte



Speisung
Ecke rechts





QUAD-Schleifen

QUAD-Antennen sind beliebte und bewährte DX Antennen.

Meistens werden sie als 2, ausnahmsweise auch als 3 Element Antennen gebaut.

Wenn sie korrekt aufgebaut sind zeichnen sie sich durch einen **flachen Abstrahlwinkel** aus.

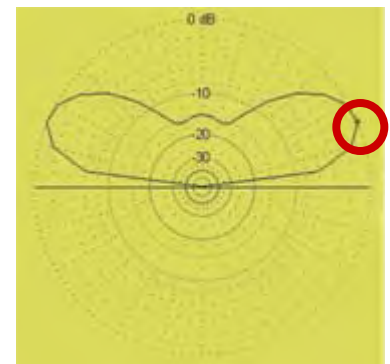
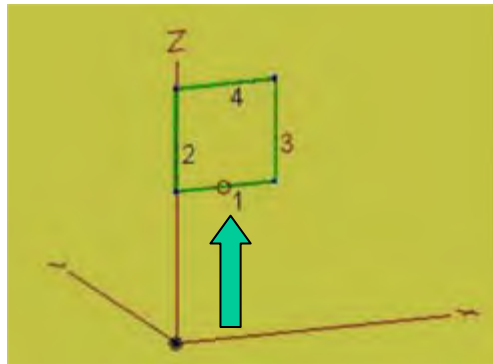
QUAD-Antennen können auch als 1 Element Antennen gebaut werden.



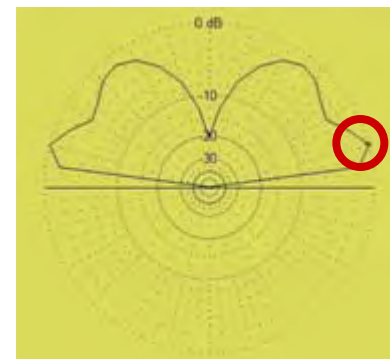
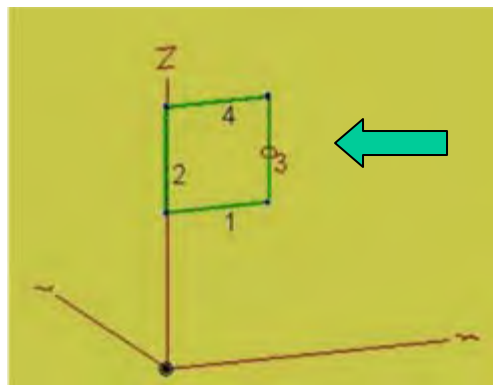
QUAD-Schleifen

Schleifenumfang $U/m = 304/f$ (MHz)

Speisung:
Unten, Mitte



Speisung:
Seitlich, Mitte

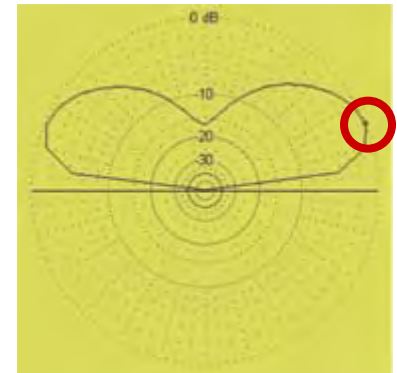
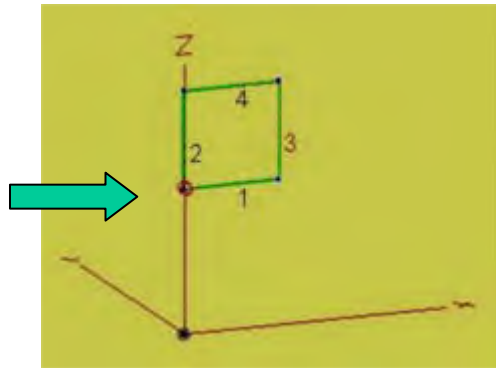




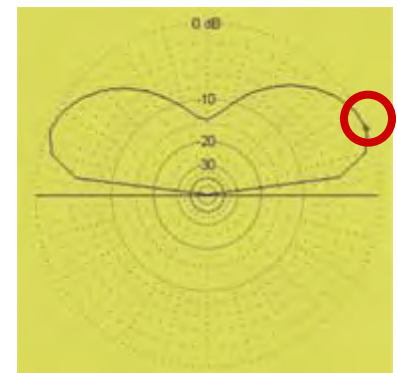
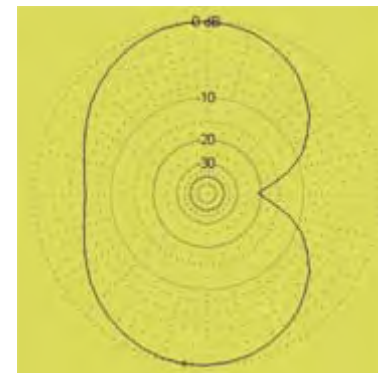
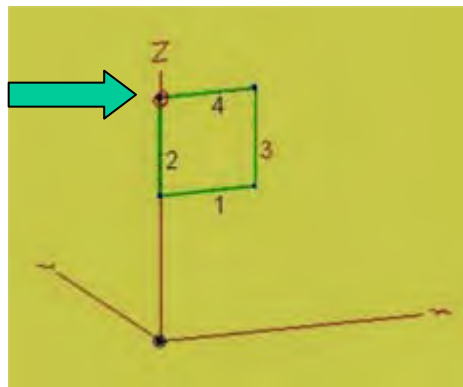
QUAD-Schleifen

Schleifenumfang $U/m = 304/f$ (MHz)

Speisung:
Unten,
Ecke links



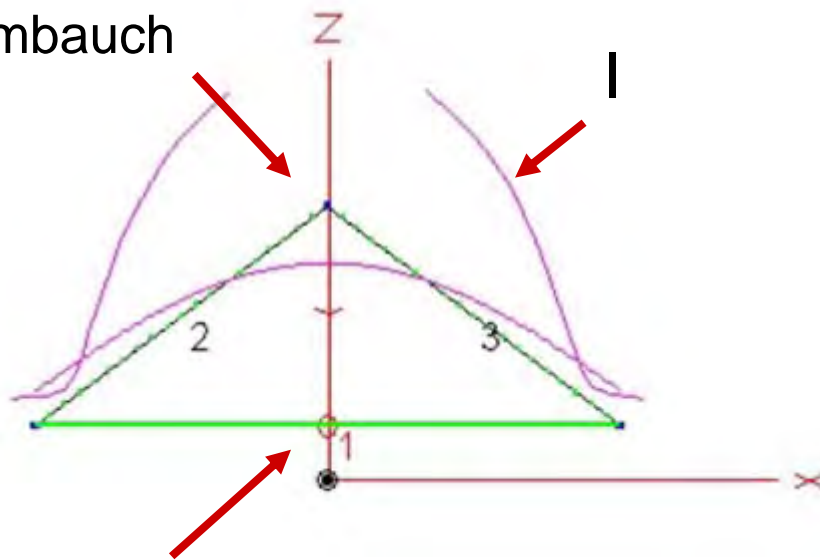
Speisung:
Oben,
Ecke links





Stromverteilung auf Schleifenantennen

Strombauch

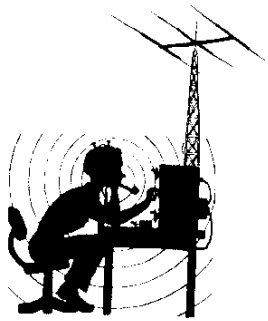


Speisepunkt

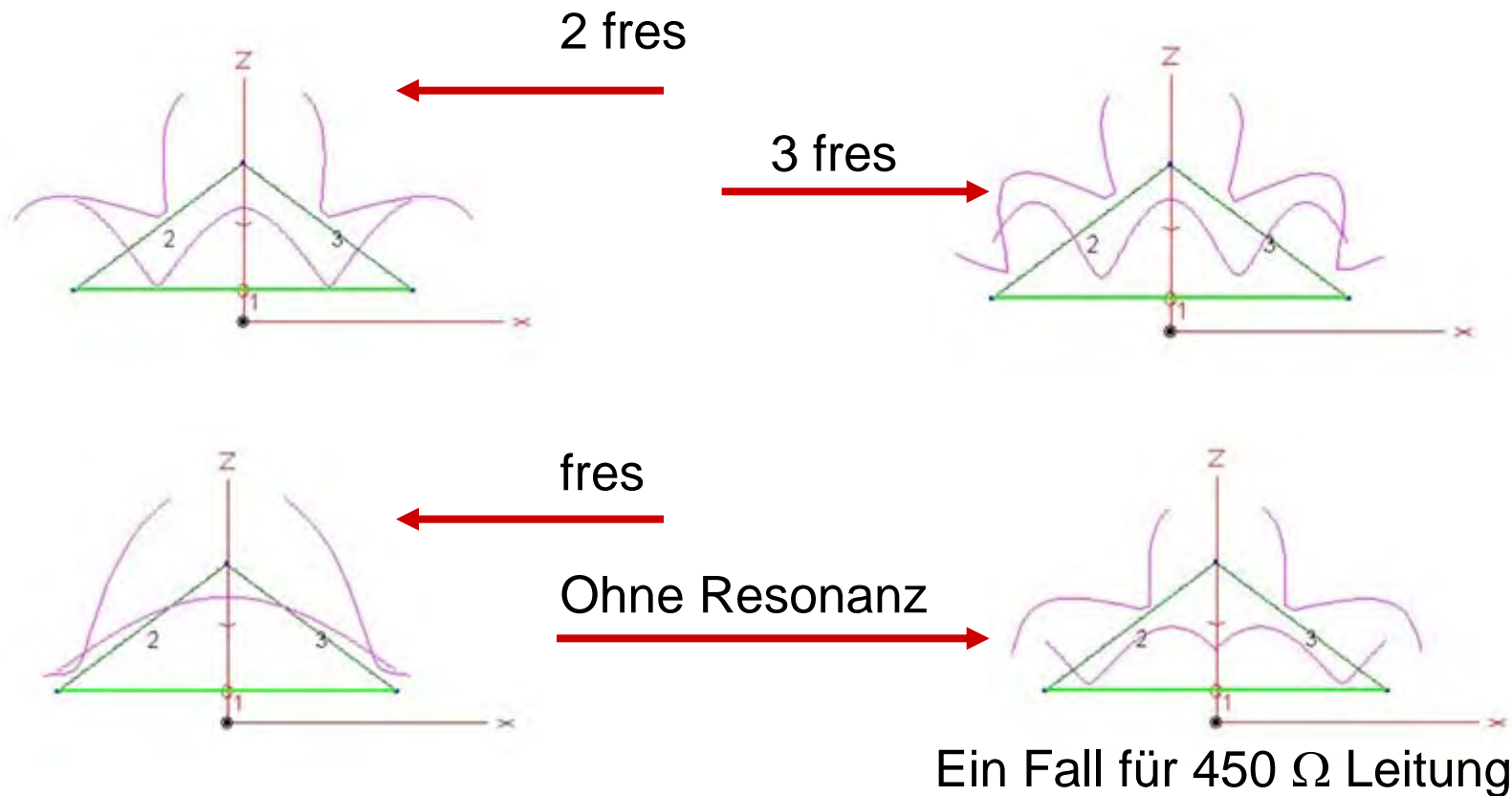
Unabhängig von der Form
einer Schleifenantenne:

Genau in der Hälfte der Draht-
schleife, d.h. auf der dem Speise-
punkt gegenüberliegenden Seite
befindet sich ein

STROMBAUCH

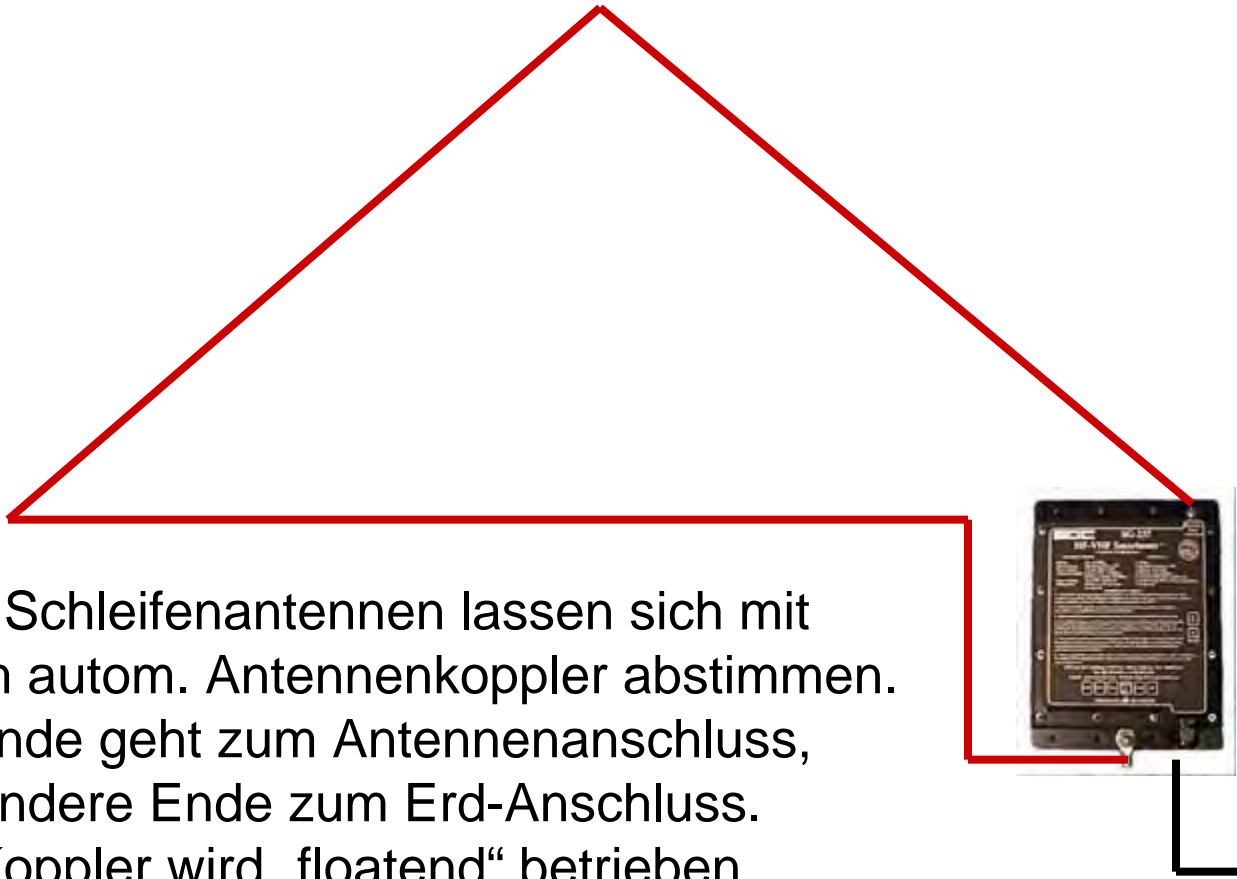


Stromverteilung auf Schleifenantennen





Schleifenantennen und Automatische Antennenkoppler



Auch Schleifenantennen lassen sich mit einem autom. Antennenkoppler abstimmen. Ein Ende geht zum Antennenanschluss, das andere Ende zum Erd-Anschluss. Der Koppler wird „floatend“ betrieben.

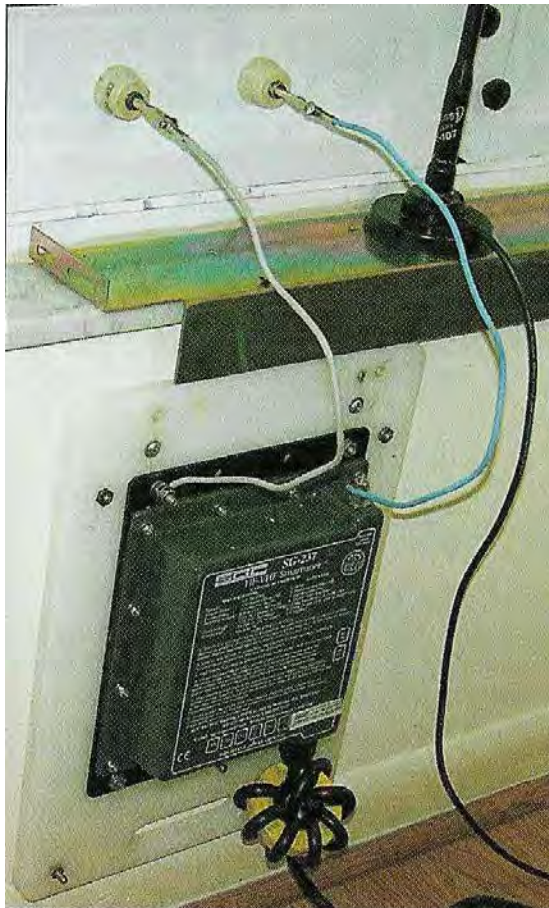
Zum
TRX



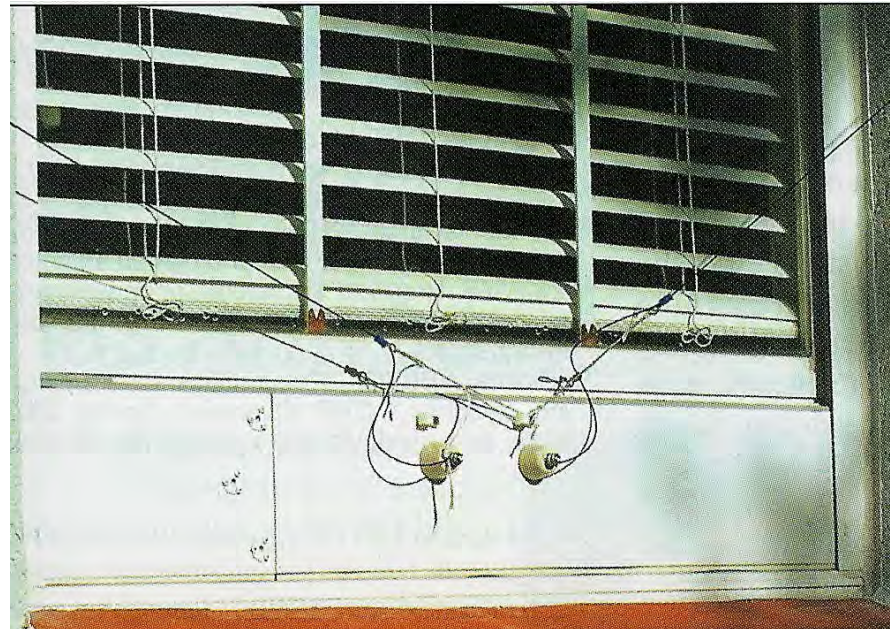
Schleifenantennen und Automatische Antennenkoppler

Praktische Ausführung:

- Koppler innen im Haus
- Wanddurchführungen
- Loop im Garten



HB9ACC
Sept. 2008



Rund um die Antenne
Teil 2



Verhalten einer Schleifenantenne bei verschiedenen Frequenzen

1/8 λ	0.04 + j350 Ω	sehr niederohmig
1/4 λ	2.5 + j1200 Ω	sehr niederohmig
dazwischen		steiler Uebergang von low Z auf high Z
1/2 λ	> 10'000 Ω	sehr hochohmig (Spannungskopplung)
dazwischen		hochohmig
1 λ	Z = ca. 120 Ω	etwas Reaktanzanteil
dazwischen		hochohmig
2 λ	Z = ca. 275 Ω	mit Reaktanzanteil
dazwischen		hochohmig
3 λ	Z = ca. 240 Ω	mit Reaktanzanteil
dazwischen		hochohmig
4 λ	Z = ca. 230 Ω	mit Reaktanzanteil

Auch eine nicht resonante Schleife strahlt die Energie gut ab, die zu erwartenden Impedanzen liegen weitgehend im hochohmigen Bereich.

Ab einer Schleifenlänge von kleiner 1/2 λ wird das Gebilde stark niederohmig.

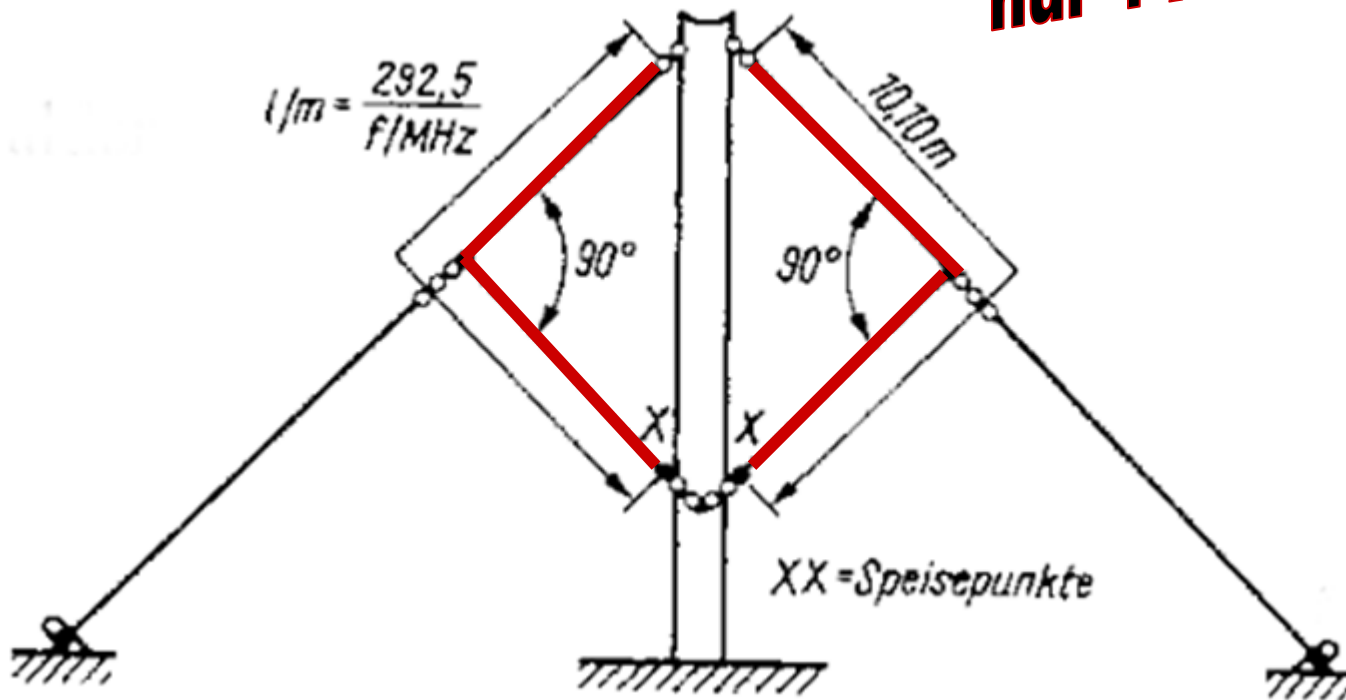
Unterhalb 1/4 λ nehmen die ohmischen Verluste dramatische Werte an.



BI-SQUARE

Eine Pseudo-Schleifenantenne

nur 1 Aufhängepunkt

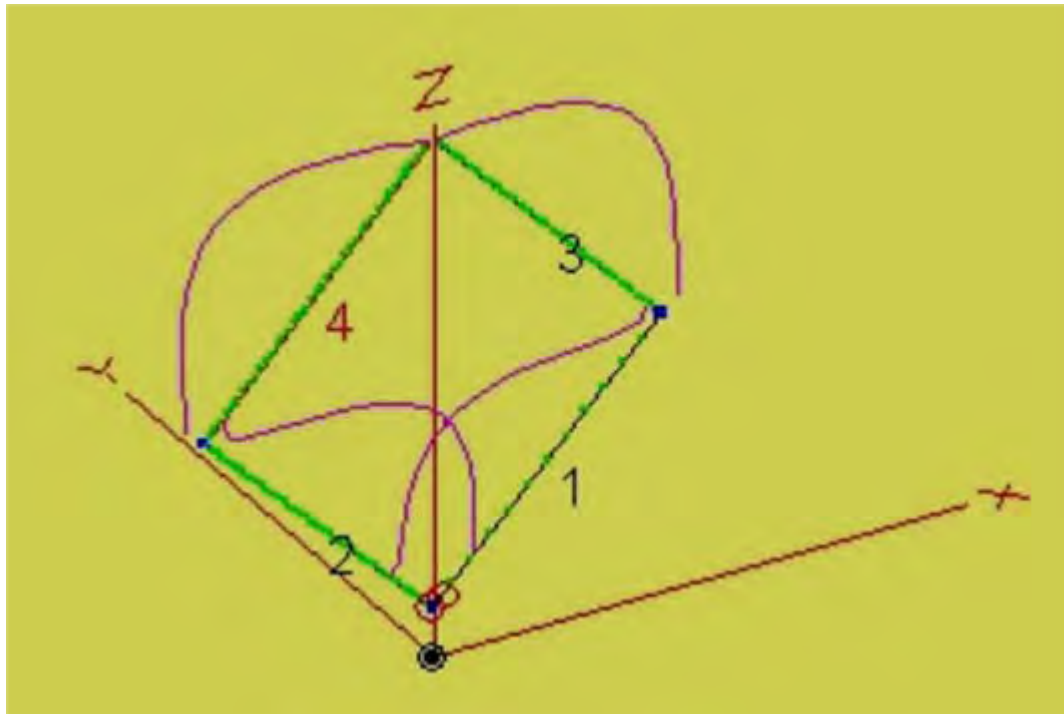


ACHTUNG: Die Schleife ist nicht geschlossen



BI-SQUARE

Eine Pseudo-Schleifenantenne



14 MHz Bi-Square

Höhe Max = 16 m

Höhe Min = 1.56 m

Drahtlängen ca. 10 m

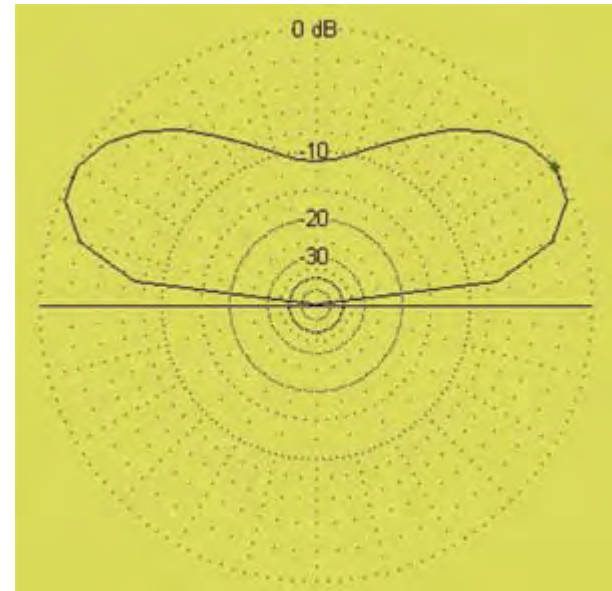
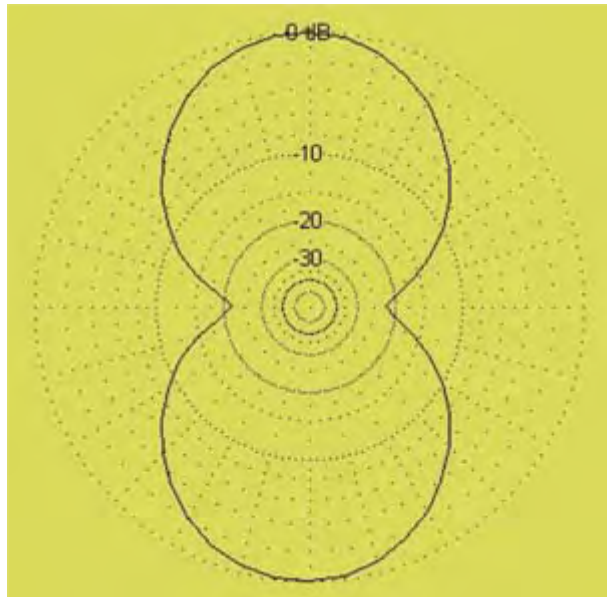
Speisung mit **Hühnerleiter**

Gewinn ca. 8.4 dBi



BI-SQUARE

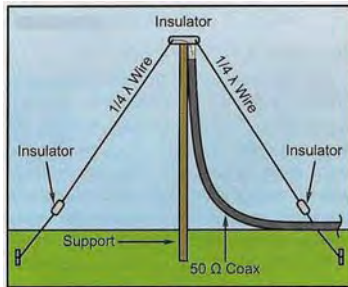
Eine Pseudo Schleifenantenne



Vorzügliche DX Eigenschaften, Elevation ca. 30 Grad



Horizontale Antennen versus Vertikale Antennen



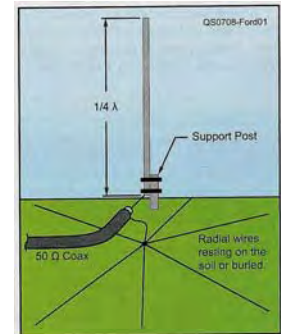
Polarisation:

spielt auf KW keine grosse Rolle

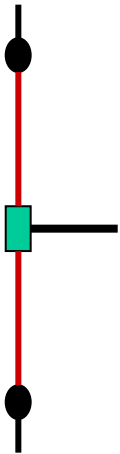
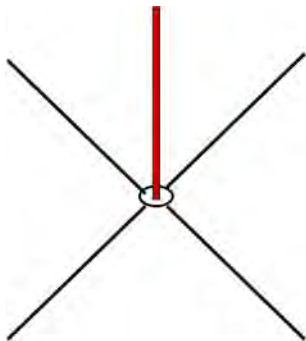
Abstrahlwinkel:

vertikale Antennen haben im allgemeinen einen flacheren Abstrahlwinkel (gut für DX)

Empfangsgeräusche: vertikale Antennen bringen mehr Empfangsgeräusche (vor allem aus dem Nahfeld)
Auf horizontalen Antennen hört sich's ruhiger.



Vertikale Antennen



- Die klassische **Groundplane-Antenne** ist eine **unsymmetrische Antenne** und benötigt Radials (oder Gegengewichte) oder eine sehr gute Erde. Je nach Anordnung der Radials (horizontal, schräg nach unten, etc.) ist der Abstrahlwinkel mehr oder weniger flach.
- Der **vertikale Dipol** und alle aus diesem Prinzip abgeleiteten Antennen sind **symmetrische Antennen** und benötigen kein Gegengewicht. Bei freier Anordnung ist der Abstrahlwinkel sehr flach.



Vertikale Antennen benötigen irgend ein zweites Bein

Gegengewichte

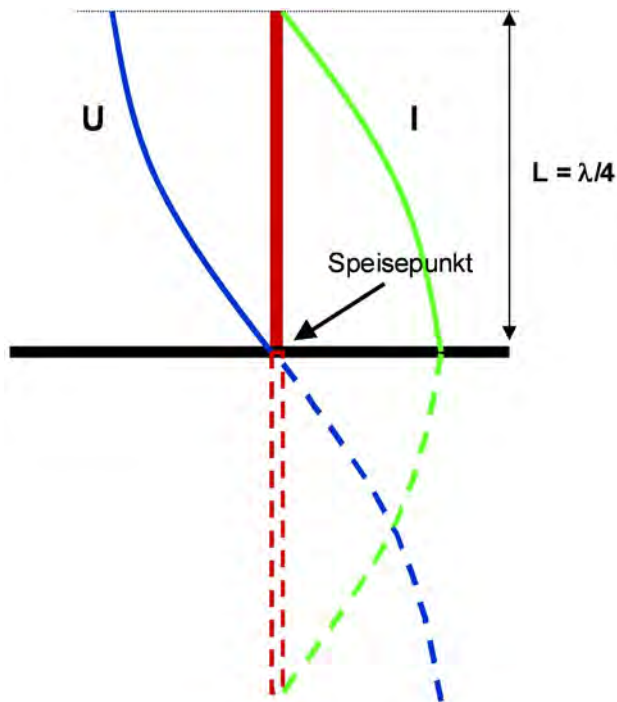
- Drähte die auf dem Boden ausgelegt sind oder die in einigen Centimetern Tiefe im Boden eingegraben sind.
- Gegengewichtsdrähte müssen nicht unbedingt resonant sein.
- Man legt so viele Gegengewichtsdrähte wie möglich aus.
- Die Gegengewichtsdrähte können unterschiedlicher lang sein

Radials

- Radials sind immer über dem Boden montiert.
- Radials sind immer resonant, üblicherweise $\lambda/4$ lang.
- Radials werden so hoch wie möglich montiert.
- wenn nicht anders möglich genügen bereits $h = 50$ cm oder 1 m



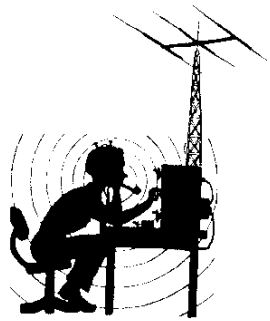
Marconi Antenne



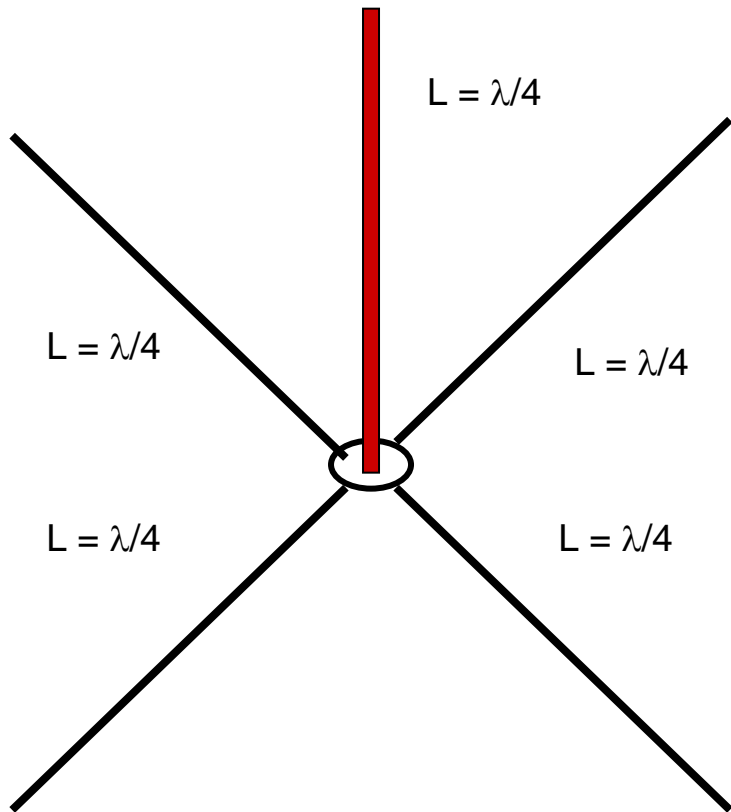
Die Urform aller Vertikal-Antennen.

Man betrieb einen $\lambda/4$ -Leiter gegen Erde und man ging davon aus, dass sich in der Erde einen weiterer $\lambda/4$ -Stab spiegelt.

Bei gut leitender Erde, z.B. am Meer funktionierte das sogar.



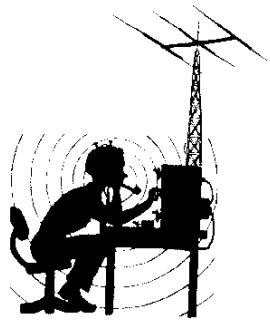
Groundplane Antenne



Der Klassiker unter den Vertikal-Antennen.

Eingangsimpedanz ca. 36Ω

ACHTUNG:
Wenn die Eingangsimpedanz höher liegt z.B. 50Ω dann reicht das nach Verlusten.



Groundplane Antenne

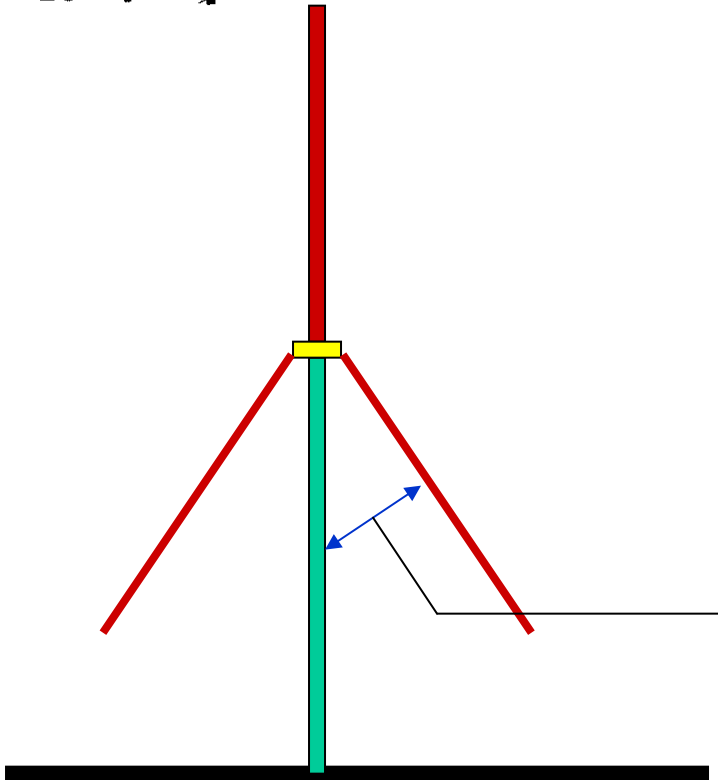
Eine Version der Groundplane verwendet schräg nach unten gespannte Radials.

Eingangswiderstand:

Bei 3 Radials ca. 50 ... 53 Ω

Bei 4 Radials ca. 44 Ω

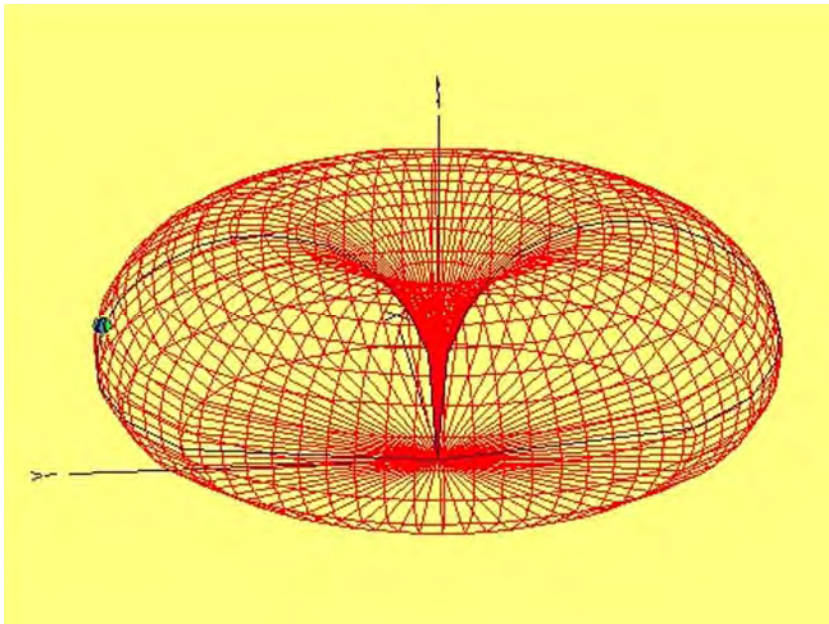
Durch verändern des Winkels der Radials soll sich das SWR exakt auf 1:1 = 50 Ω einstellen lassen.



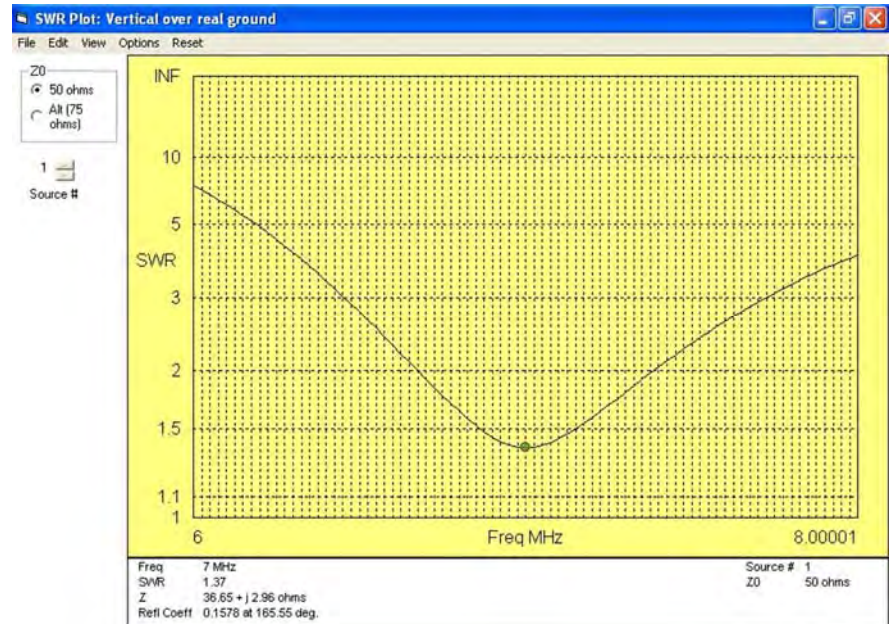


Groundplane Antenne

Was zu erwarten war !



Flache Abstrahlung,
gute DX-Antenne



Wenn das SWR bei Resonanz
besser als ca. 1:1.5 ist, dann sind
Erdübergangswiderstände im Spiel.



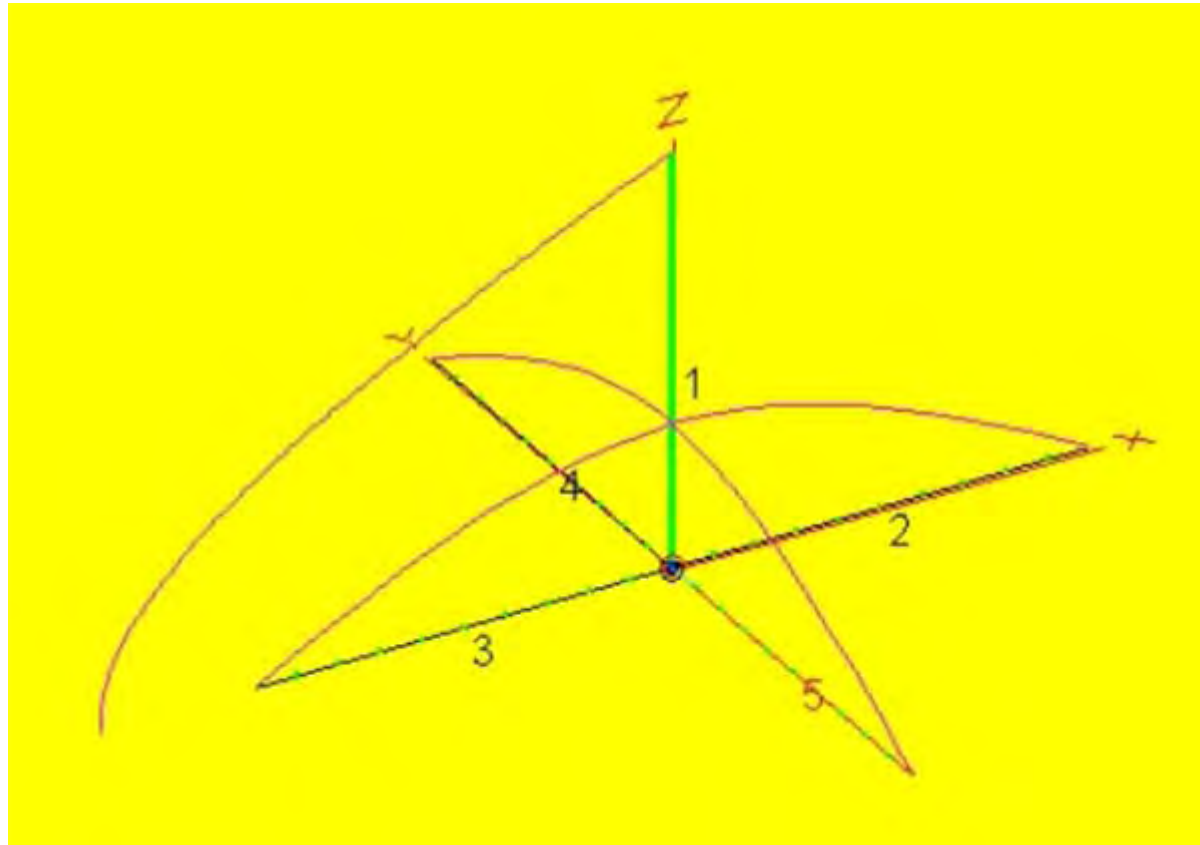
Groundplane Antenne

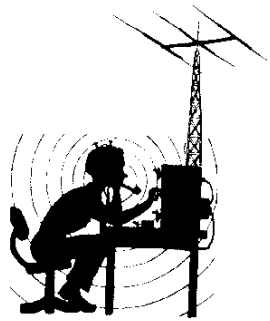
Stromverteilung auf Antenne und Gegengewichten

$$Z = 36 + j5 \ \Omega$$

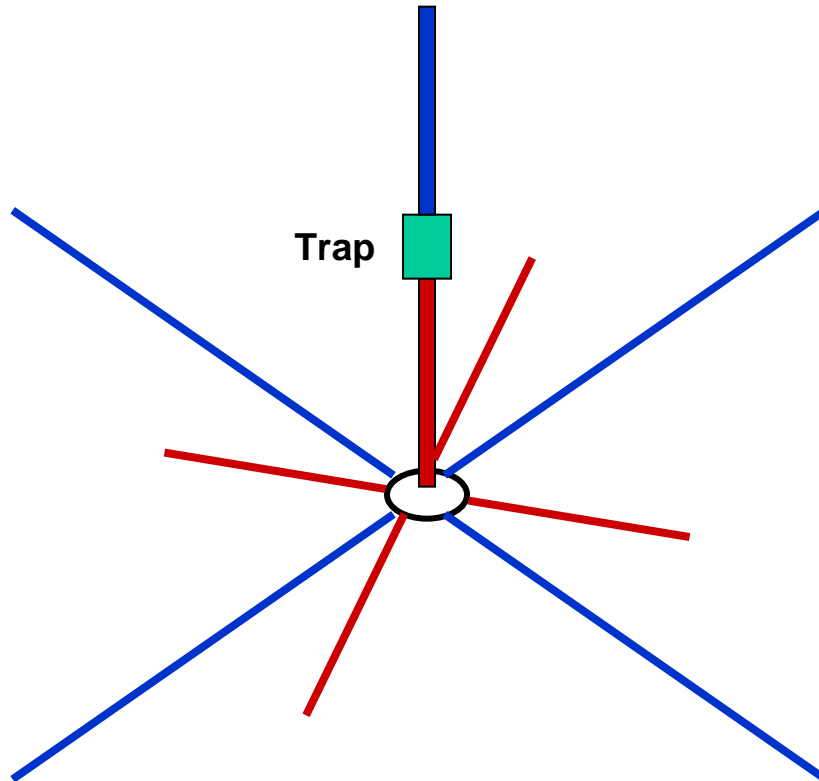
Elevation
= 26 Grad

Rundstrahler





Mehrbandtaugliche Groundplane Antenne



Im Strahler werden **Traps** eingefügt.

Pro Band benötigt man einen Satz
auf das betreffende Band abgestimmter Radials

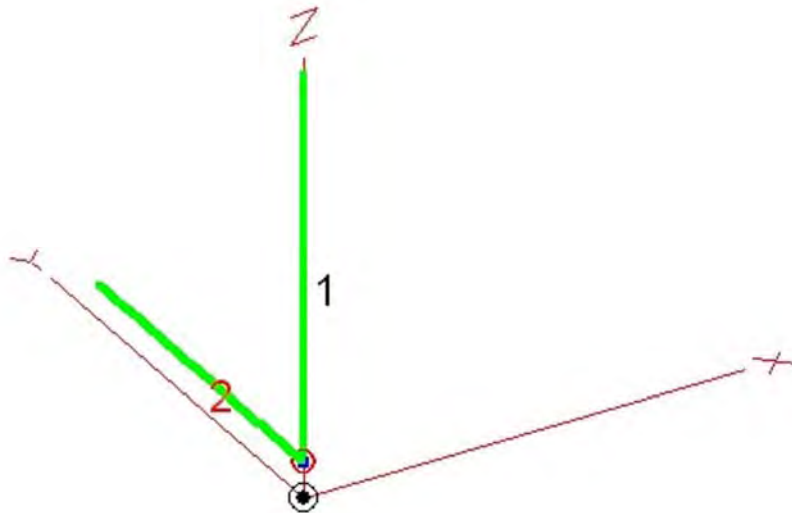
— Radials für höherfrequentes Band

— Radials für niederfrequentes Band

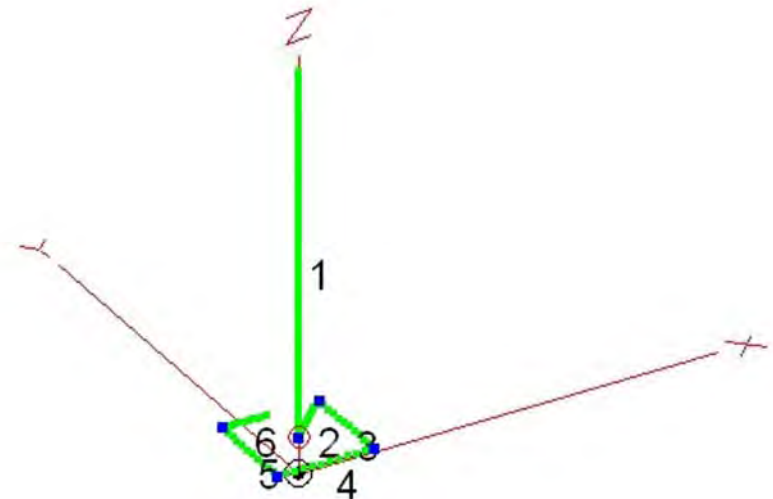


Groundplane Antenne

Raumsparende Anordnung von Radials



Gain = 2.27 dBi bei 20 Grad

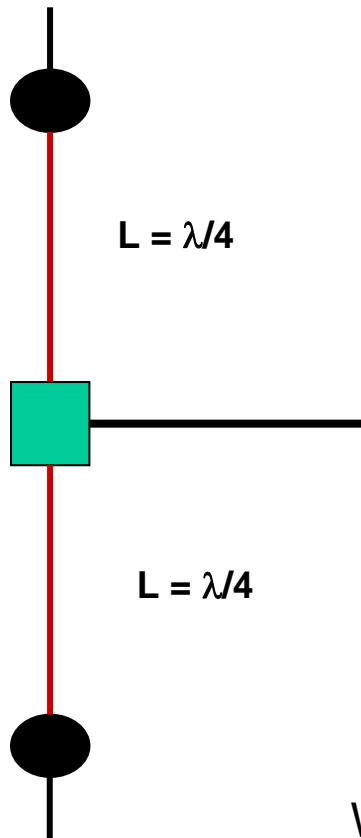


Gain = 1.54 dBi bei 20 Grad

Beide Radials haben genau dieselbe Länge

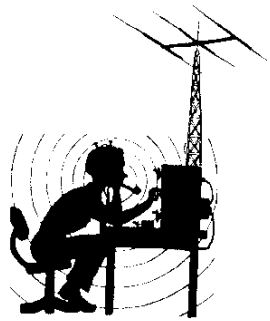


Vertikaler Dipol



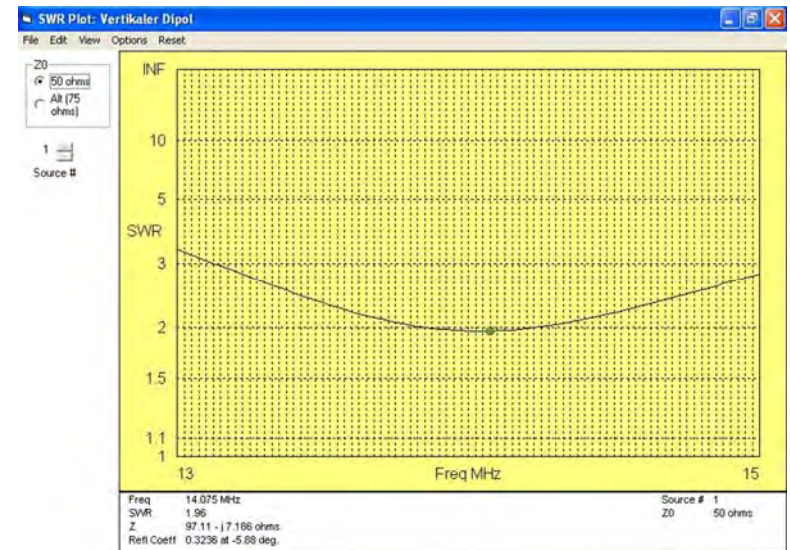
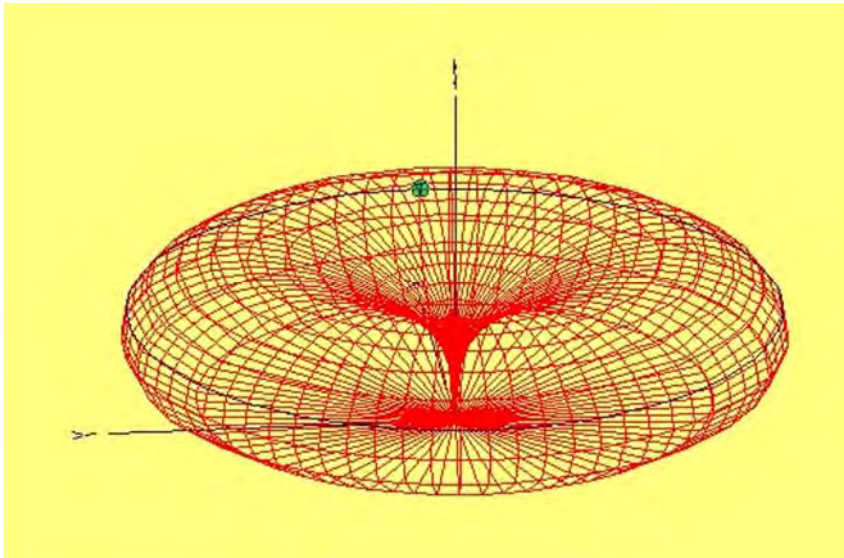
- liefert eine extrem flache Abstrahlung
- benötigt keine Gegengewichte (Radials)
- wird doppelt so lang wie der $\lambda/4$ -Strahler der Groundplane
- die Speiseleitung sollte horizontal weggeführt werden, was häufig konstruktive Probleme ergibt. Es gibt jedoch Methoden der Speisung an einem Ende. Diese werden unter dem Thema „Spannungsspeisung“ behandelt.

Wird durch Einfügen von Traps **mehrfachtauglich**.
Dann allerdings nur mit Stromspeisung in der Mitte.



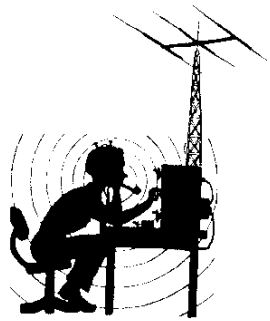
Vertikaler Dipol

Was zu erwarten war !



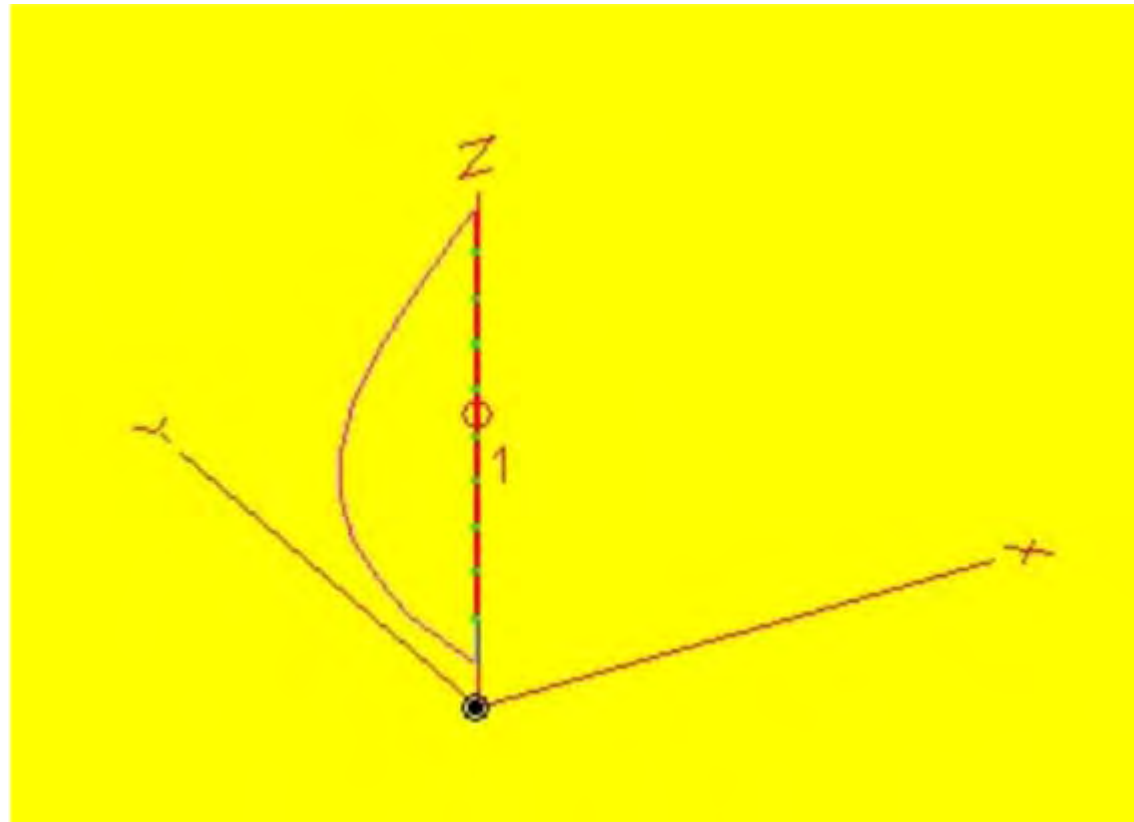
Noch flachere Abstrahlung als eine Ground Plane Antenne, gute DX-Antenne.

Das SWR wird bei Resonanz etwa 1:2, das hängt mit der Bodennähe zusammen.



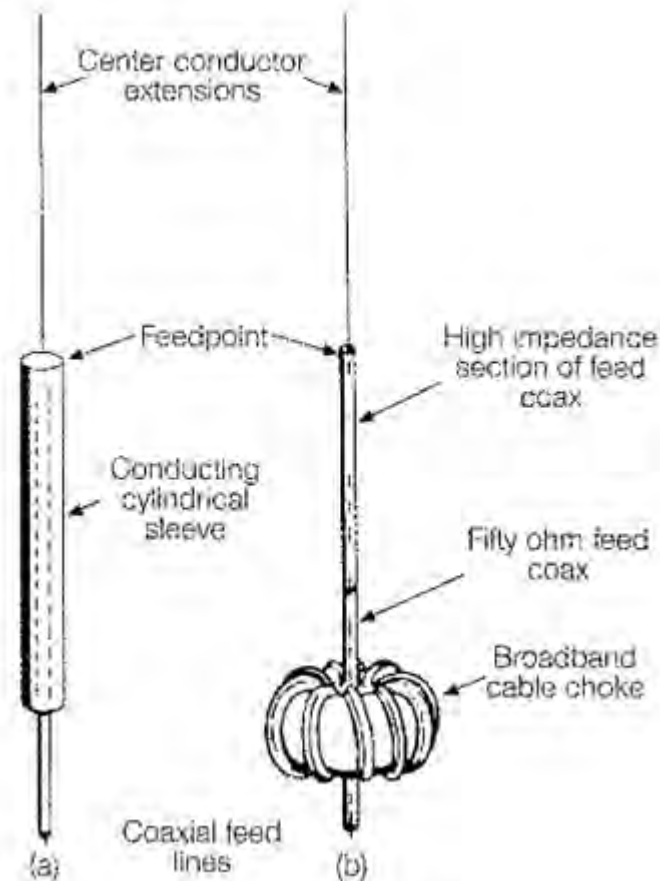
Vertikaler Dipol

Stromverteilung





Koaxialer Dipol



Koaxiale Dipole stellen eine Sonderform der vertikalen Dipole dar.

- links = **Sleeve-Antenna**
Hier wird das Koax-Kabel durch einen konzentrischen Leiter z.B. Alu-Rohr hindurchgeführt oder man verwendet spezielles Koax-Kabel mit doppelter Abschirmung.
- Rechts = Ausführung mit **Breitband-Drossel** eingefügt nach $\lambda/4$.

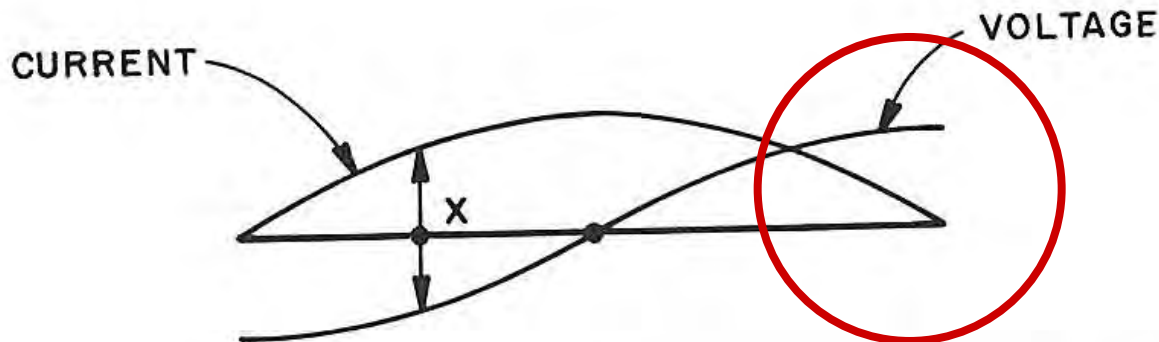


Spannungsgespeiste Antennen

Definition:

Unter einer spannungsgespeisten Antenne versteht man eine Antenne die eine **Länge von $\lambda/2$ oder Vielfache** davon aufweist und die in einem Spannungsbauch eingespeist wird.

Ein klassischer Spannungsbauch ist eines der Enden.

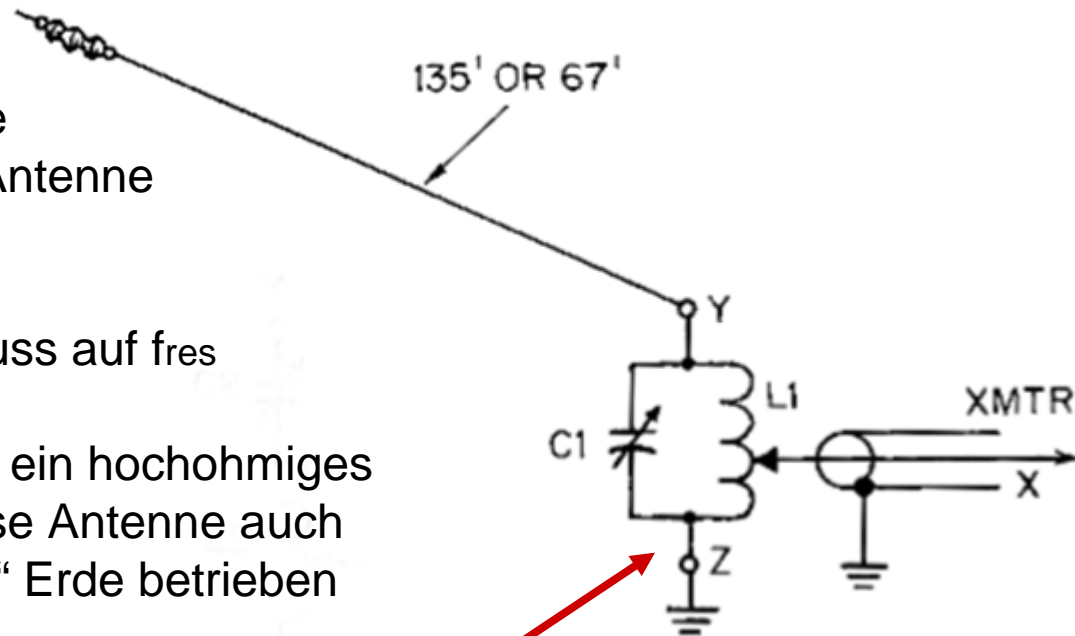




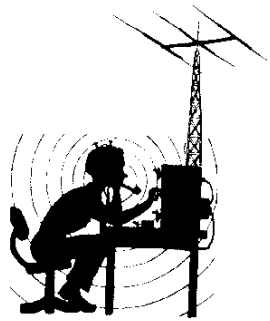
Spannungsgespeiste Antennen

Die klassische Art eine spannungsgespeiste Antenne anzupassen.

- der Schwingkreis muss auf f_{res} abgestimmt sein.
- da der Schwingkreis ein hochohmiges Gebilde ist kann diese Antenne auch an einer „schlechten“ Erde betrieben werden.

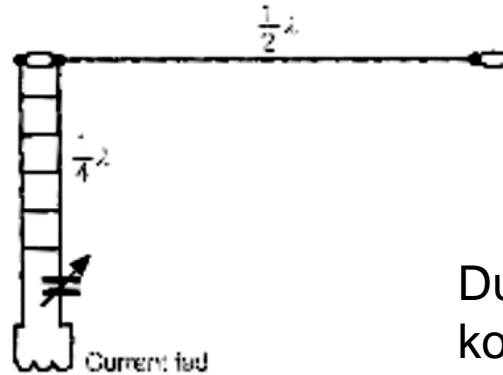
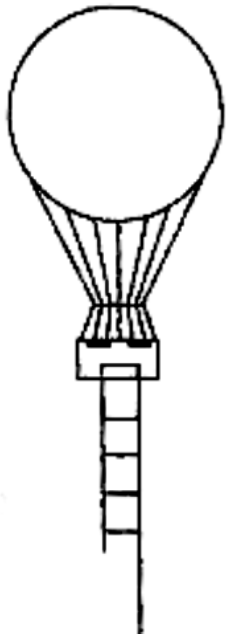


Problem: Geht nur bei direkter Erdung. Eine allfällige Erdleitung strahlt !

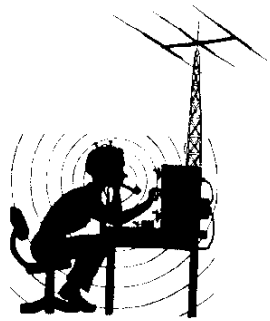


Zepplin-Antenne

Diese Antennenform wurde tatsächlich für Zeppeline und Ballone entwickelt. Die Ballone waren mit Wasserstoffgas gefüllt, d.h. höchste Explosionsgefahr.

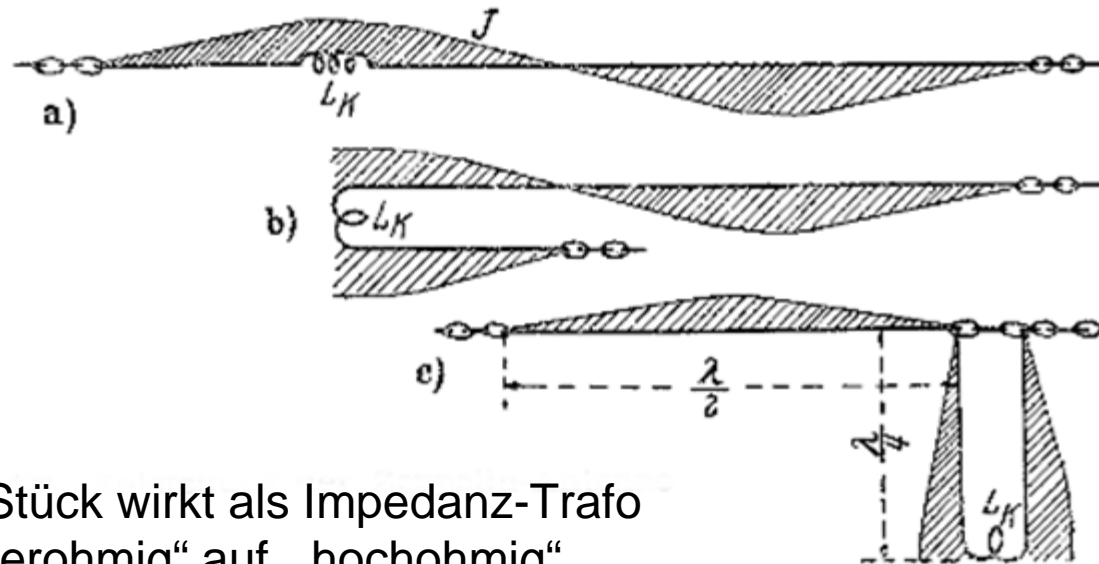


Durch „Stromspeisung“ konnten die gefährlichen hohen Spannungen vom Ballon ferngehalten werden.



Zeppelin-Antenne

Das Funktionsprinzip der Zeppelin Antenne



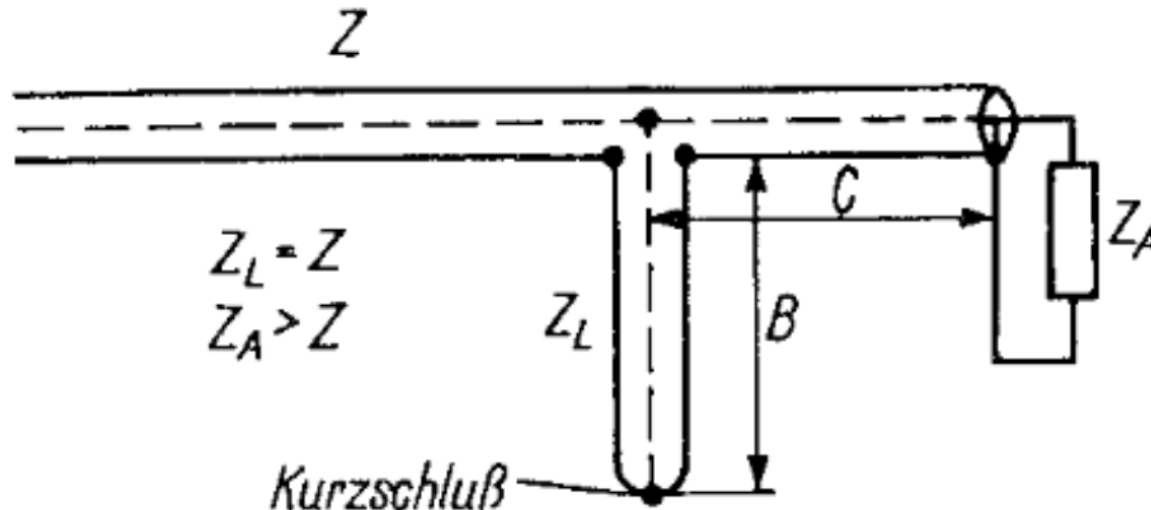
Das $\lambda/4$ -Stück wirkt als Impedanz-Trafo von „niederohmig“ auf „hochohmig“.

Man sieht: eine Antenne lässt sich auf **ohne Erde** hochohmig speisen.



Die koaxiale Stichleitung

Eine weitere Methode um spannungsgekoppelte Antennen anpassen zu können.

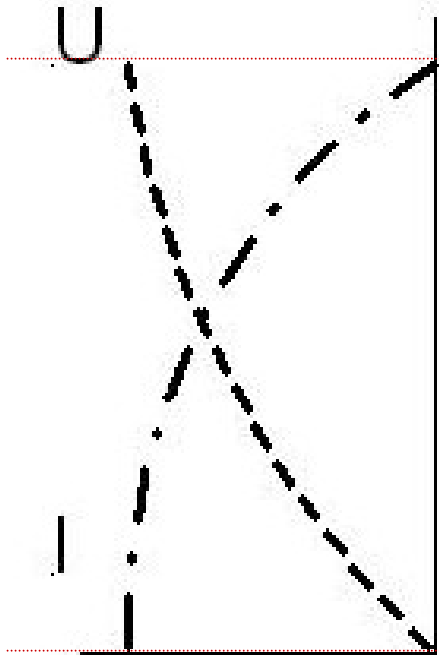


Warum so geheimnisvoll ?

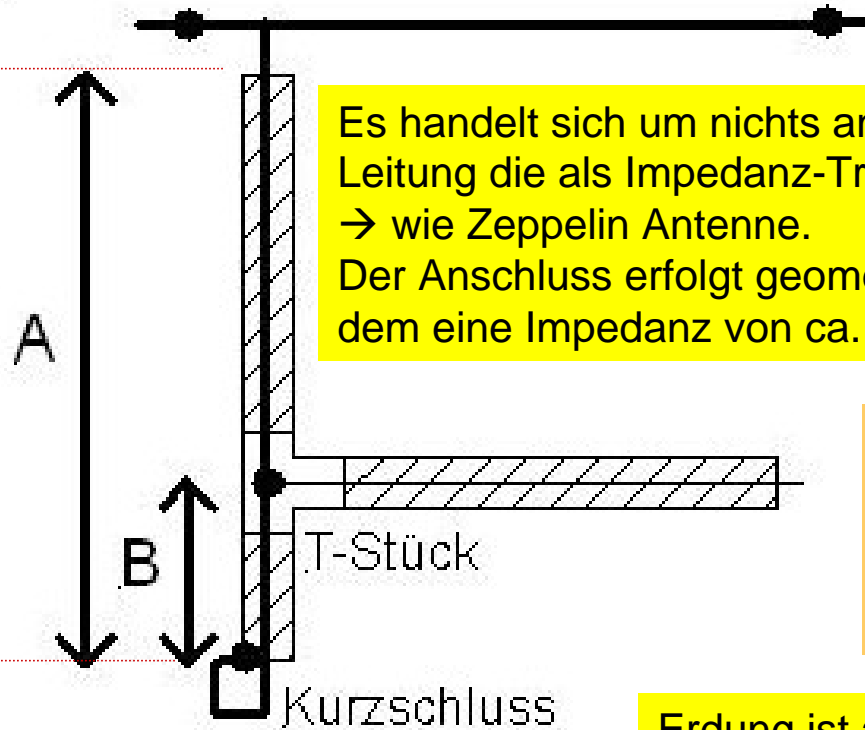


Die koaxiale Stichleitung

Strom- und
Spannungsverteilung



Antennendraht
Länge = $\lambda/2$ oder Vielfaches



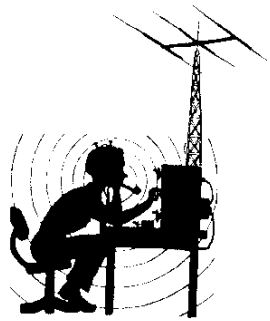
Es handelt sich um nichts anderes als eine $\lambda/4$ Leitung die als Impedanz-Transformator wirkt
→ wie Zepelin Antenne.
Der Anschluss erfolgt geometrisch an dem Ort an dem eine Impedanz von ca. 50Ω auftritt.

$$A = \lambda/4 \times V$$
$$B = 0.034 \lambda \times V$$

oder

$$B = 13.6 \% \text{ von } A$$

Erdung ist auch hier überflüssig

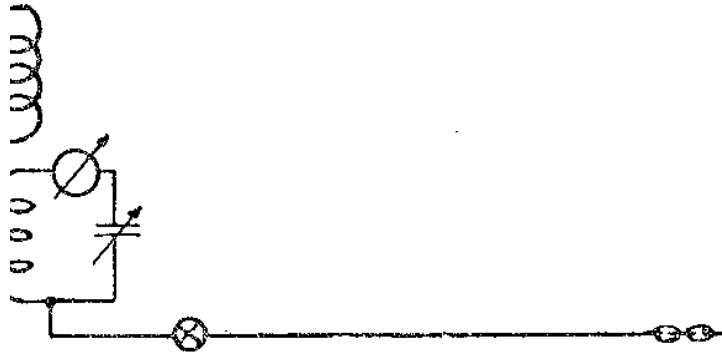


Die Fuchs-Antenne

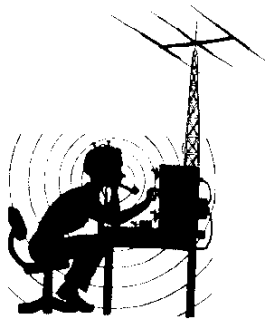
Nach einem Patent von 1927 von Dr. J. Fuchs, OE1JF.

Spannungskopplung über einen Zwischenkreis mit hohem LC-Verhältnis (kleines C, grosses L)

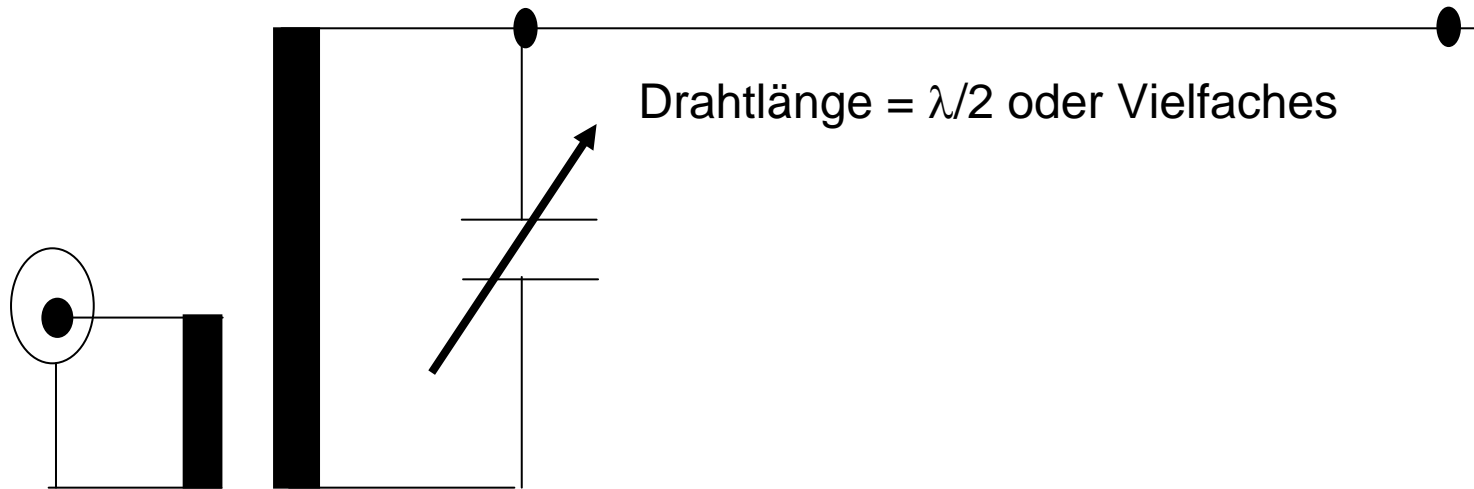
Abstimmung mittels HF-Amperemeter oder Glühlämpchen im Antennendraht.



Keine Erdung notwendig



Die Fuchs-Antenne Ankopplung an Koax-Kabel



Drahtlänge = $\lambda/2$ oder Vielfaches

Ankopplung über Link-Spule
Windungszahl der Linkspule so wählen, dass sich bestes
SWR auf dem Koaxkabel ergibt.



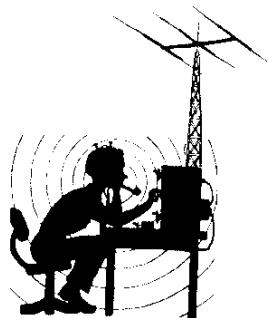
**Hast Du's gewusst:
Ein 40...44 m langer Draht
lässt sich in Spannungspeisung auf
3.5 – 7 – 10 – 14 – 18 – 21 – 24 – 28 MHz
erregen !**



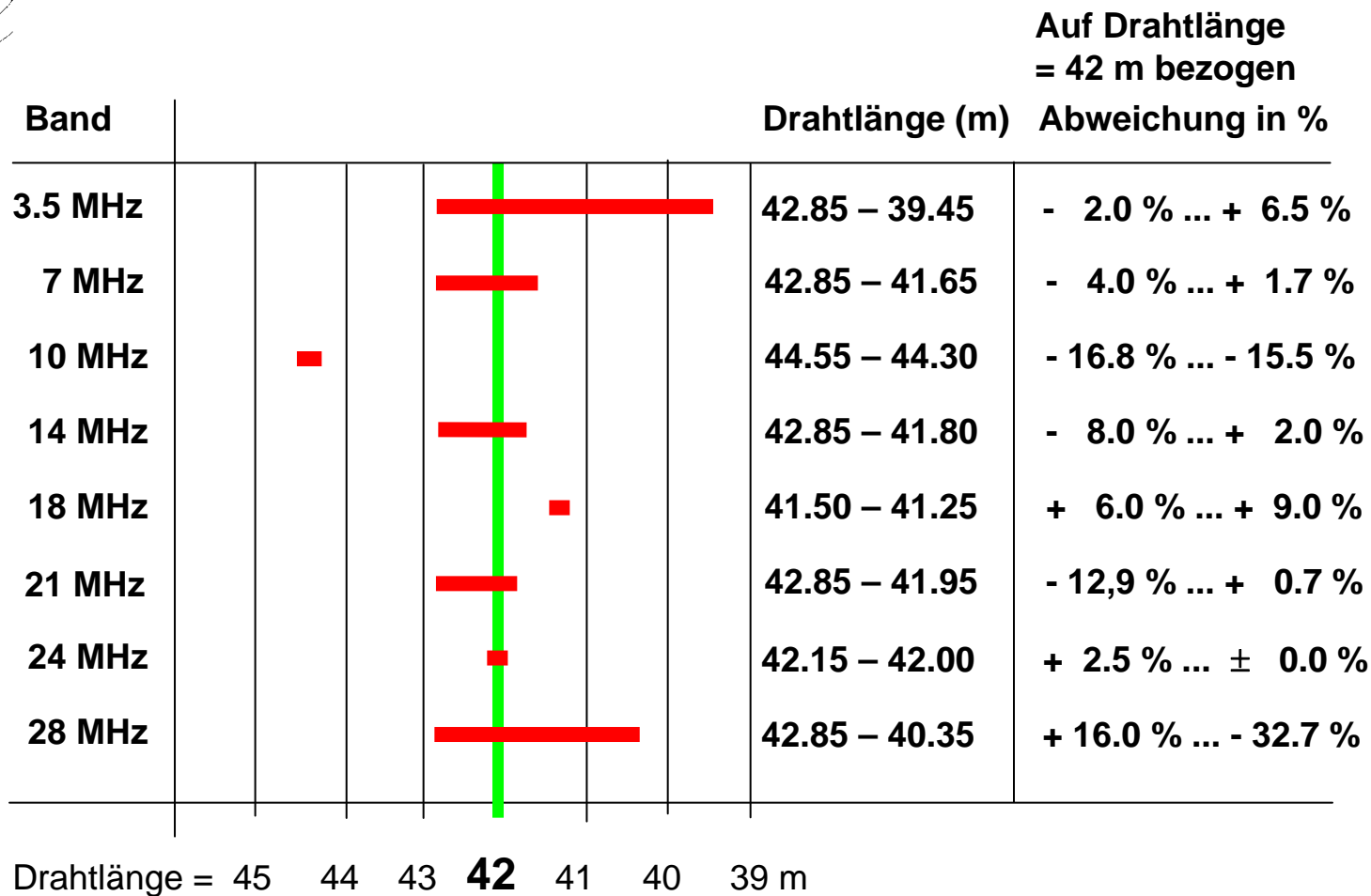
3.5 MHz = 0.5 λ
7 MHz = 1.0 λ
10 MHz = 1.5 λ
14 MHz = 2.0 λ
18 MHz = 2.5 λ
21 MHz = 3.0 λ
24 MHz = 3.5 λ
28 MHz = 4.0 λ

Seit vielen Jahren bei HB9ACC erfolgreich in Betrieb !

- die klassischen Bänder sind für jedermann klar
- die WARC-Bänder liegen alle in der Gegend ungradzahliger Oberwellen des 80 m Bandes und ergeben jedesmal am Speisepunkt einen hochohmigen Abschluss.

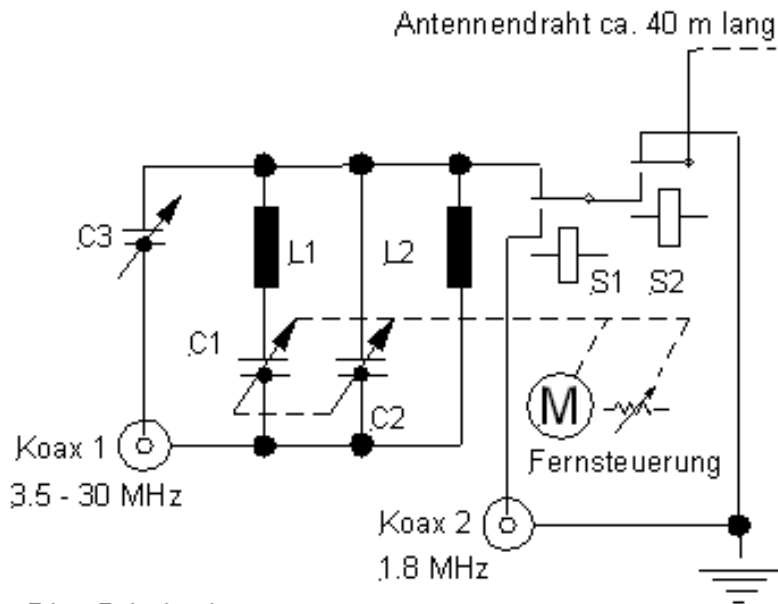


Die beste Drahtlänge für eine spannungsgespeiste Mehrband-Antenne





Multiband Koppler für spannungsgespeiste Antenne $L = 40\text{ m}$



S1 = Schaltschütz
Ein = 1.8 MHz / Aus = 3.5 - 30 MHz

S2 = Schaltschütz
Ein = Antenne in Betrieb / Aus = Antenne geerdet

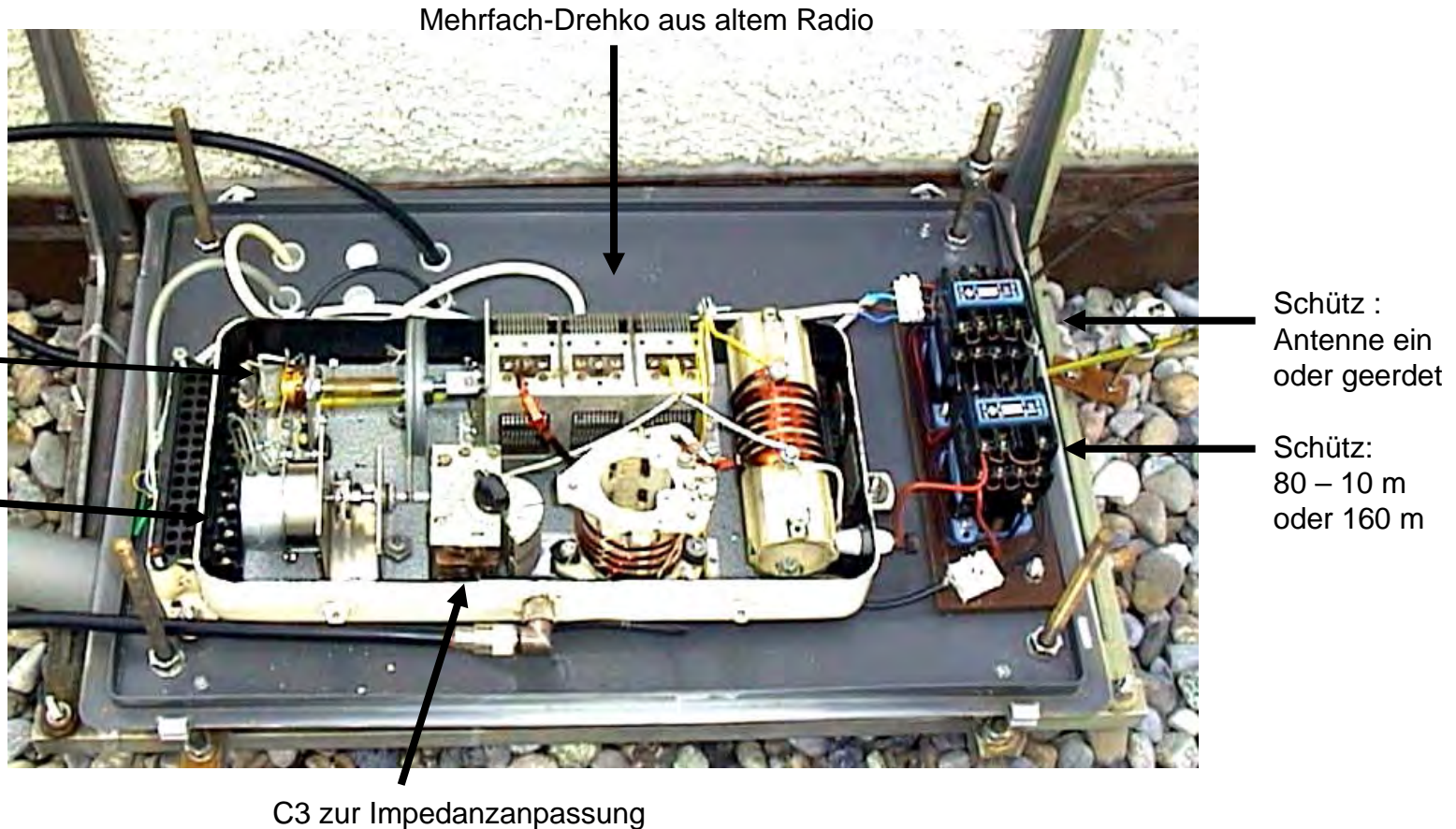
Grundsätzlich ein Z-Match wobei der Antennendraht am „heissen“ Ende des Multiband-Schwingkreises angeschlossen ist.

80m – 10 m (inkl. Der WARC Bänder) lassen sich anpassen.

Auf 160 m arbeitet die Antenne als $\lambda/4$ Strahler mit Dachkänneln etc. als Gegengewicht.



Multiband Koppler für spannungsgespeiste Antenne $l = 40\text{ m}$



Das ganze ist in das Gehäuse eines alten Elektrizitätszählers eingebaut und wird durch eine Plastikbox abgedeckt.

HB9ACC

Sept. 2008

Rund um die Antenne

Teil 2



Antennen verkürzen

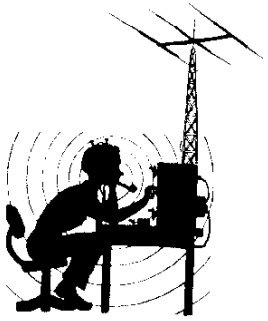
Häufig fehlt der Platz um die volle Drahtlänge unterzubringen.

Was tun ???

Methoden um eine Antenne elektrisch zu verkürzen:

1. **Verlängerungs-Spulen**
2. **Enden abbiegen**
3. **Die Umwegleitung**
4. **Kapazitive Belastung (Endkapazitäten)**





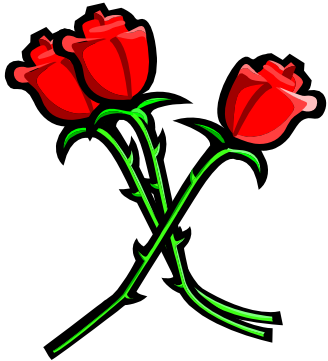
Antennen verkürzen

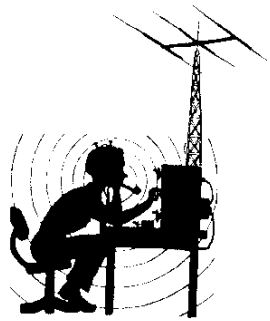
Keine Rosen ohne Dornen

Jede elektrische Verkürzung einer Antenne führt zu:

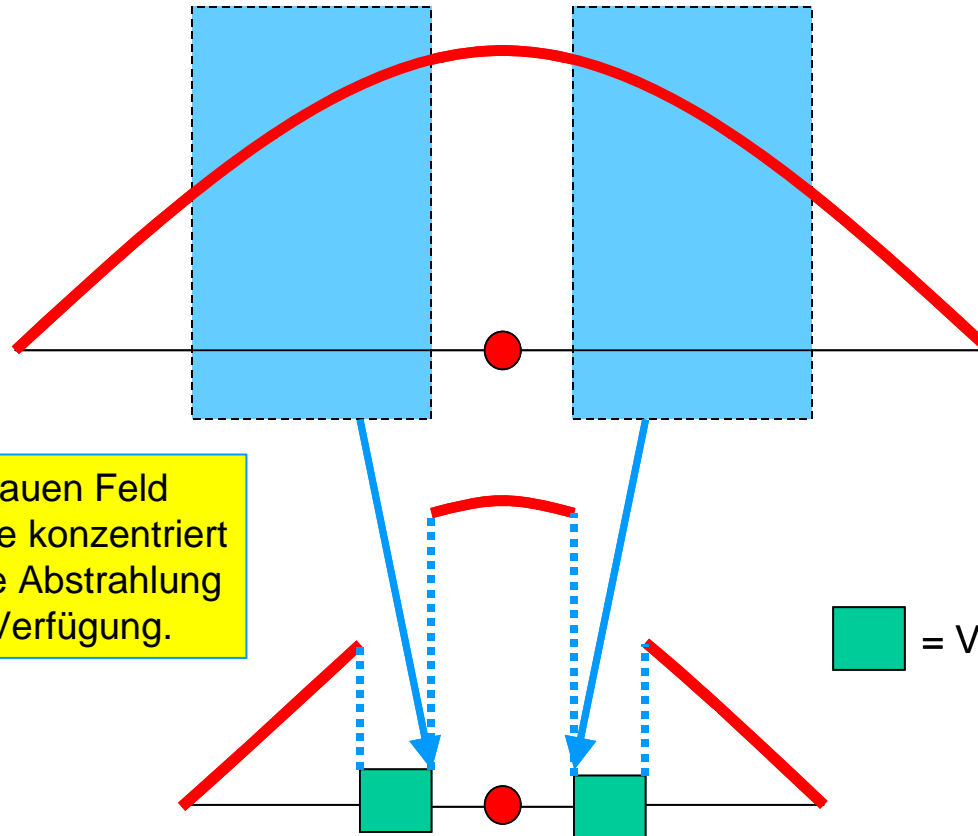
- Absinken der Speisepunktimpedanz
- höherem SWR
- Einschränkungen der Bandbreite
- zusätzlichen Verlusten
- vermindertem Wirkungsgrad

In der Praxis geht es darum die Lösung zu finden die am wenigsten Nachteile aufweist.





Verkürzung mittels Spulen



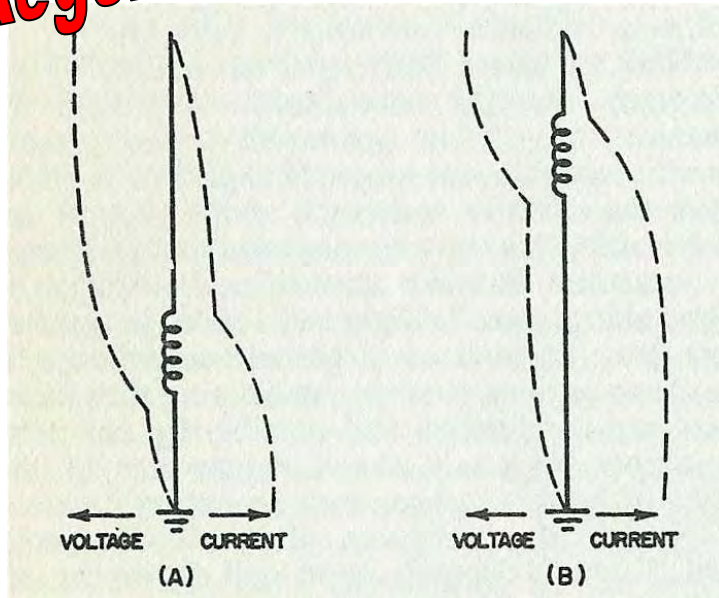
Der Strom im blauen Feld wird in der Spule konzentriert und steht für die Abstrahlung nicht mehr zur Verfügung.

 = Verlängerungsspule



Verkürzung mittels Spulen

Regel 3: Strom strahlt



Kompromiss finden wo die Spule einfügen

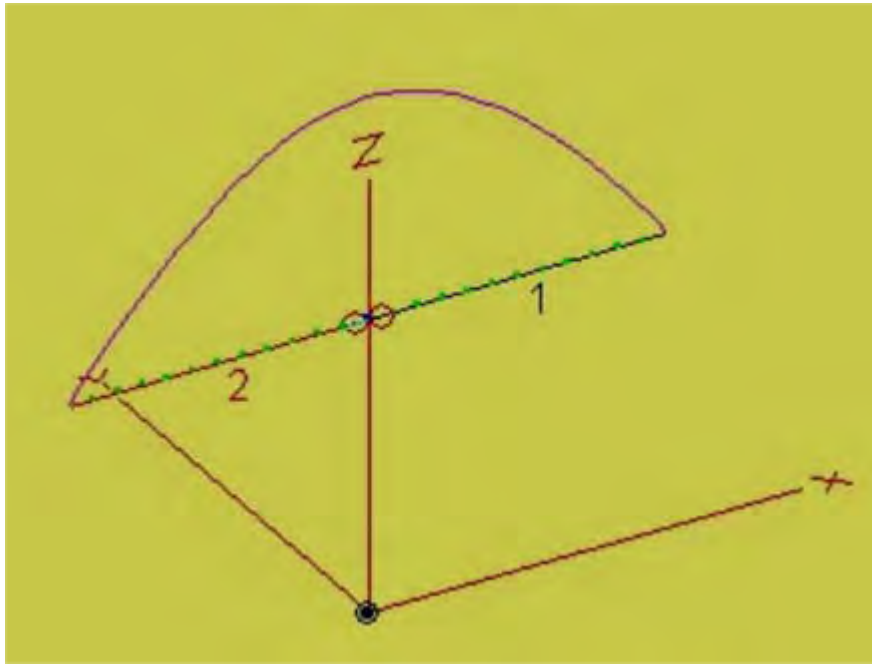
- direkt am Speisepunkt = da fließt Strom!
kleine Spule, dicker Draht
- in der Mitte = besserer Wirkungsgrad
Spule mit mehr Windungen, Gewicht ?
- gegen Aussen = Wirkungsgrad „optimal“
jedoch Spule mit sehr vielen Windungen,
Gewicht etc.

Auf jeden Fall: eingengte Bandbreite, höheres SWR, Spulenverluste, Q der Spule beachten, Gewicht beachten, konstruktive Details (Wetterfestigkeit) ... etc.



Verkürzung mittels Spulen

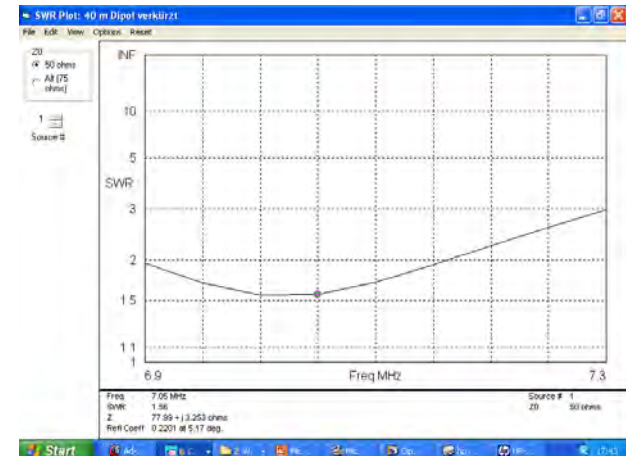
Fall A) 7 MHz Dipol voller Länge



Gain = **6.1 dBi**

Länge über alles **20.4 m**

Höhe = 10 m





Verkürzung mittels Spulen

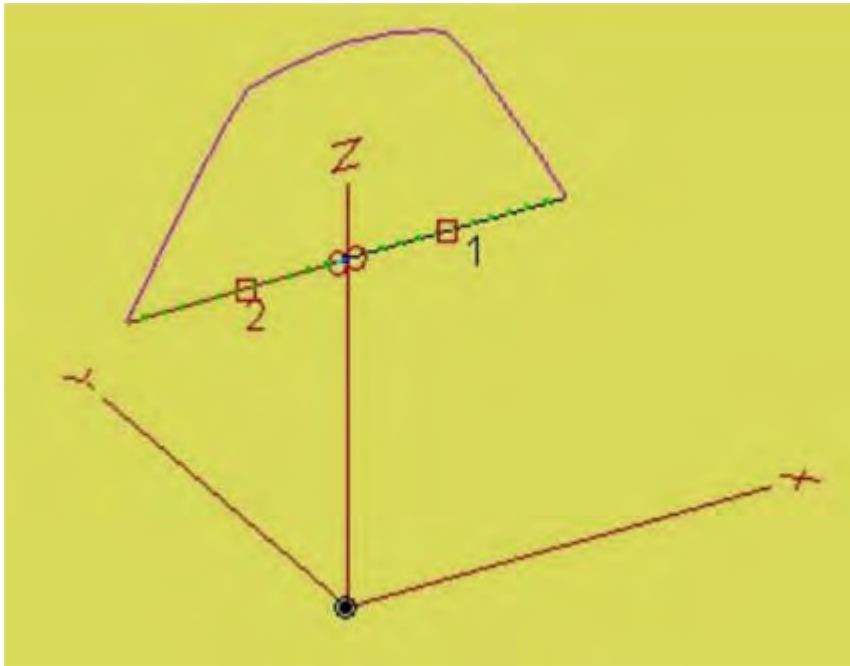
Fall B) 7 MHz Dipol mit Spulen je in der Mitte

Spulen je bei 50 % jeder Dipolhälfte

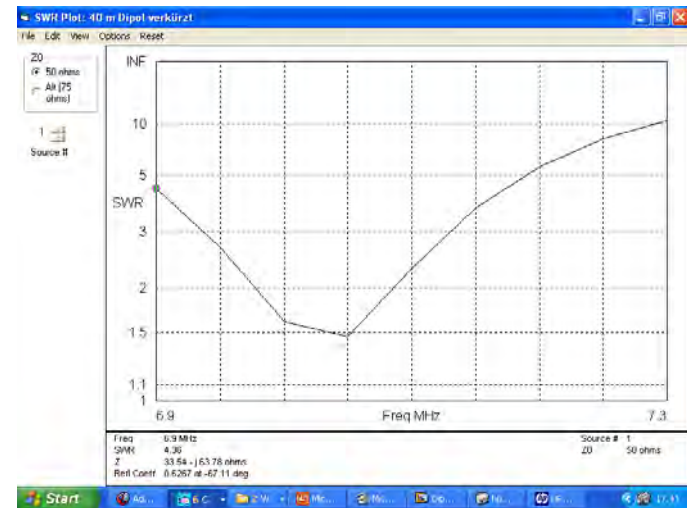
$$L = 15 \mu\text{H} / 5\Omega$$

Gain = **5.2 dBi**
(Full size Dipol = 6.1 dBi)

Länge über alles **12.6 m**



Länge auf 62 % reduziert





Verkürzung mittels Spulen

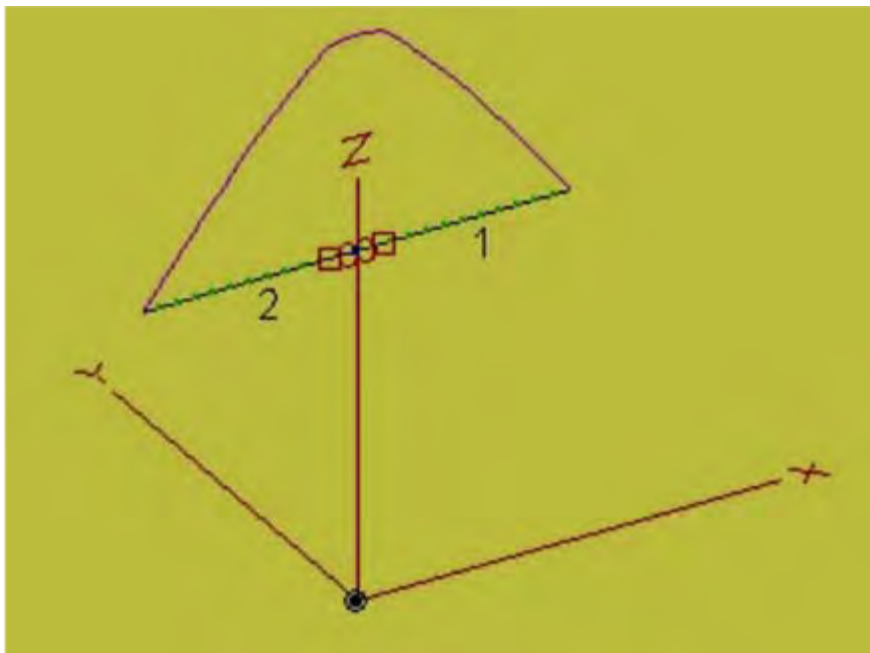
Fall C) 7 MHz Dipol mit Spulen 10 μH Innen

Spulen je bei 10 % ab Mitte jeder Dipolhälfte

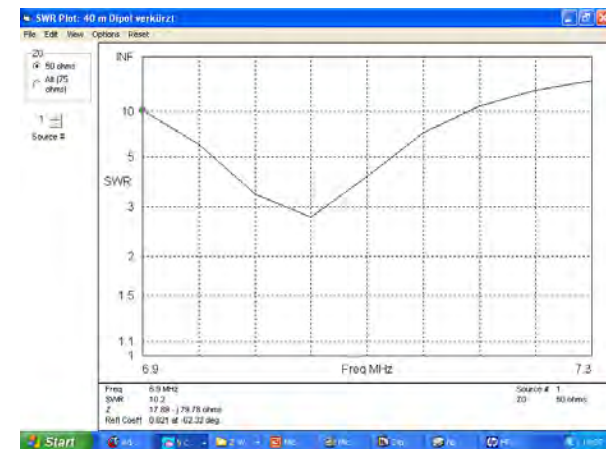
$$L = 10 \mu\text{H} / 5\Omega$$

Gain = **4.4 dBi**
(Full size Dipol = 6.1 dBi)

Länge über alles **12.2 m**



Länge auf 60 % reduziert





Verkürzung mittels Spulen

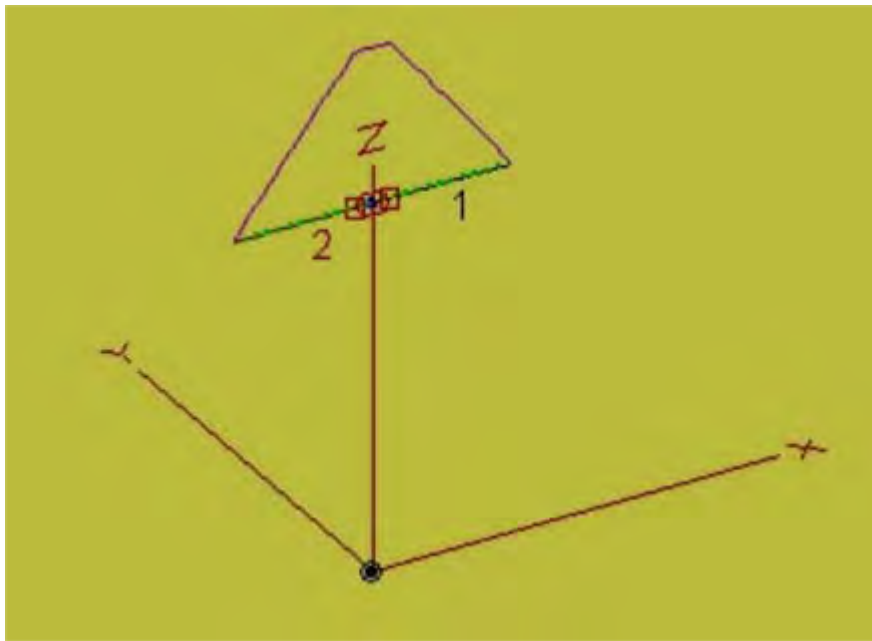
Fall D) 7 MHz Dipol mit Spulen 20 μH Innen

Spulen je bei 10 % ab Mitte jeder Dipolhälfte

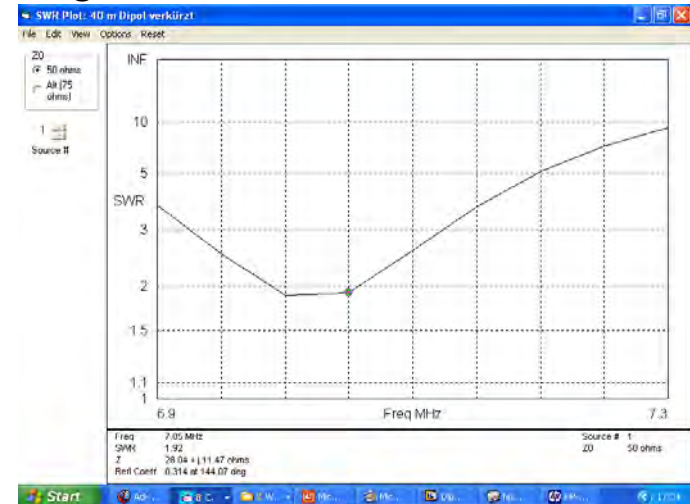
$$L = 20 \mu\text{H} / 5\Omega$$

Gain = **2.5 dBi**
(Full size Dipol = 6.1 dBi)

Länge über alles **7.5 m**



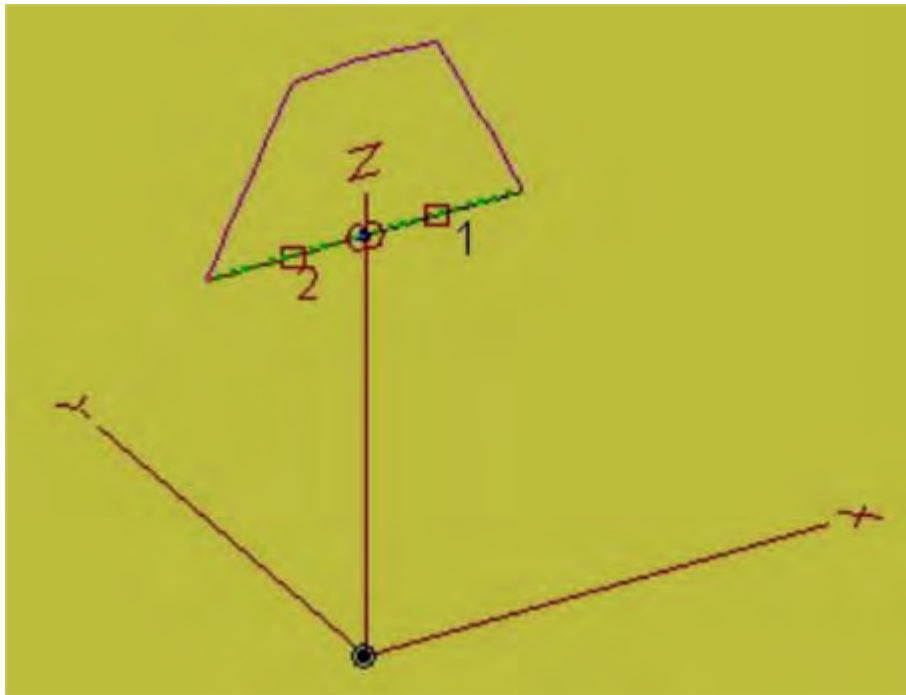
Länge auf 37 % reduziert





Verkürzung mittels Spulen

Fall E) 7 MHz Dipol mit Spulen $31 \mu\text{H}$
je in der Mitte jeder Dipolhälfte

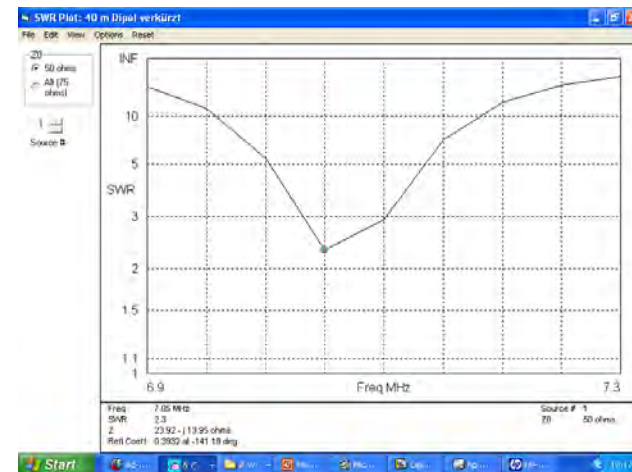


Spulen je bei 50 % ab Mitte jeder Dipolhälfte

$$L = 31 \mu\text{H} / 5\Omega$$

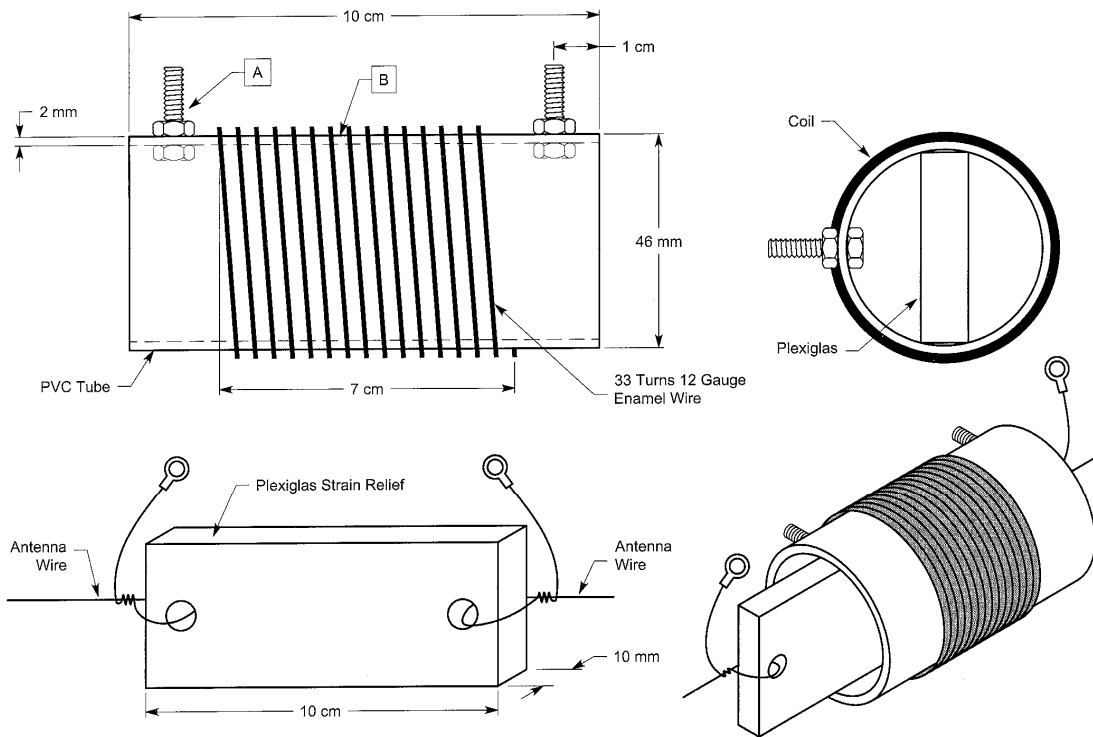
Gain = **3.6 dBi**
(Full size Dipol = 6.1 dBi)

Länge über alles **7.5 m**





Verkürzung mittels Spulen



Ein Vorschlag zum praktischen Spulenbau.

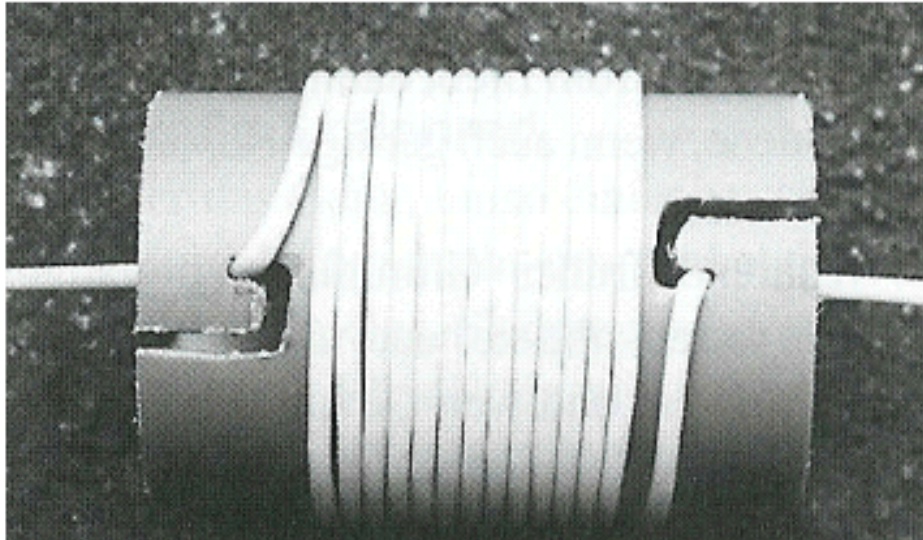
Wenn möglich Antenne und Spule mit demselben Draht durchgehend herstellen

= weniger Übergangswiderstände

Als Spulenkörper „graues“ und nicht „schwarzes“ Abflussrohr nehmen!



Verkürzung mittels Spulen



Home-made Verlängerungsspule

ohne den Antennen-
draht zu unterbrechen.

Spulenkörper =
PVC Rohre, grau
aus dem Baumarkt



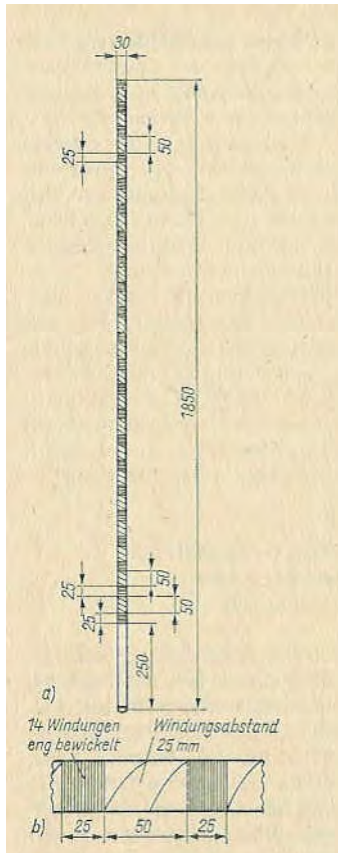
Verkürzung mittels Spulen

Sonderfall = Wendelantenne

Der Antennendraht wird wendelförmig auf einen Stab aus isolierendem Material aufgewickelt.

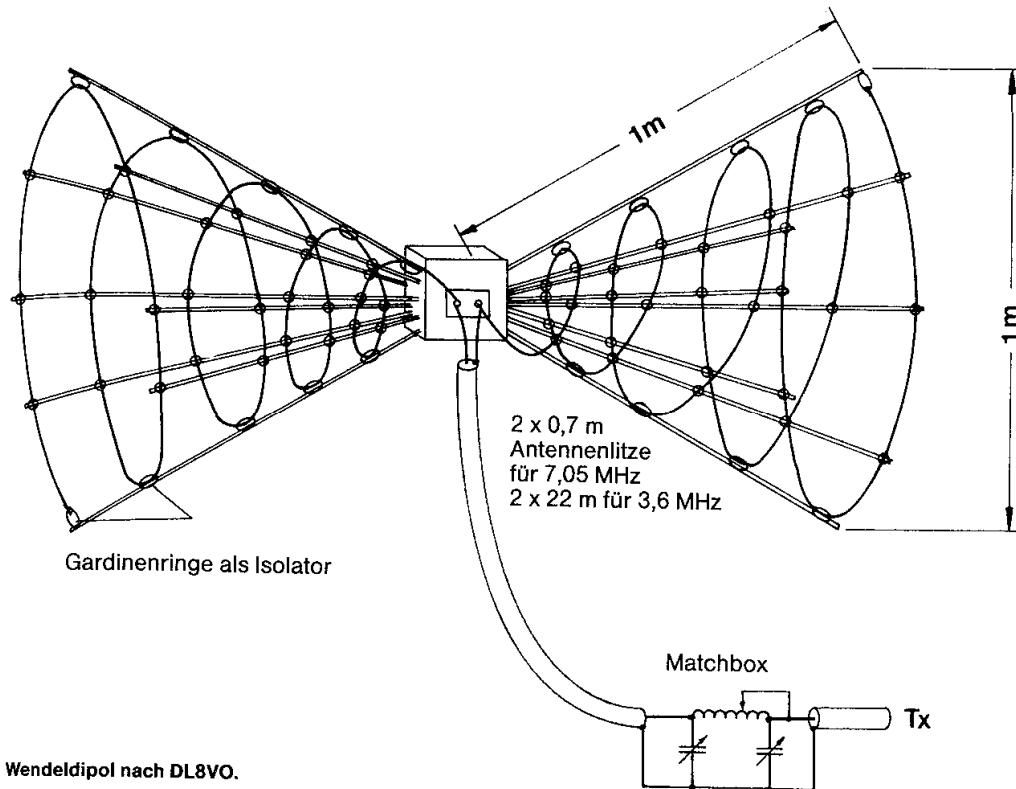
Vorteile: lineare Verkürzung

Man sagt dieser Antenne einen etwas besseren Wirkungsgrad nach.





Verkürzung mittels Spulen



Was nicht schon
alles versucht wurde !

Sonderfall einer
induktiv verkürzten
Antenne.

Wendeldipol nach DL8VO.



Verkürzung mittels Spulen



MFJ-1622
Apartment Antenna

Die eigentliche Problematik dieser Antennen liegt in der Güte der Spulen. Eine hochwertige Spule kostet Geld und ergibt eine winzig kleine Bandbreite. Eine eher mässige Spule ergibt eine „bessere“ Bandbreite und erfreut das Herz des OM's. Die „bessere“ Bandbreite geht allerdings zu Lasten des Wirkungsgrades.

MFJ-1624
Mobil-Antenne





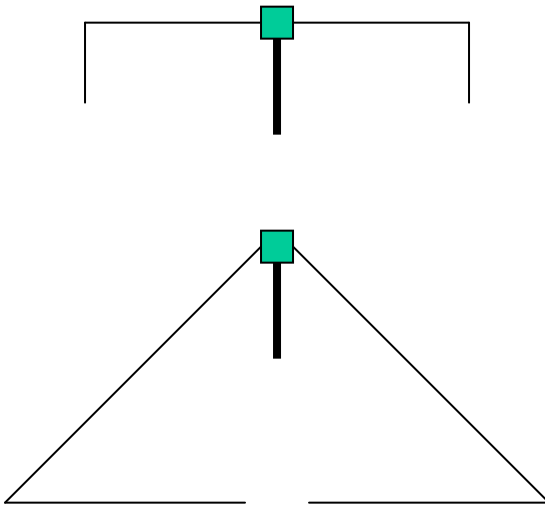
Verkürzung durch Umbiegen der Enden

My Favourite

Diese Methode ist verlustarm.

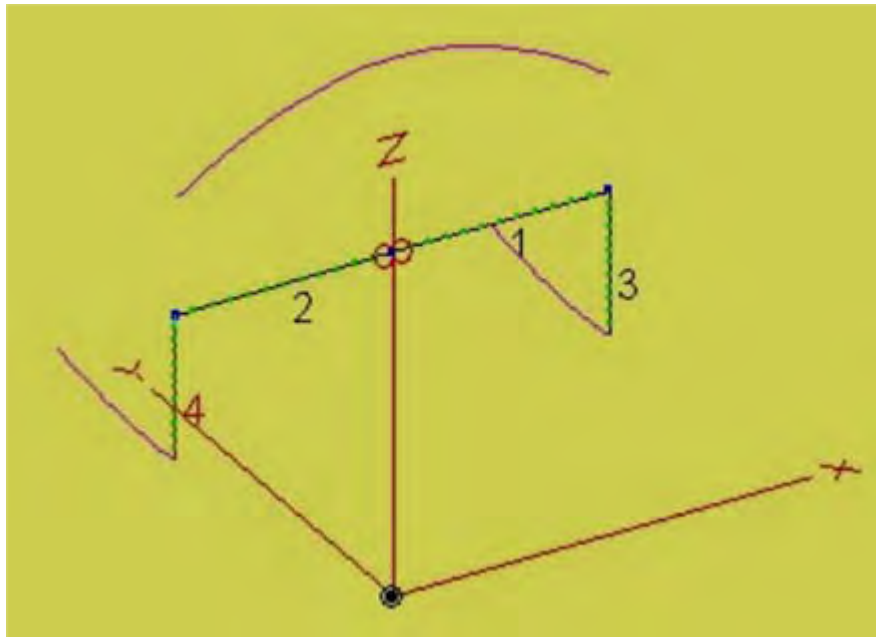
Ab ca. 50 % der Länge einer Dipolhälfte darf man umbiegen ohne nennenswerten Wirkungsgradverlust.

Regel 3 „Strom strahlt“ ist hier erfüllt. Mit den Enden der Antenne wird die Resonanz abgeglichen. Die abgebogenen Enden tragen jedoch fast nichts mehr zur Abstrahlung bei.





Verkürzung durch Umbiegen der Enden



Diese Art Verkürzung kostet nur 0.5 dBi
 Die Anpassung ist besser.
 Die SWR 1:2 Bandbreite ist viel grösser

7 MHz Dipol

L1 / L2 = je 6.3 m (12.6 m)

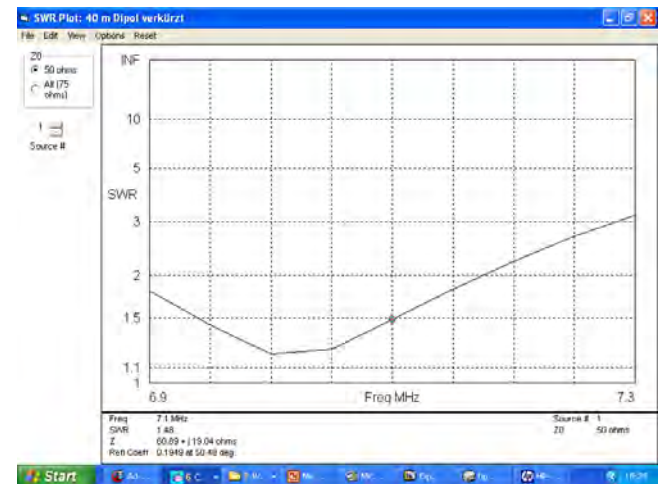
L3 / L4 = je 4.2 m

Höhe max = 10 m

Höhe min = 5.8 m

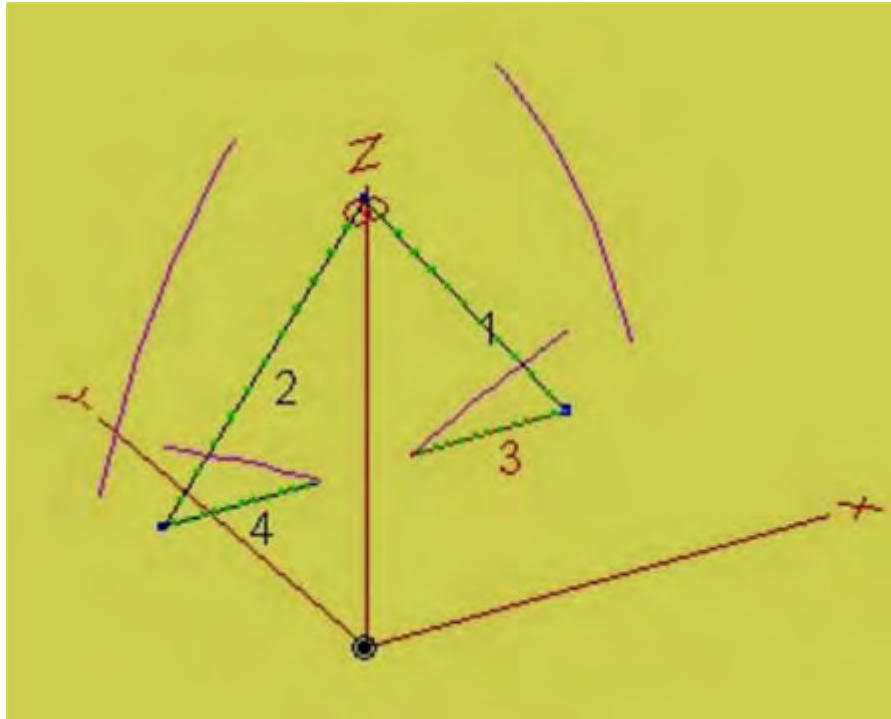
Gain = 5.6 dBi

(Full size Dipol = 6.1 dBi)





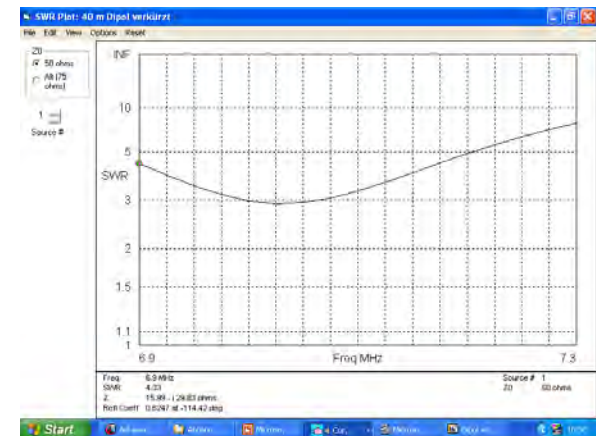
Verkürzung durch Umbiegen der Enden



Diese Art Verkürzung kostet nur 1.2 dBi
 Die Anpassung ist zwar breit, aber auf
 Niveau SWR=3. Impedanz = $16 - j30 \Omega$.

7 MHz Dipol

- L1 / L2 = je 7.5 m
- L3 / L4 = je 3.5 m
- Höhe Mast = 10 m
- Höhe horiz. Teil = 4 m
- Gain = 4.9 dBi
- (Full size Dipol = 6.1 dBi)

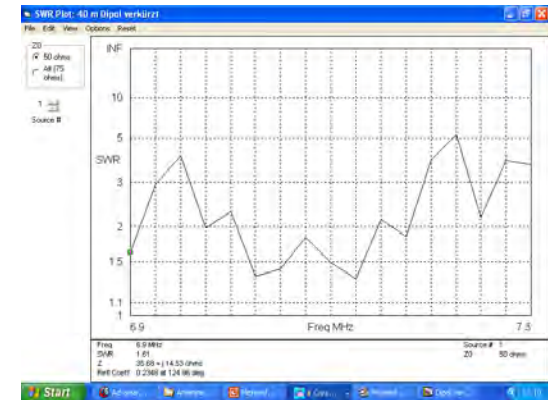
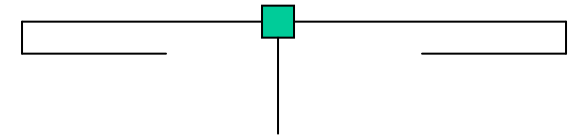
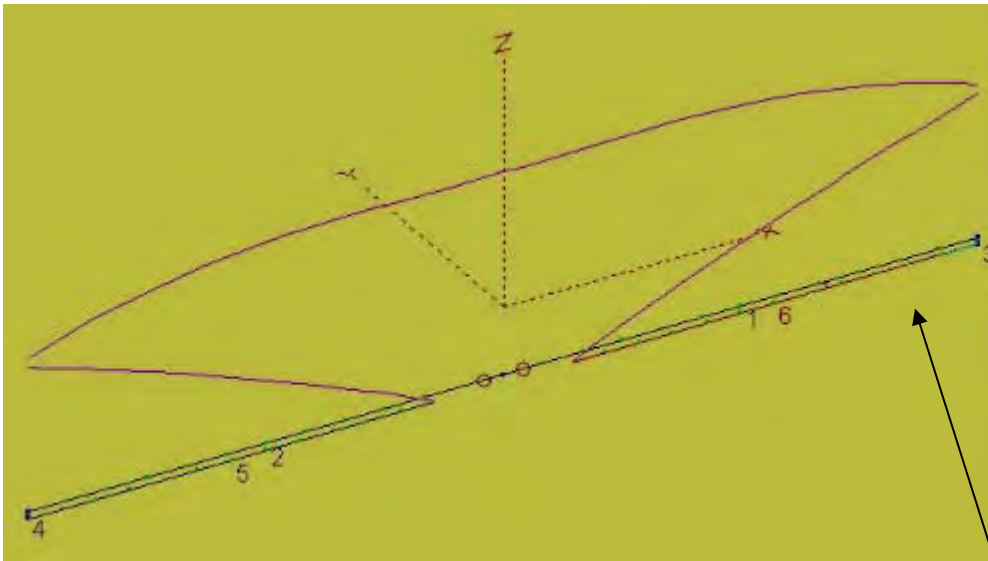




Verkürzung durch Umbiegen der Enden

7 MHz Dipol

Enden umgelegt

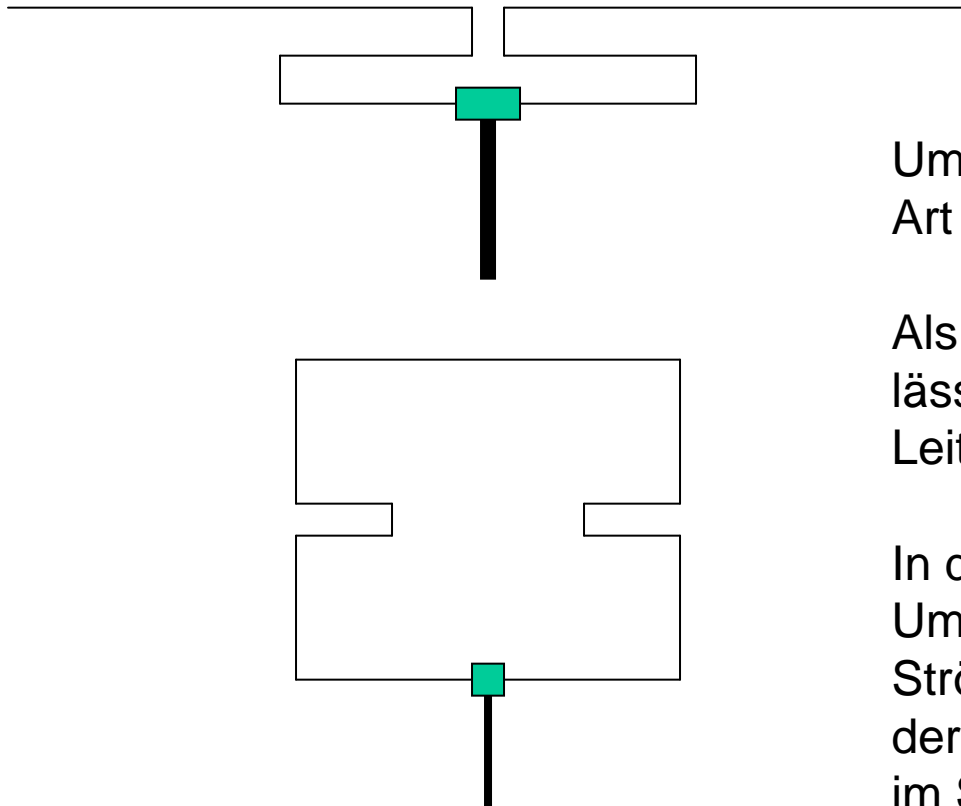


Totale Länge = 14 m
 Umwegleitung = 6 m
 Abstand der Drähte = je 10 cm
 Gain = 5.5 dBi
 (*Full size Dipol* = 6.1 dBi)

Hier legen wir die Enden um. Teile mit wenig Strom liegen Teilen mit viel Strom gegenüber. Summa summarum erhalten wir mehr Strom der für die Abstrahlung zur Verfügung steht.



Verkürzung mittels Umwegleitung



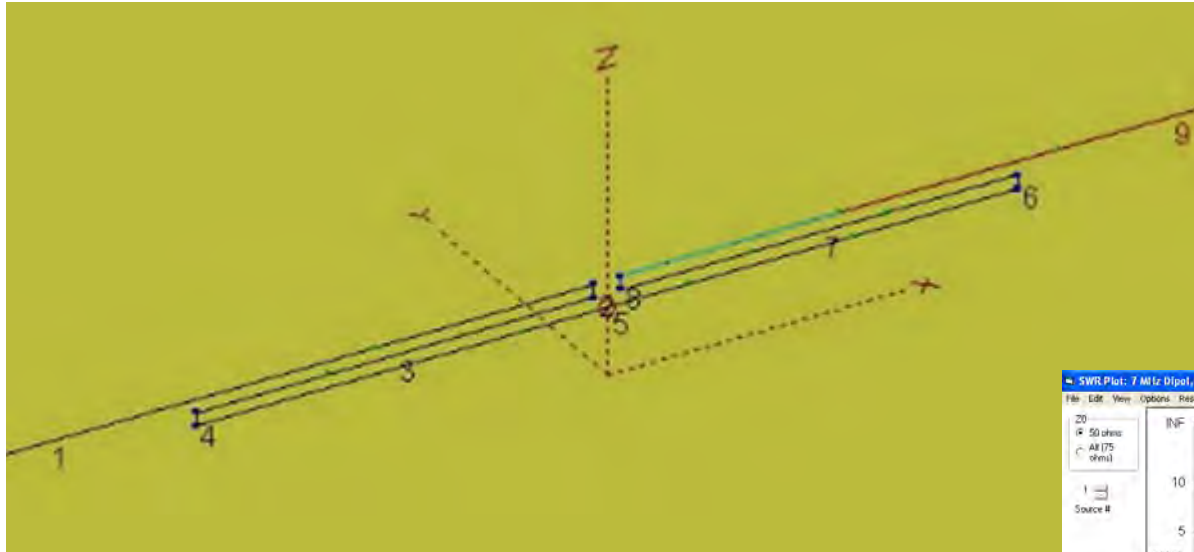
Umwegleitungen sind eine weitere Art eine Antenne elektrisch zu verlängern.

Als Basis für eine Umweg-Leitung lässt sich z.B. Wireman 450 Ω Hühner-Leiter verwenden.

In den Teilen der Antenne die in der Umwegleitung liegen heben sich die Ströme gegenseitig auf. Beim Dipol ist der Effekt ähnlich wie bei einer Spule im Strombauch.

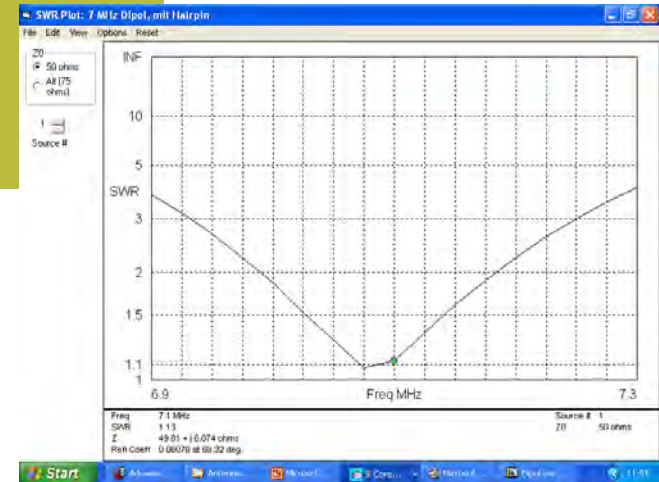


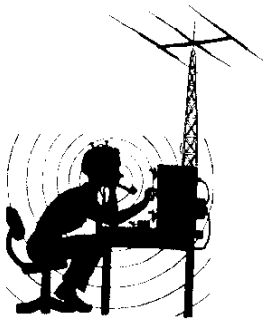
Verkürzung mittels Umwegleitung



7 MHz Dipol

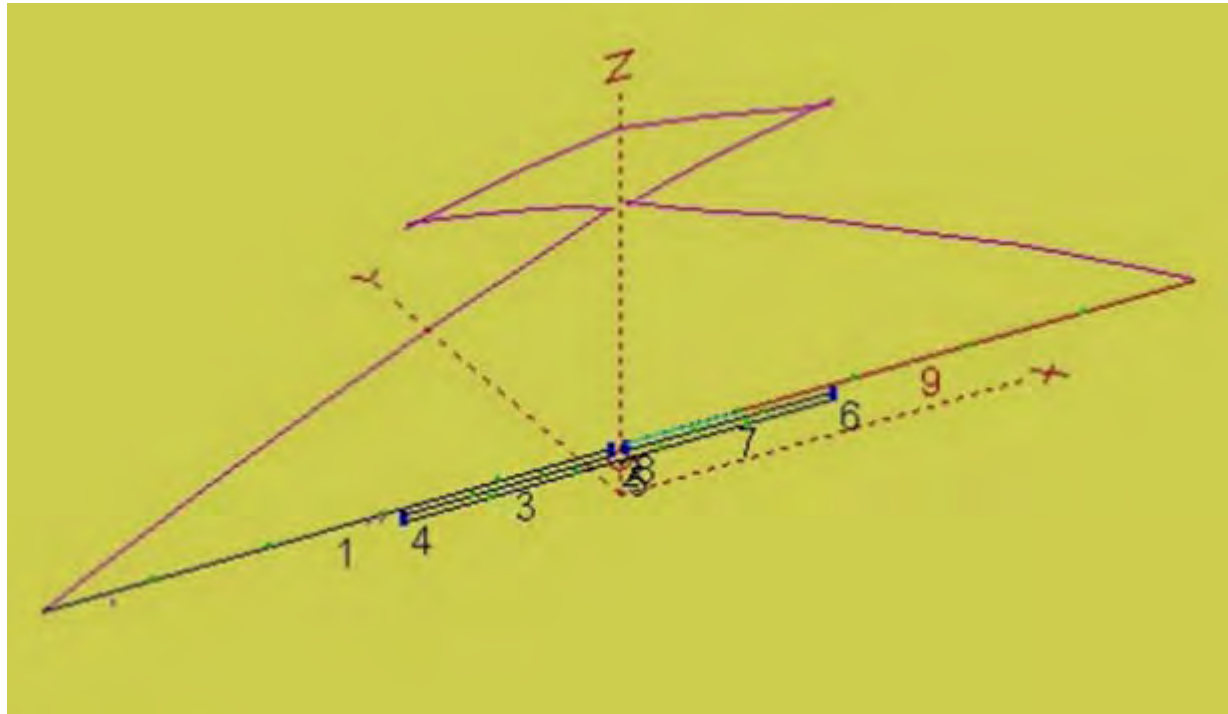
Totale Länge	=	16.2 m
Umwegleitung	=	6 m
Abstand der Drähte	= je	10 cm
Gain	=	4.5 dBi
(Full size Dipol)	=	6.1 dBi





Verkürzung mittels Umwegleitung

7 MHz Dipol Stromverteilung

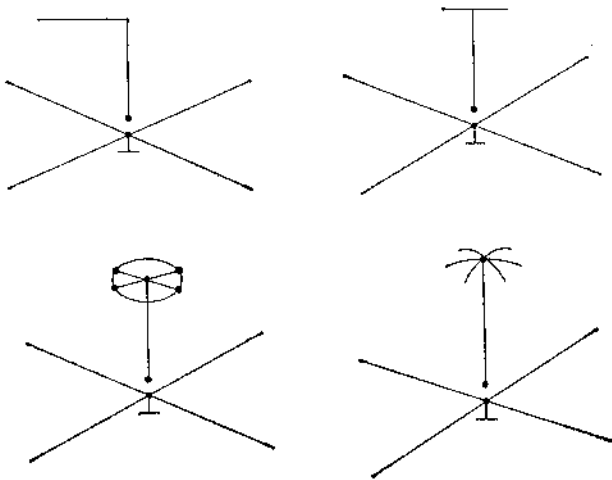


Die Umwegleitung sitzt in der Mitte, da wo der grösste Strom fliesst.



Verkürzung mittels kapazitiver Belastung

Theorie:



Die kapazitive Belastung im Spannungsmaximum bildet eine zusätzliche Kapazität gegen Erde.

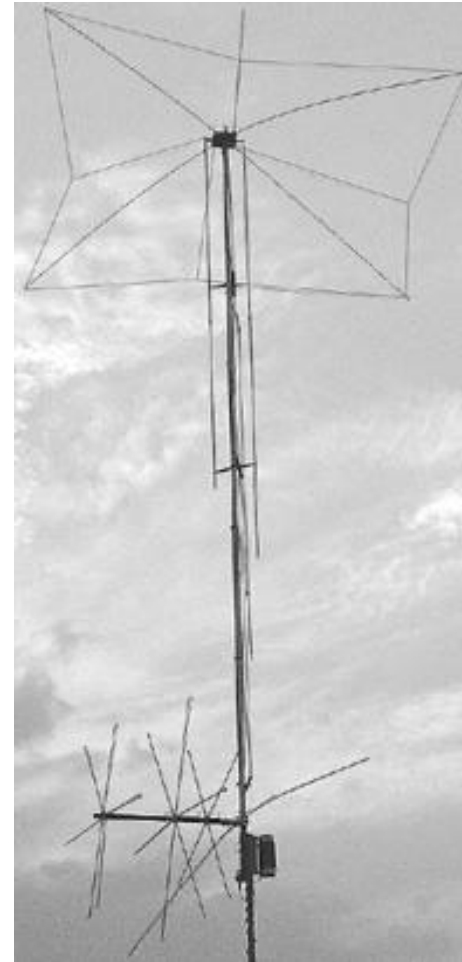
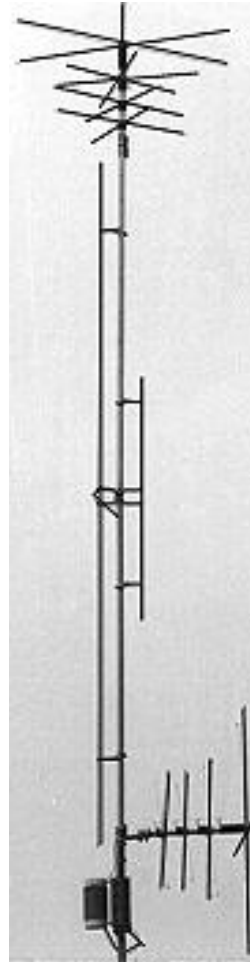
Wie bei einem Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz durch das Hinzufügen einer Zusatzkapazität niedriger wird, tritt auch bei einer Antenne durch das Anfügen einer Endkapazität eine Verkleinerung der Resonanzfrequenz auf.

Wird aus praktischen Gründen meistens für Vertikalantennen angewandt.

Bedeutend weniger Verluste als mit Verlängerungsspulen



Verkürzung mittels kapazitiver Belastung

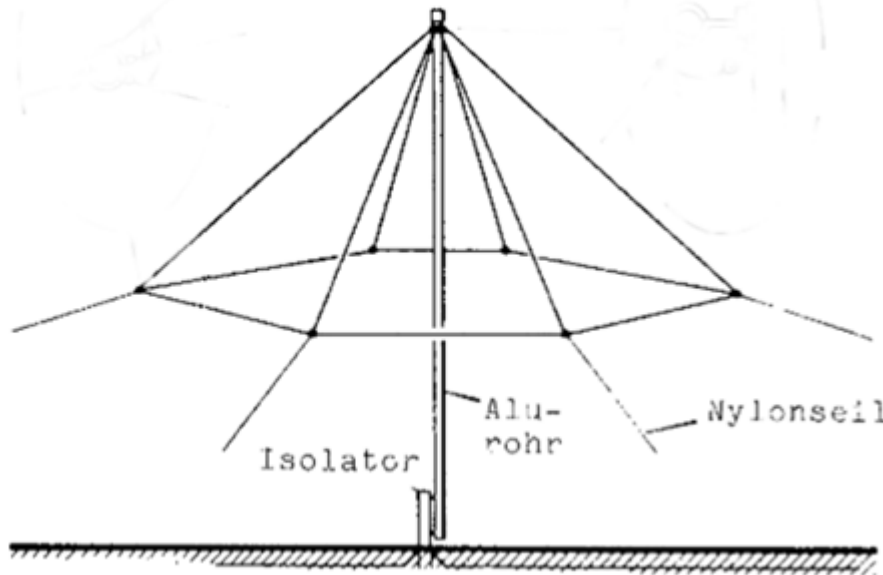


Aus dem Katalog von MFJ

Um extrem starke Verkürzung zu erreichen werden oft sowohl Spulen wie auch kapazitive Verkürzungen angewendet.



Verkürzung mittels kapazitiver Belastung



Beispiel:

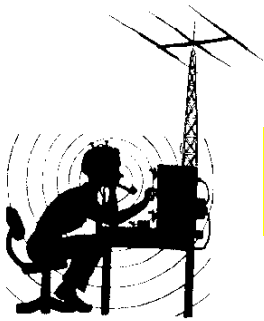
1.8 MHz Vertikal nach G3TXQ

Mastlänge 13.5 m

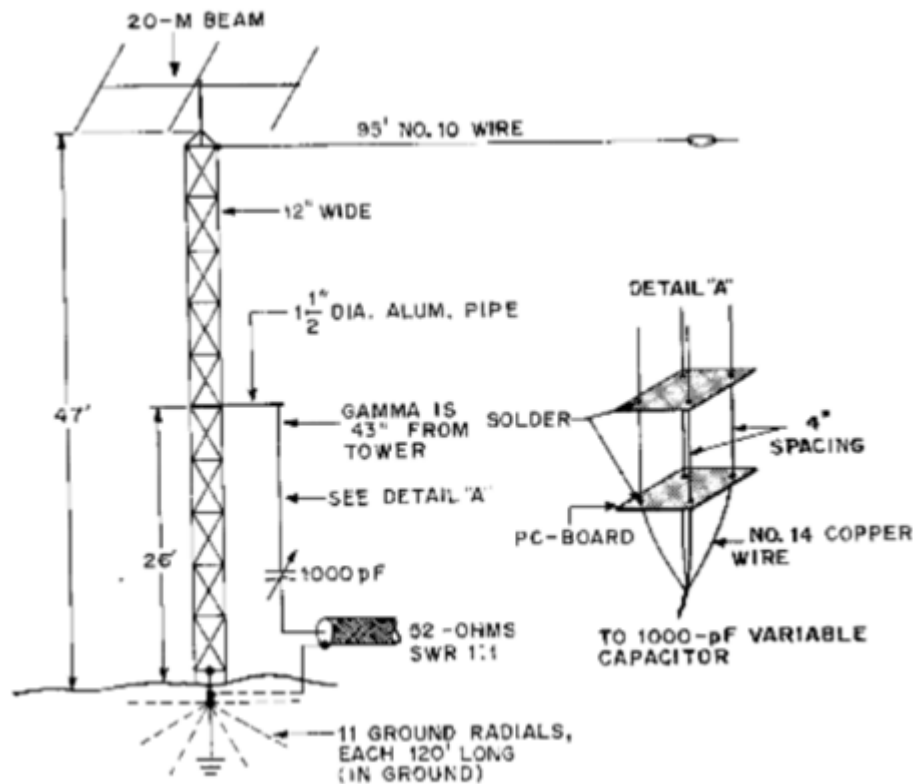
Dachkapazität 6 Stck. 10 m lange Leiter die untereinander verbunden sind.

Radialnetz notwendig

Als Mastfussisolator nehme man eine Champagnerflasche.



Verkürzung mittels kapazitiver Belastung



Beispiel:

Ein vorhandener Metallmast samt Beam wird auf 1.8 MHz erregt.

Der Beam und der vertikal gezeichnete Draht werden als Dachkapazität benutzt.

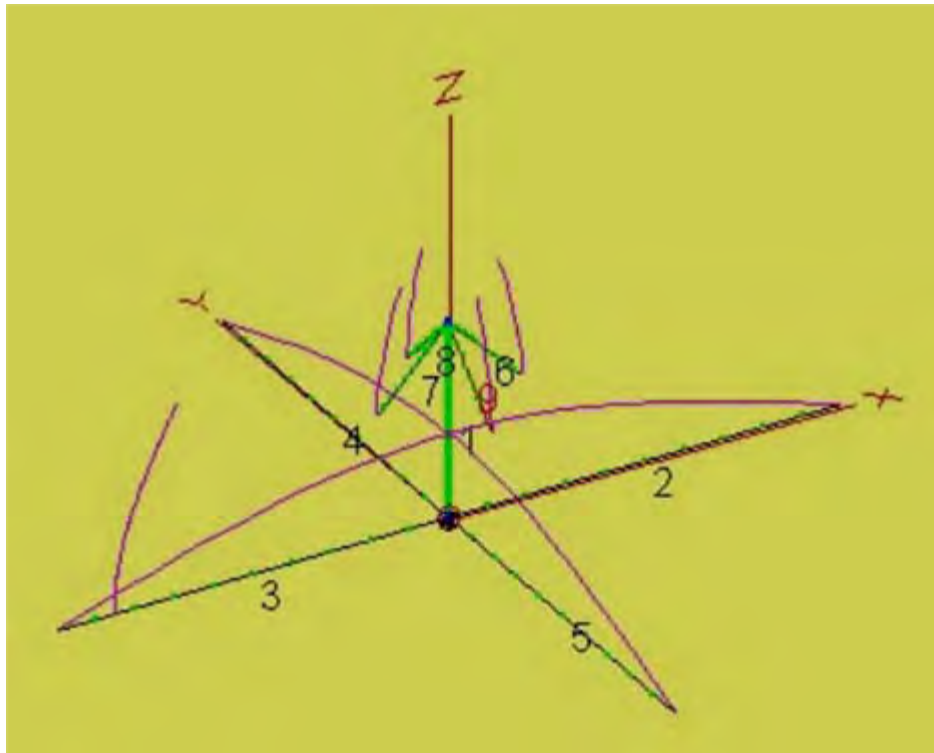
Durch die Länge des Drahtstücks lässt sich die Resonanz verändern.

Anpassung = Gamma-Match



Verkürzung mittels kapazitiver Belastung

40 m Ground-Plane mit Kapazitäts-Hut

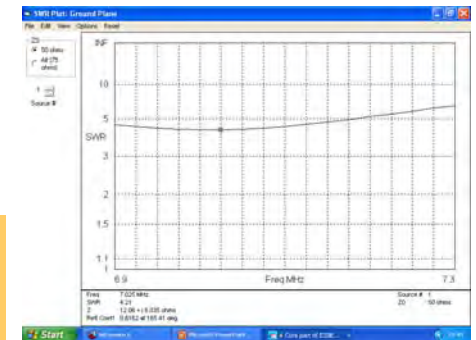


Länge Strahler = 5.4 m
gegenüber Full-Size Strahler = 10.4 m

Kapazitätshut:

4 Drähte à je 2.82 m, jeweils
45 Grad nach unten abgewinkelt

Performance etwa gleich wie eine
Full-size Ground-Plane.

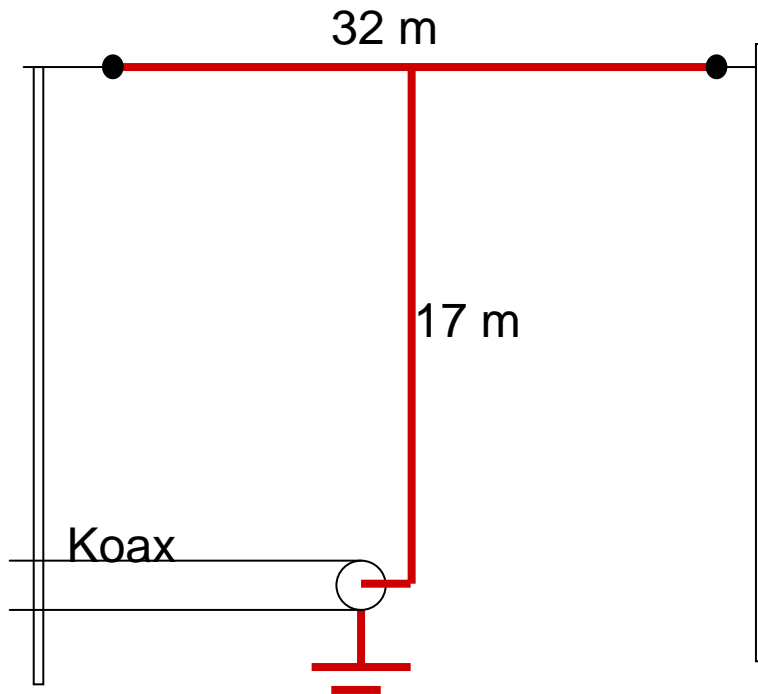


SWR ca. 5
 $Z = 12 + j6\Omega$



T-Antenne

Eine etwas andere Art Kapazitäts-Hut

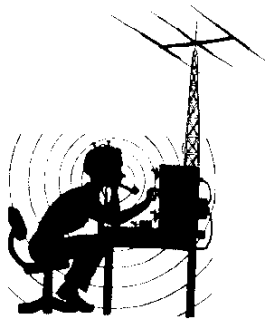


Beispiel für 160 m

- T-Antennen werden meistens für Low-Band DX benutzt (160 m / 80 m).
- Der vertikale Teil ist der eigentliche Strahler.
- Der horizontale Teil ist ein Kapazitäts-Hut.

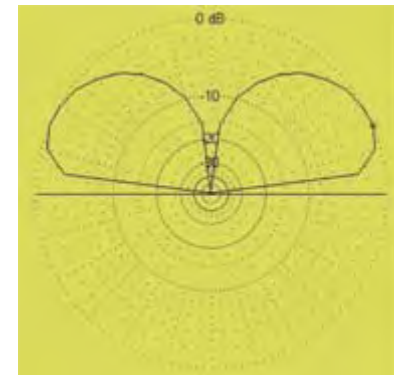
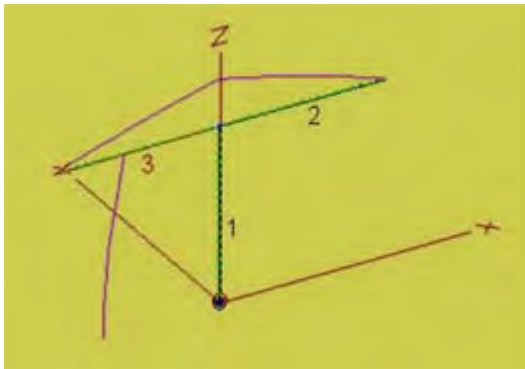
- Die Performance steht und fällt mit den Erdverhältnissen.

- Eine weitere Anwendung sind Antennen für Langwellen-Funk (136 kHz).



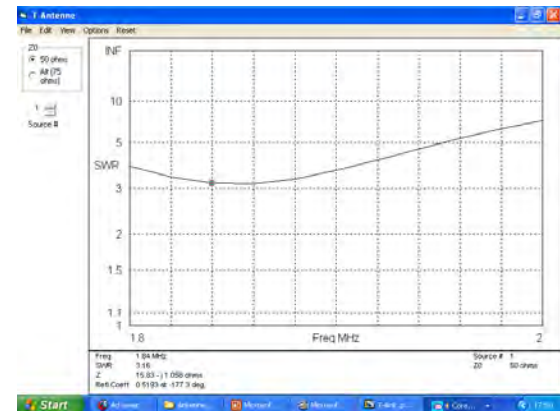
T-Antenne

Eine etwas andere Art Kapazitäts-Hut



Beispiel: T-Antenne für 1.8 MHz

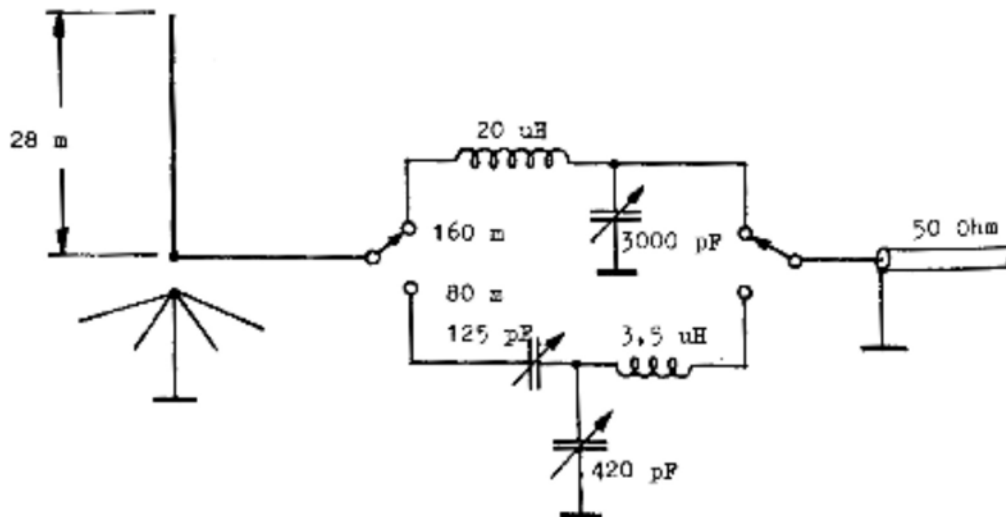
- Abstrahlwinkel bei **22.5 Grad**
- Rundstrahler
- Gewinn **1.35 dBi** (über mittlerem Boden)
- Speisepunktimpedanz bei 1840 kHz = $16 - j1 \Omega$





Anpassung niederohmiger Antennen

Die klassische Methode: Anpassnetzwerk am Speisepunkt



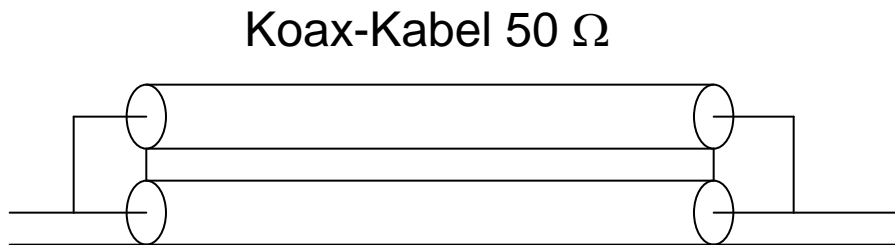
- einwandfreie Anpassung an das 50Ω Kabel bei einer einzigen Frequenz.
- bei Frequenzwechsel muss öfters nachgestimmt werden.
- dies bedingt auf jeden Fall eine Fernsteuerung des Drehkondensators.



Anpassung niederohmiger Antennen

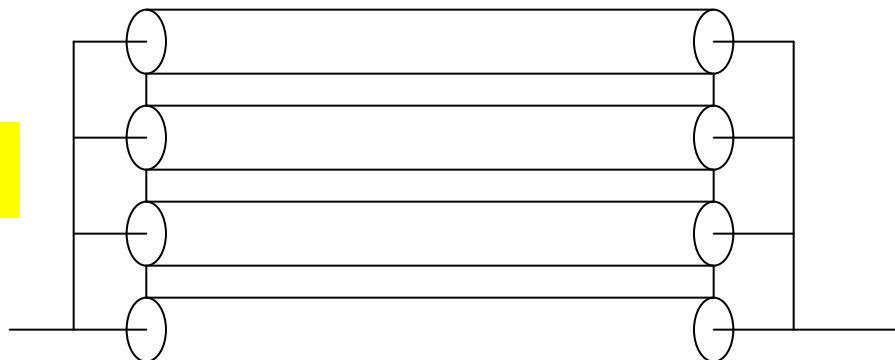
Die etwas andere Methode: **Parallelschaltung von Koax-Kabeln.**

$$Z = 25 \Omega$$



Impedanzen können und dürfen wie Widerstände parallel geschaltet werden.

$$Z = 12.5 \Omega$$

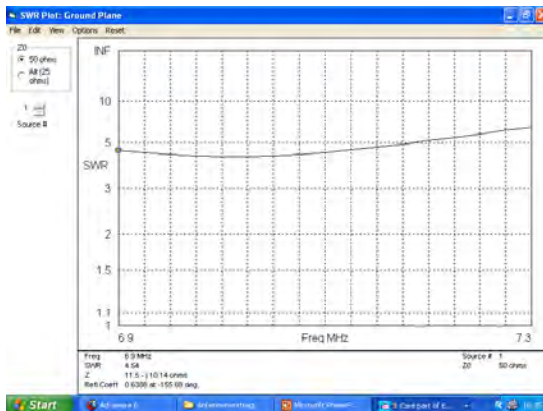
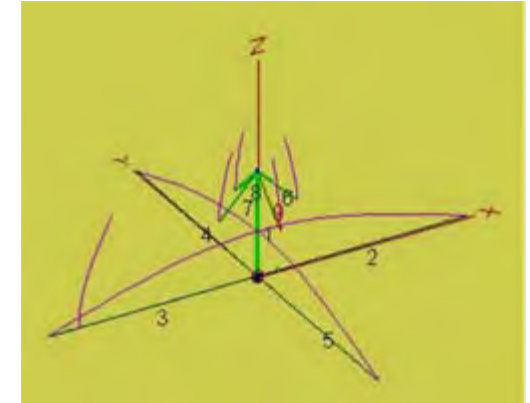


Dadurch wird es möglich die Impedanzanpassung im Shack vorzunehmen.

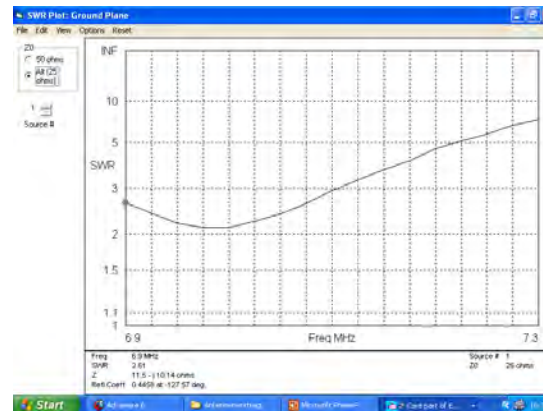


Anpassung niederohmiger Antennen

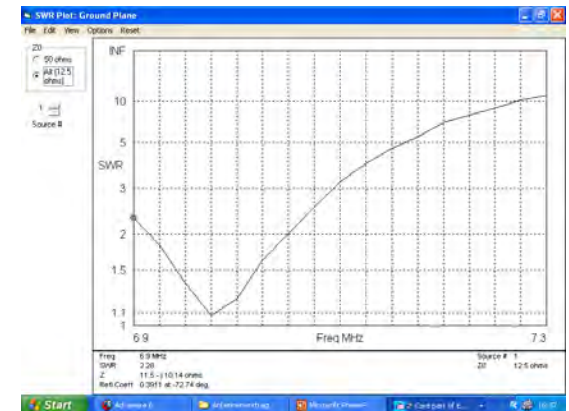
SWR Kurven der 40 m Ground-Plane mit Kapazitätshut



50 Ω Kabel
1 Kabel



25 Ω Kabel
2 Kabel parallel



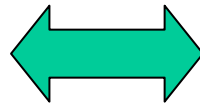
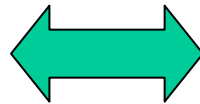
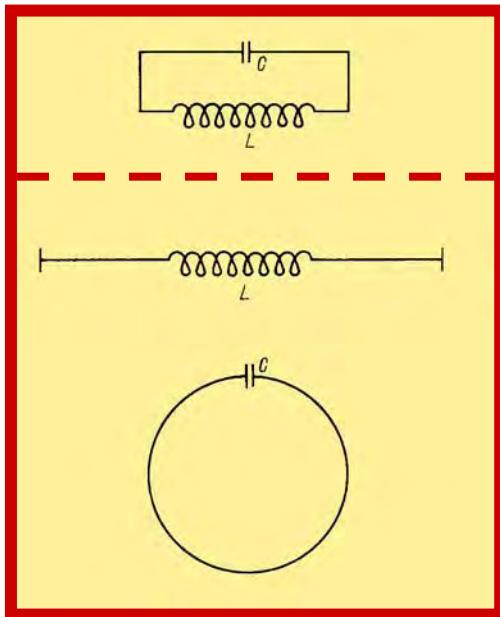
12.5 Ω Kabel
4 Kabel parallel

HB9ACC
Sept. 2008

Rund um die Antenne
Teil 2



Spezialformen verkürzter Antennen



Ein geschlossener Schwingkreis
Strahlt nicht

... aber ...

jede Zwischenform die vom
geschlossenen Schwingkreis
abweicht bis zum Dipol hat
Potential zu strahlen.



Magnetische Antennen

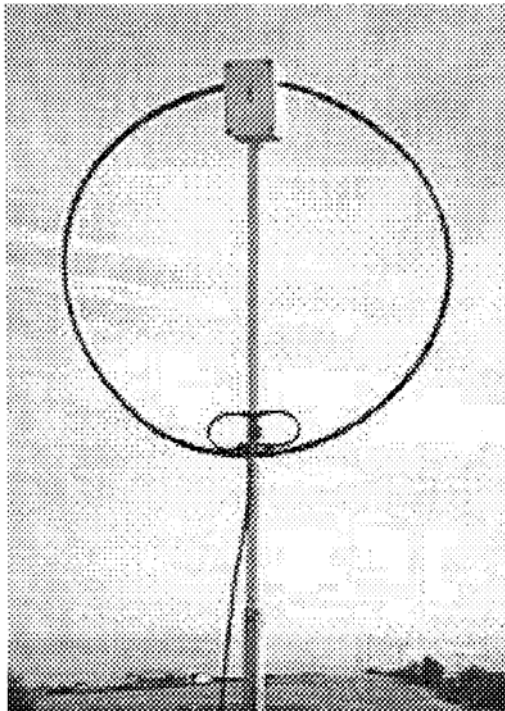
Die Magnetantenne ist im Prinzip ein

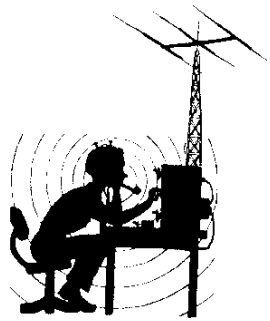
Einwindungs-Schwingkreis

Das elektrische Feld bleibt im Kondensator konzentriert, während ein ausgedehntes magnetisches Feld aus der grossen Ring-schleife austritt.

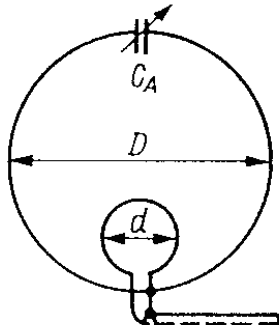
Der Schwingkreis wird auf der gewünschten Frequenz auf Resonanz gebracht.

Die Praxiserfahrungen sind gemischt.
Gut für Spezial-Anwendungen (z.B. Wohnmobil)





Magnetische Antennen

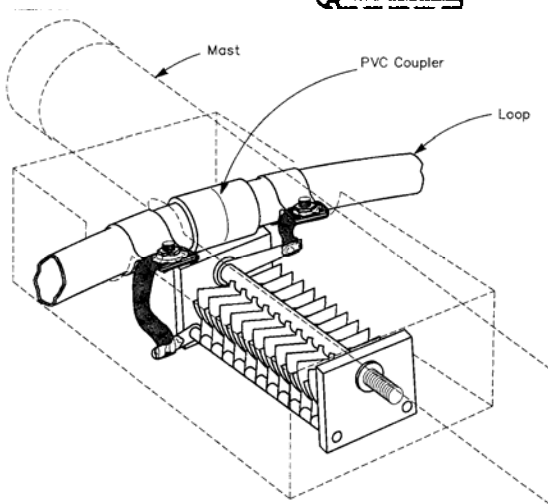


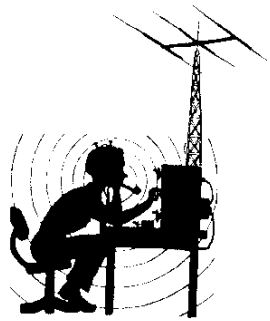
← Prinzipschema einer Magnetischen Antenne.

$$\frac{D}{d} \approx \frac{5}{1}$$

Probleme bieten

- das Beherrschen der mech. Konstruktion
- die hohen Ströme bzw. der kleine Strahlungs-Widerstand sowie die Verlustwiderstände der Einwindungsspule.
- der Anschluss des Drehkondensators.
Mit solch hohen Strömen ist der Schleifer des Drehko bald überfordert.
(Kommerzielle Ausführungen verwenden deshalb einen „Schmetterlings-Drehko“)



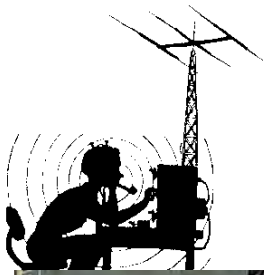


Magnetische Antennen



Beispiel einer
kommerziell gefertigten
Magnetischen Antenne
Type MFJ-1786
10 ... 30 MHz

Magnetische Antennen



Historisches:

Ca. 1965...1970 erste Versuche des US Army Signal Corps und gleichzeitig der Swiss Army + Zellweger AG Uster.

Frequenzbereich 2...4 MHz

Problem:

Funkverkehr aus tiefen Bergtälern heraus
(Bei der US Army wegen Vietnamkrieg)

Erfolg: **KEINER !**

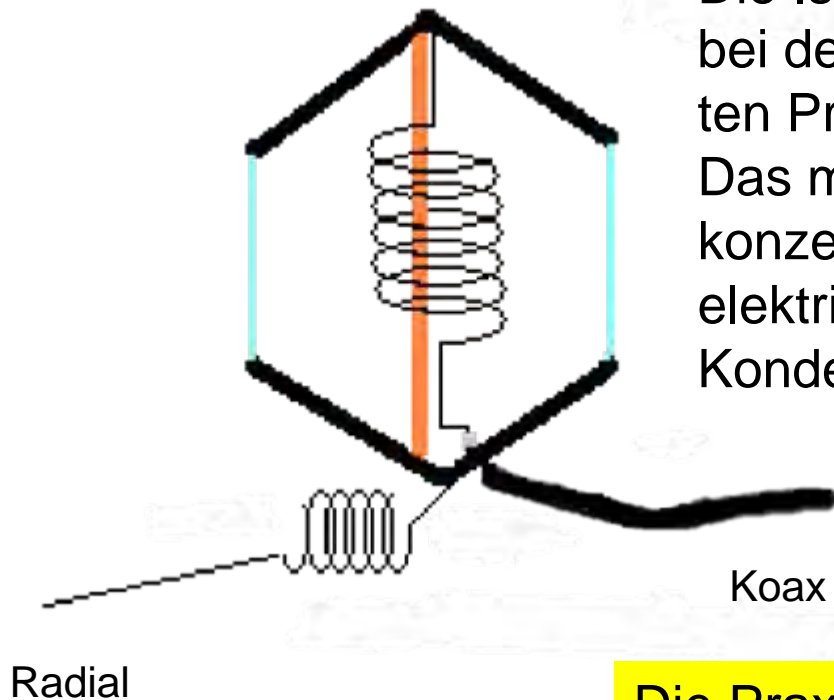
Die Antennen mussten leicht transportierbar sein, deswegen wurde keine Kreisform sondern die Oktagonform gewählt. Die Verbindung zwischen den einzelnen Teilen der Antenne war in der Praxis nicht beherrschbar.



Isotron Antennen

Die Isotron-Antenne ist die Umkehrung des bei den magnetischen Antennen angewendeten Prinzips.

Das magnetische Feld bleibt in der Spule konzentriert, während ein ausgeprägtes elektrisches Feld aus dem geöffneten Kondensator austritt.



Die Praxiserfahrungen sind gemischt.
Man kann aber damit tatsächlich QSO's fahren.

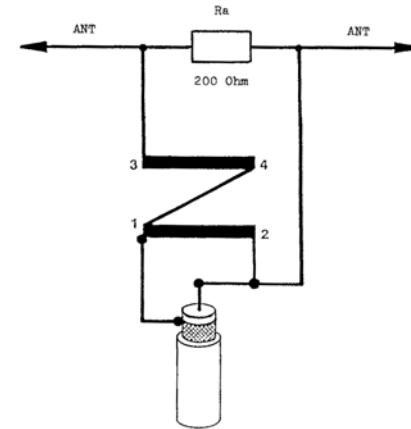
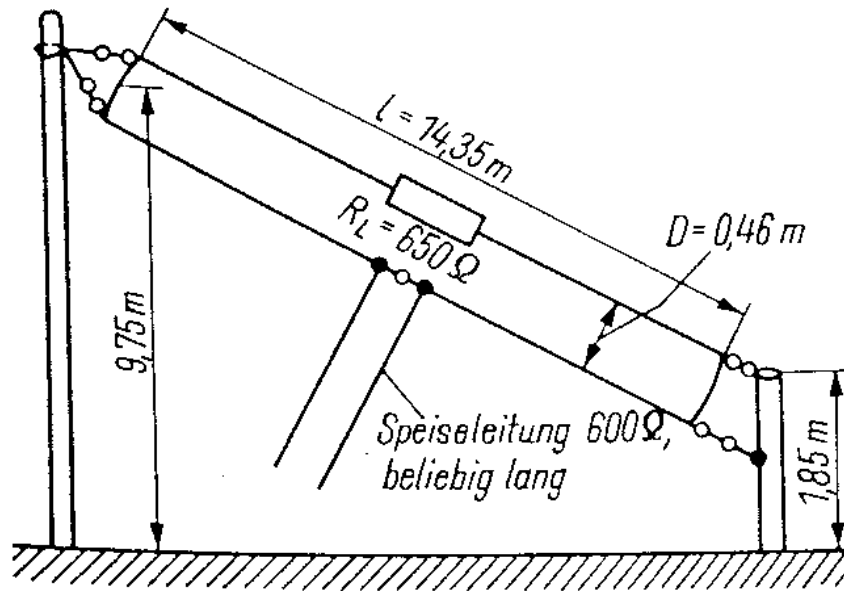


Isotron Antennen





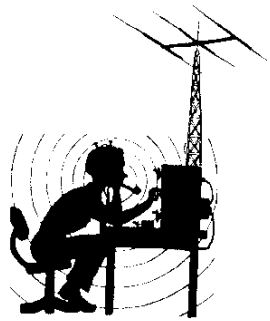
Antennen mit Widerstands-Abschluss



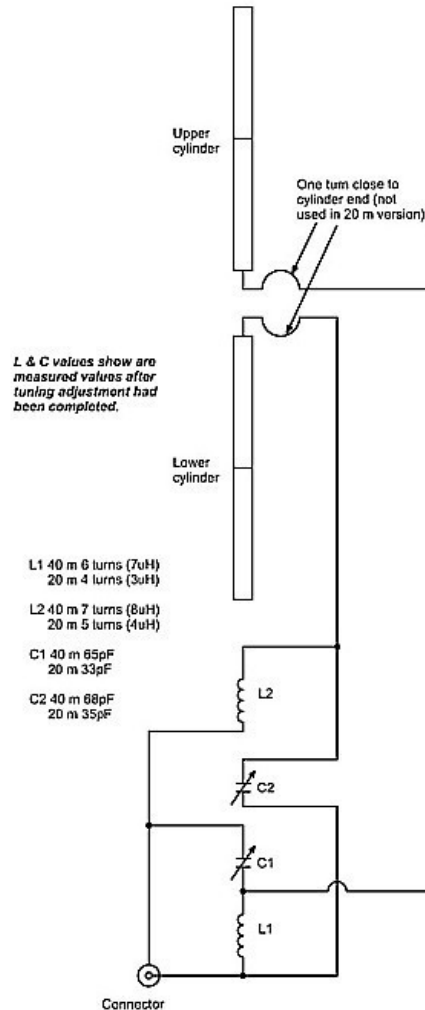
Diese Antennen funktionieren tatsächlich. Der Widerstand muss für etwa 35 ... 40 % der Sendeleistung ausgelegt sein.

Nachteile:

- ein Teil der Leistung wird verbraten
- bei tieferen Frequenzen schlechter Wirkungsgrad (je nach Drahtlängen)



EH-Antennen

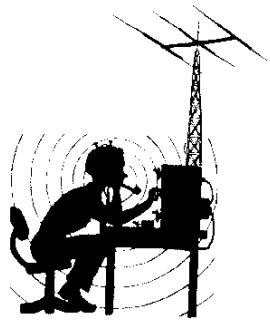


Eine neue Form stark verkürzter Antennen. Erfinder und Hersteller behaupten die Antenne sei mit einem Dipol vergleichbar.

OM's die die Antenne nachgebaut haben sagen aus:

„Man kann zwar damit QSO's fahren, aber jeder Dipol ist weit wirkungsvoller.“

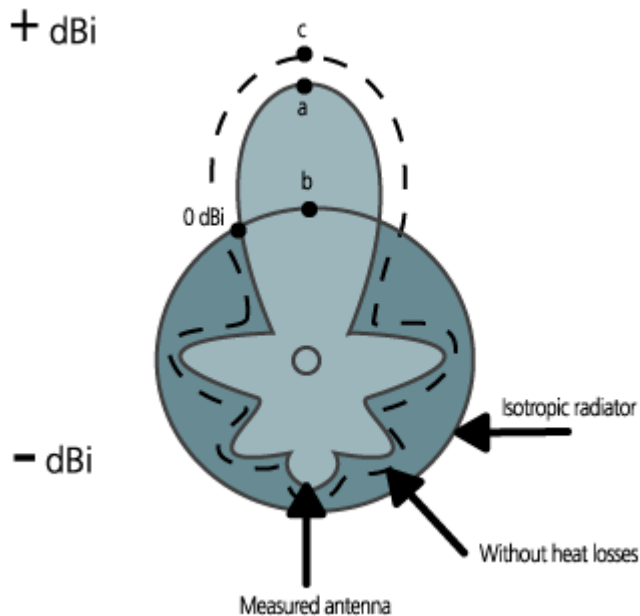
Info's aus dem Internet.



Richtstrahlantennen

Wir haben immer dieselbe Energie zur Verfügung.

Eine Richtstrahlantenne strahlt die zur Verfügung stehende Energie gezielt in eine Richtung ab.



Übliche Antennenformen für Richtstrahlantennen:

- YAGI
- Step-IR
- LOGPER
- QUAD



Richtstrahlantennen

Richtstrahlantennen
leben von der Höhe !



Auf für Richtstrahlantennen gilt:

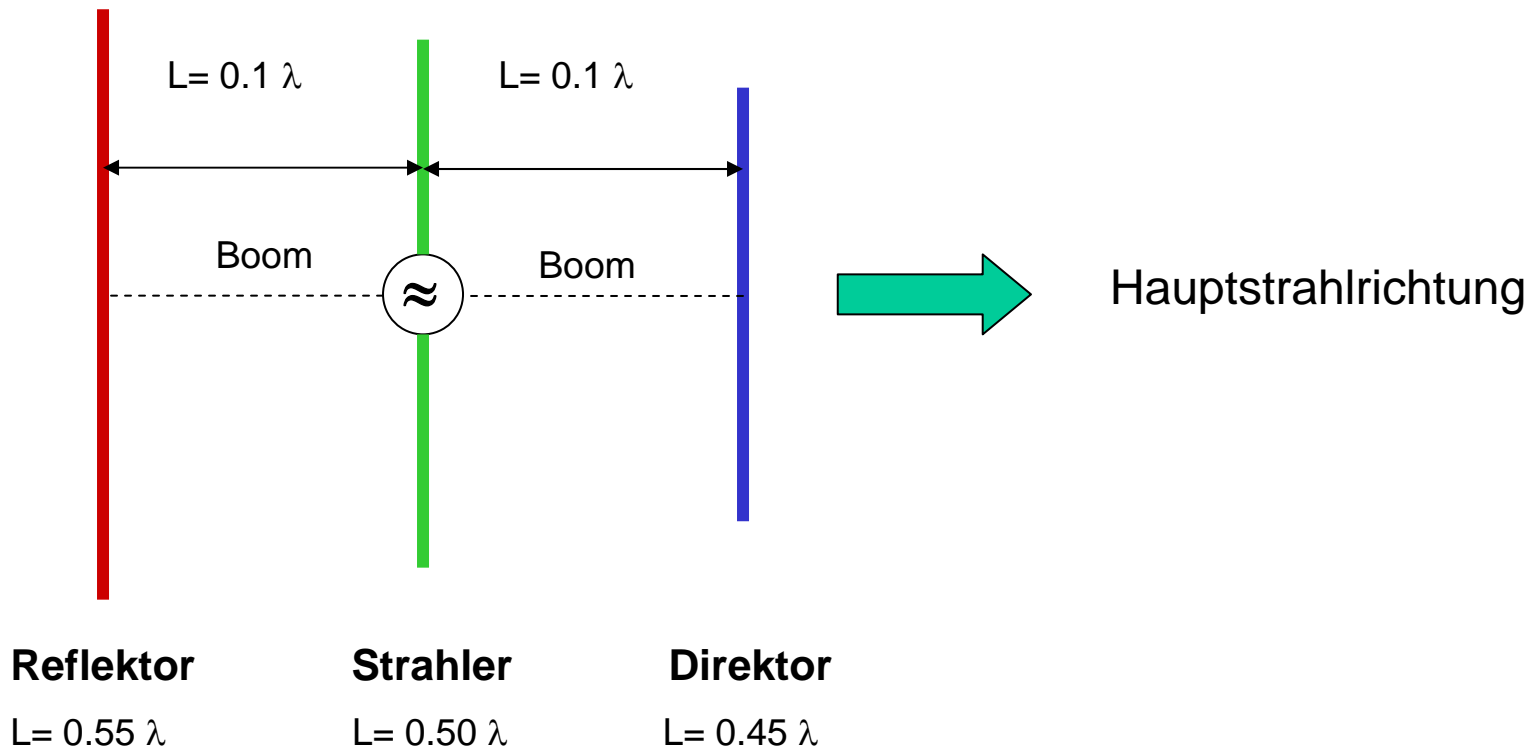
Je höher desto besser !

Eine Aufbauhöhe dicht über dem Dach ist alles andere als optimal.



Prinzip der YAGI-Antennen

ACHTUNG: sehr stark vereinfachte Massangaben !

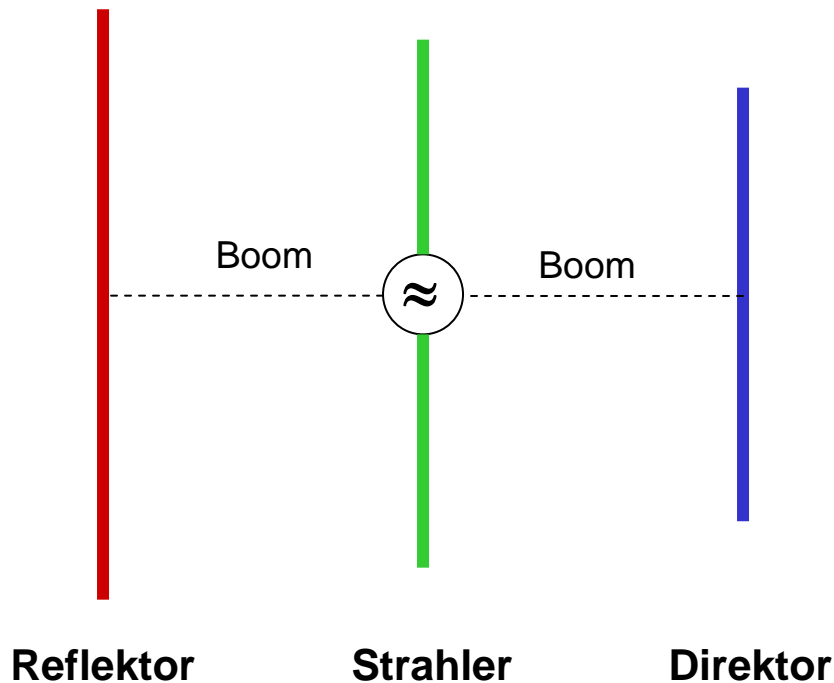




YAGI-Antennen in der Praxis

YAGI-Antennen sind richtige Biester !

Sie lassen sich nur für eine einzige Frequenz optimal auslegen !



YAGI Antennen weisen viele Variablen auf, die, um optimale Ergebnisse zu erzielen, sorgfältig aufeinander abgestimmt werden müssen.

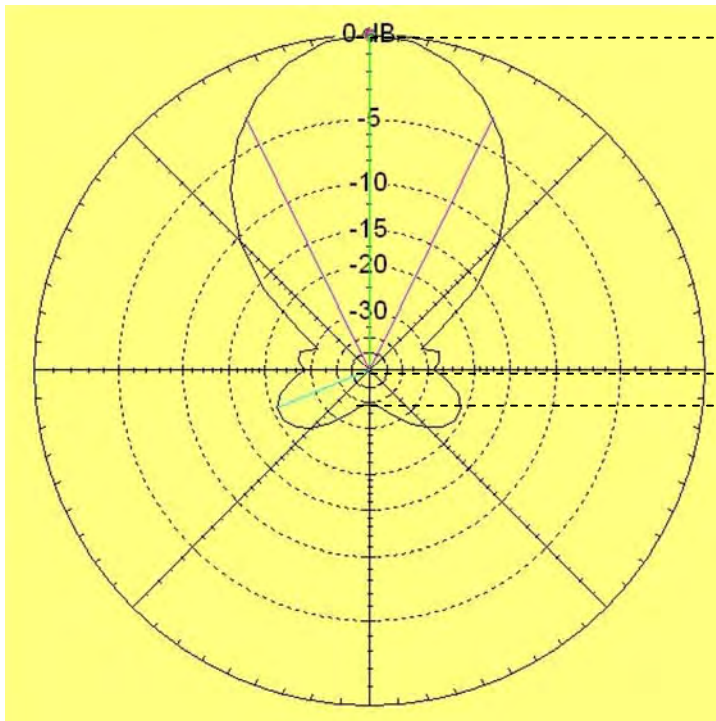
Variablen:

- Strahlerlänge
- Reflektorlänge
- Direktorlänge
- Abstand zwischen Strahler und Reflektor
- Abstand zwischen Strahler und Direktor



YAGI-Antennen in der Praxis

Was ist wichtiger ... der Vorwärtsgewinn ... oder das Vor-/Rück-Verhältnis ?



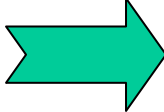
Gewinn vorwärts in Strahlrichtung

Gewinn rückwärts (hinten raus)

Bei sorgfältiger Auslegung einer Yagi Antenne lässt sich das Vor-/Rückwärts-Verhältnis dramatisch verbessern, während der Vorwärtsgewinn nicht nachhaltig beeinflusst wird.



YAGI-Antennen in der Praxis

Sehr populär  Trap-Beams

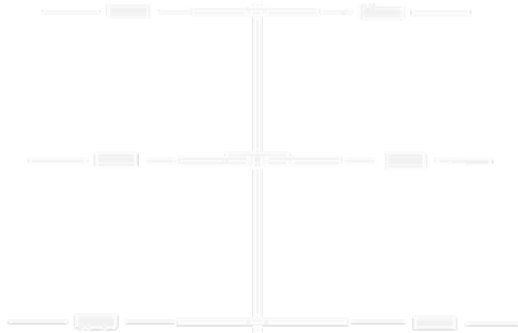


Vorteile:

- decken mehrere Bänder ab, z.B. 20-15-10 m
- es gibt bewährte Konstruktionen auf dem Markt, die beim Aufbau und Betrieb keine Schwierigkeiten machen.

Nachteile:

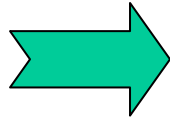
- es ist immer ein Kompromiss-Beam
- man muss sich entscheiden für welches Sub-Band (CW oder SSB) man den Beam aufbaut. Nur in diesem Sub-Band hat der Beam die gewünschten Eigenschaften
- Die Element-Abstände sind immer ein Kompromiss. Zwischen dem 20 m und dem 10 m Band liegt ein Faktor von 1:2. Mit einem einzigen festen Elementabstand ist es schwierig optimale Ergebnisse auf 3 Bändern zu erzielen.



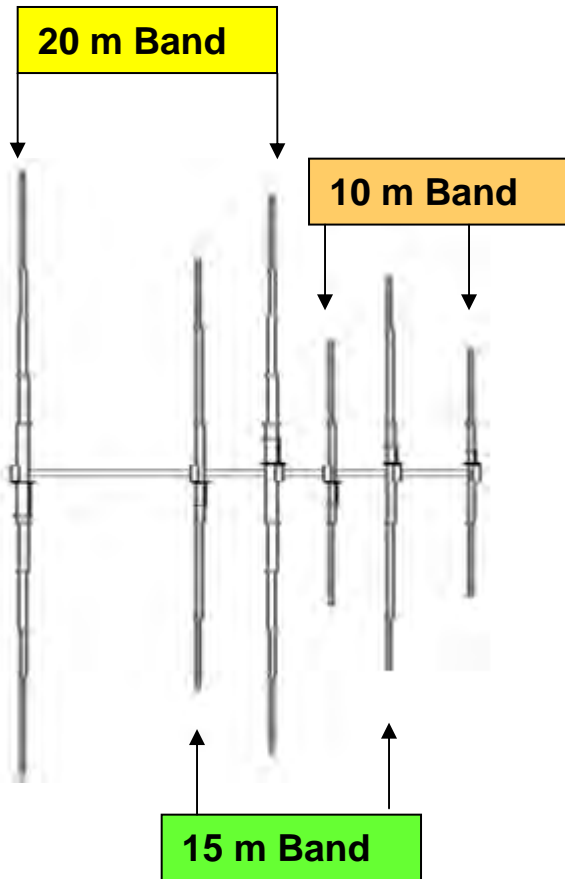


YAGI-Antennen in der Praxis

Eine gute Variante



der verschachtelte Beam



Vorteile:

- decken mehrere Bänder ab, z.B. 20-15-10 m
- die Element-Abstände sind für jedes Band optimiert.

Nachteile:

- es ist mehr Aluminium am Beam, er sieht wuchtiger aus
- man muss sich entscheiden für welches Sub-Band (CW oder SSB) man den Beam aufbaut. Nur in diesem Sub-Band hat der Beam die gewünschten Eigenschaften



YAGI-Antennen in der Praxis

Der **Spider-Beam**, eine Sonderform des verschachtelten Beams



Vorteile:

- decken mehrere Bänder ab, z.B. 20-17-15-12-10 m
- die Elemente sind als Drahtelemente konstruiert, die Antenne wird so viel unauffälliger.

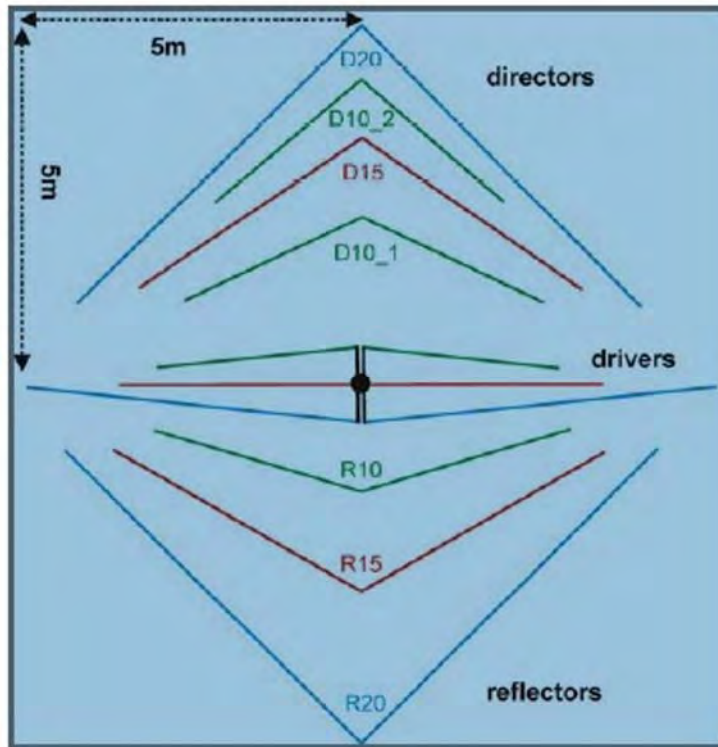
Nachteile:

- man ist auf eine 2-Element Antenne beschränkt.
- man muss sich entscheiden für welches Sub-Band (CW oder SSB) man den Beam aufbaut. Nur in diesem Sub-Band hat der Beam die gewünschten Eigenschaften
- die Element-Abstände sind nicht optimal eingehalten



YAGI-Antennen in der Praxis

Der **Spider-Beam**, eine Sonderform des verschachtelten Beams



Das Prinzip der Spider-Beams:

Die Draht-Elemente schräg gegen einen um 90 Grad versetzten zweiten Boom hin abgespannt. Die Element-Abstände sind somit nicht durchgehend gleich.

Der optimale Abgleich auf Gewinn in der Hauptstrahlrichtung oder auf ein optimales Vor-/Rückwärtsverhältnis ist in der Praxis sicher schwierig zu bewerkstelligen.



Step-IR, eine Sonderform der YAGI

Das Prinzip der Step-IR Yagi

Step-IR Antennen sind Antennen mit motorisch einstellbaren Elementlängen.

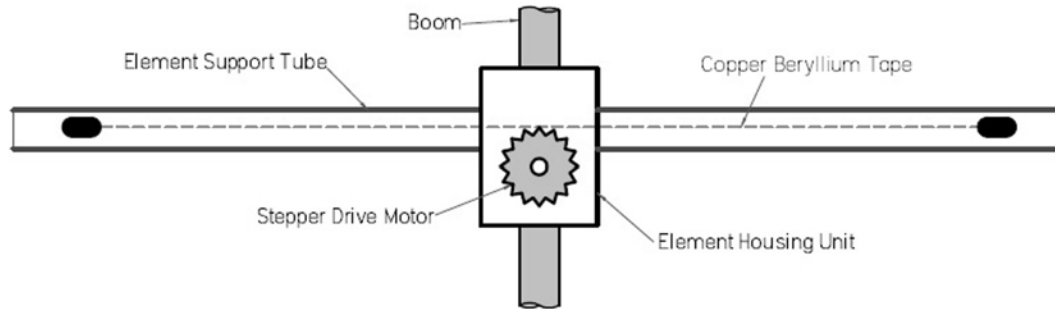
Jedes Element verfügt über einen Antrieb mit Schrittmotor der es erlaubt den elektrischen Leiter des betreffenden Elementes optimal auf die benötigte Länge auszufahren.

Antennen mit diesem Prinzip gibt es in Form von Mehrelement-Yagi-Antennen sowie als Vertikal Antennen.





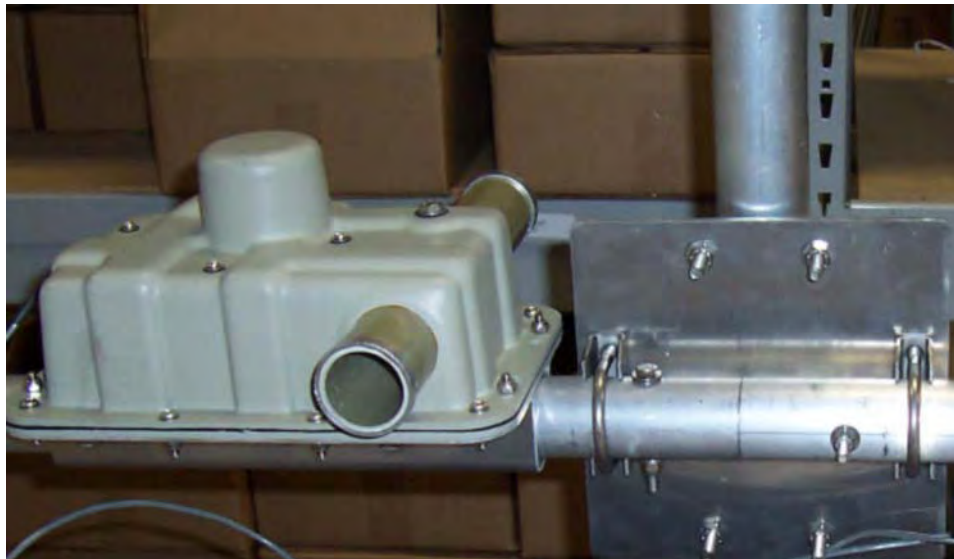
Step-IR, eine Sonderform der YAGI



Antriebsprinzip:

Ein Band aus Beryllium-Bronze, das im eingefahrenen Zustand aufgerollt ist, wird auf die gewünschte Länge ausgefahren.

Zu jeder Antenne gehört ein Steuergerät das in einem Memory-Baustein die für diesen Antennentyp notwendigen Informationen enthält.





Step-IR, eine Sonderform der YAGI



Vorteile:

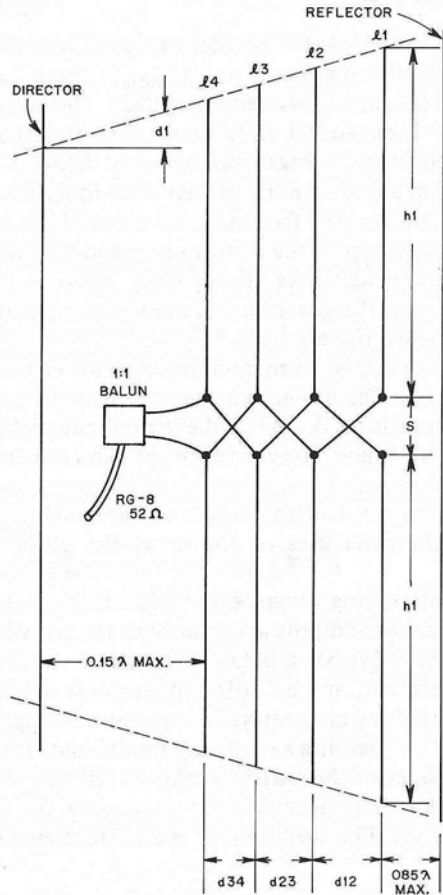
- decken mehrere Bänder ab, z.B. 40 - 20-17-15-12-10 m
- die Elemente werden auf die für das betreffende Band optimale Länge ausgefahren.
- Die Boom-Länge ist fest, jedoch ist die Elementenlänge variabel. Dies erlaubt durch Variation der Elementlänge für jedes Band auf optimales Vor-/Rückwärtsverhältnis abzustimmen.

Nachteile:

- die Antenne enthält viel Mechanik, d.h. Motorantriebe für jedes Element.
- es ist empfohlen die Antenne so zu montieren, dass sie zu Servicezwecken gut zugänglich ist, resp. Gut auf den Boden gebracht werden kann.



LOG-PER (logarithmisch periodische Antenne)



Vorteile:

- decken einen grosser Frequenzbereich stufenlos ab.
Frequenzbereich von Afu-Log-Per's typisch: 13 – 33 MHz
- sofern die Log-Per genügend Elemente aufweist ist das SWR über den gesamten Frequenzbereich einheitlich in der Gegend von 50Ω
- Man kann über jedes der Afu-Bänder, ob CW oder SSB mit denselben guten Verhältnissen rechnen.

Nachteile:

- die Antenne ist extrem breitbandig. Ausserband-Signale starker Stationen können einem nicht allzu grossignalfesten Empfänger zu schaffen machen.



LOG-PER (logarithmisch periodische Antenne)



Mosley-Log-Per für 3 – 30 MHz



LOG-PER (logarithmisch periodische Antenne)

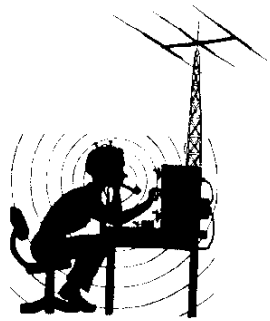


TITANEX
Draht-Log-Per DLP-15

Log-Per = 13 – 33 MHz
mit 13 Elementen

Zusätzlich:
mit je einem **Dipol für**
7 MHz und 10.1 MHz

Dank Aufbau als
Draht-Log-Per ist diese
Antenne trotz der Grösse
sehr unauffällig.



Quad-Antennen



Vorteile:

- decken mehrere Bänder ab, z.B. 20-15-10 m
- sowohl beim Strahler wie auch beim Reflektoren und Direktoren handelt es sich um Ganzwellenschlaufen (= viel Draht in der Luft)
- Quad-Antennen sind ruhige Antennen, dies ist in Regionen mit viel Statik ein grosser Vorteil
- Quad-Antennen sind relativ problemlos zu bauen, es sind gute do-it-yourself Projekte
- zeigen auch in relativ niedrigen Aufbauhöhen gute Eigenschaften.

Nachteile:

- relativ gross und auffällig
- stellt recht hohe Anforderungen an die mechanische Konstruktion.



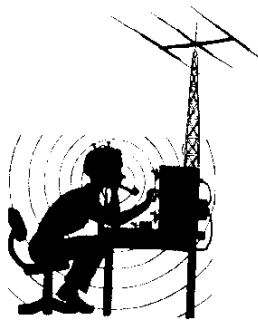
Antennensimulations-Software

Motto: ... und EZNEC hat doch recht !

Die üblichen Antennensimulations Programme sind ausgereift und bringen sehr gute Resultate.

Allerdings: ... sie rechnen mit den Vorgaben die man ihnen gibt !

Aber: ... wer kennt schon alle Parameter und Störfaktoren des vorgesehenen Antennenstandortes.



EZNEC

View Antenna: Dipol 14 MHz 7m hoch

Zoom: Display Current

EZNEC v. 3.0

File Options Output Plot Setup View Utilities Help

Dipol 14 MHz 7m hoch

File	LAST.EZ
Frequency	14 MHz
Wavelength	21.4138 m
Wires	1 Wire, 11 segments
Sources	1 Source
Loads	0 Loads
Trans Lines	0 Lines
Ground Type	Real/High Accuracy
Ground Descrip	1 Medium (0.005, 13)
Wire Loss	Copper
Units	Meters
Plot Type	3D

Options: Reset

SWR Plot: Dipol 14 MHz 7m hoch

File Edit View Options Reset

Z0: 50 ohms Alt (75 ohms)

Source # 1

Freq	13.5 MHz	Source #	1
SWR	3.22	Z0	50 ohms
Z	77.56 - j 71.96 ohms		
Refl Coeff	0.5262 at -39.62 deg.		

2D Plot: Dipol 14 MHz 7m hoch

File Edit View Options Reset

Highlight: Off Azimuth Slice Elevation Slice

EZNEC Hauptübersicht



EZNEC v. 3.0

File Options Outputs Plot Setups View Utilities Help

> Dipol 14 MHz 7m hoch

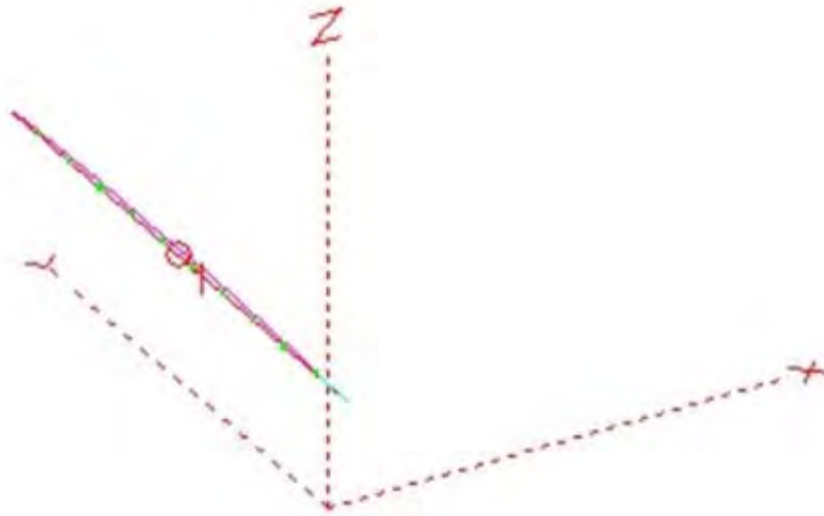
File	LAST.EZ
> Frequency	14 MHz
Wavelength	21.4138 m
> Wires	1 Wire, 11 segments
> Sources	1 Source
> Loads	0 Loads
> Trans Lines	0 Lines
> Ground Type	Real/High Accuracy
> Ground Descrip	1 Medium (0.005, 13)
> Wire Loss	Copper
> Units	Meters
> Plot Type	3D
> Step Size	5 Deg.
> Ref Level	0 dBi
> Alt SWR Z0	75 ohms

Average Gain = 0.759 = -1.19 dB

Multi-resolution view



EZNEC Drahtliste



Die Endpunkte
aller Elemente
werden als
X/Y/Z
Koordinaten
definiert.

No.	End 1				End 2				Diameter (mm)	Segs
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conn		
1	0	0	7		0	10.3	7		1	11



EZNEC Antennendarstellung samt Stromverteilung

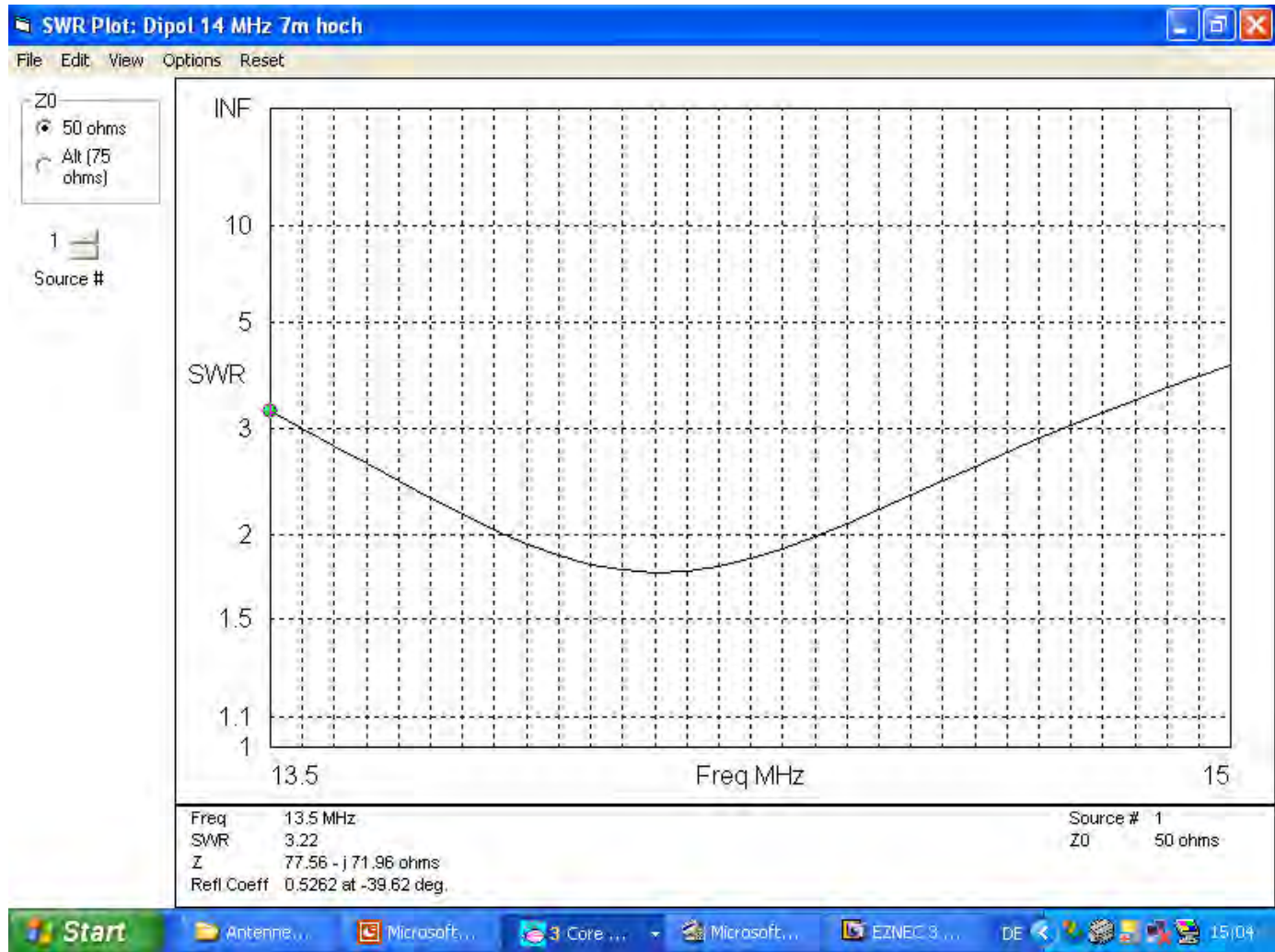
The screenshot shows the EZNEC software window titled "View Antenna: Dipol 14 MHz 7m hoch". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Options, Reset), a toolbar with zoom and display controls, and a main 3D view area. The antenna is a dipole oriented along the Z-axis, with a current distribution plot overlaid in pink. The plot shows a peak at the center of the dipole and a zero at the ends. The Z-axis is indicated by a red dashed line. The software also displays technical specifications for the antenna wire:

Wire Number	1
Length	10.3 m
Seg Length	0.936364 m

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, several open applications (Antenne..., Microsoft..., 3 Core..., Microsoft..., EZNEC 3...), and the system clock (15:02).

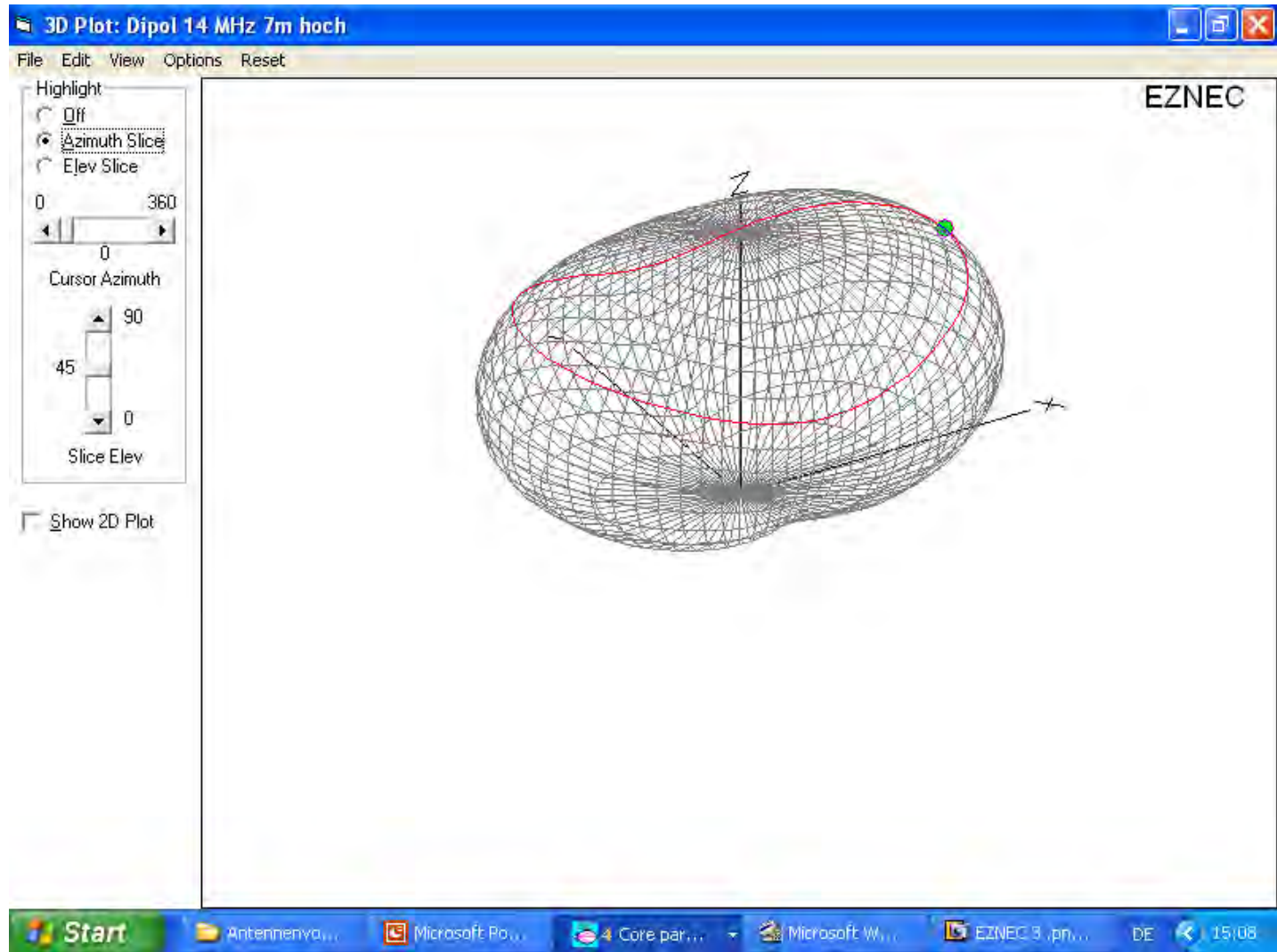


EZNEC – SWR Darstellung bei $Z = 50 \Omega$



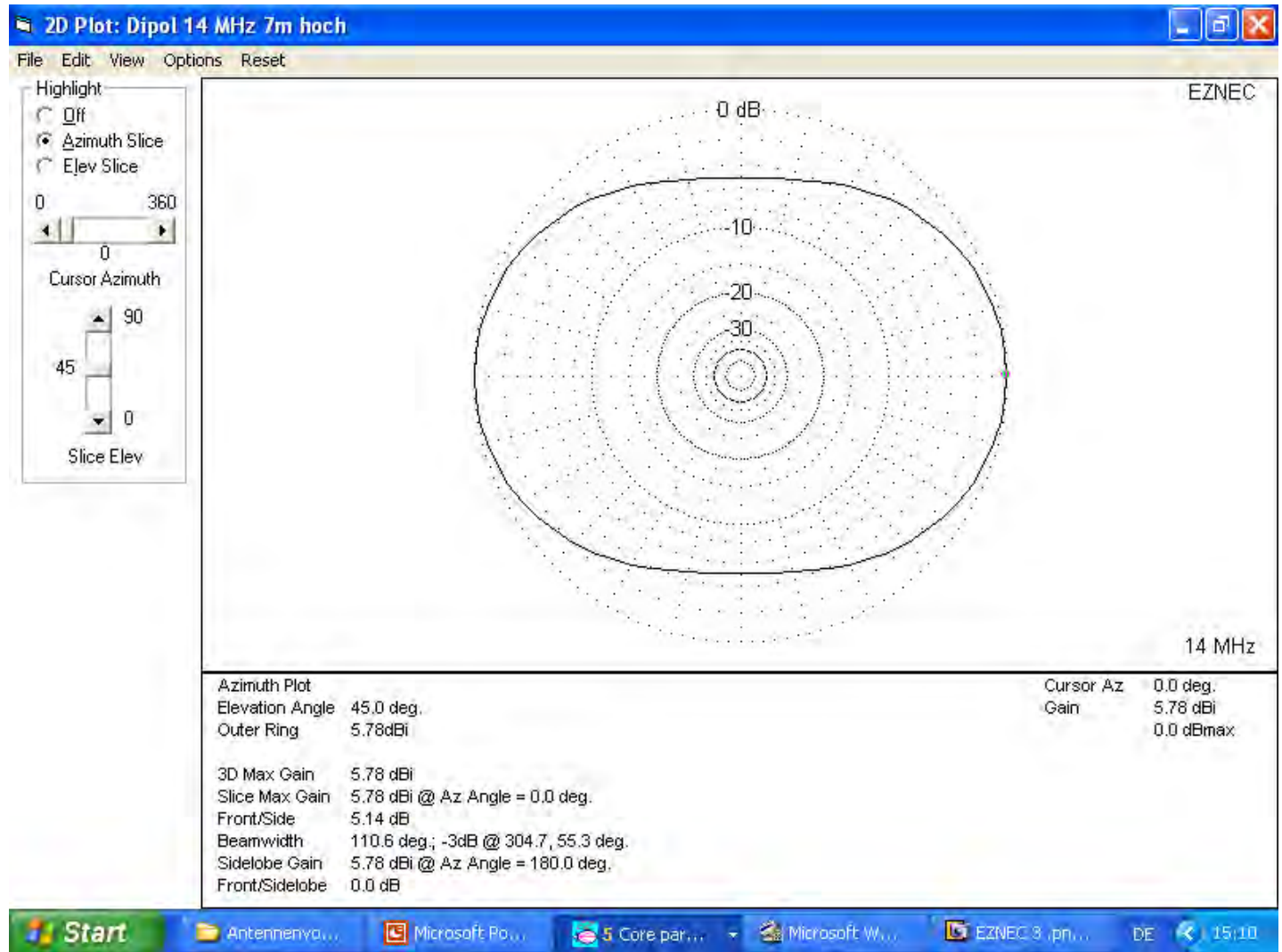


EZNEC – 3-D-Richtwirkungsdiagramm

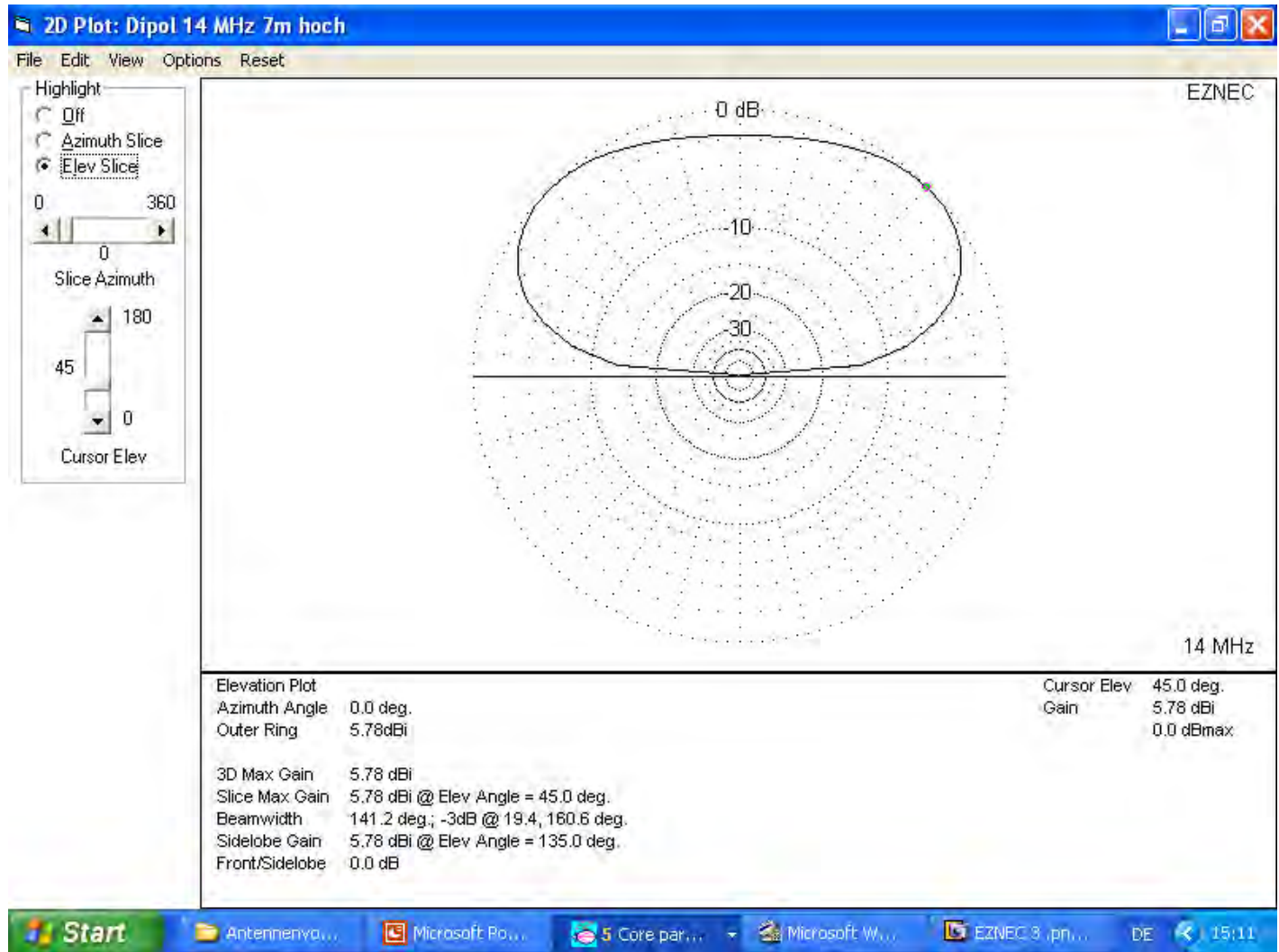




EZNEC – Azimut-Diagramm



EZNEC – Elevations-Diagramm





Motto: ... und EZNEC hat doch recht !



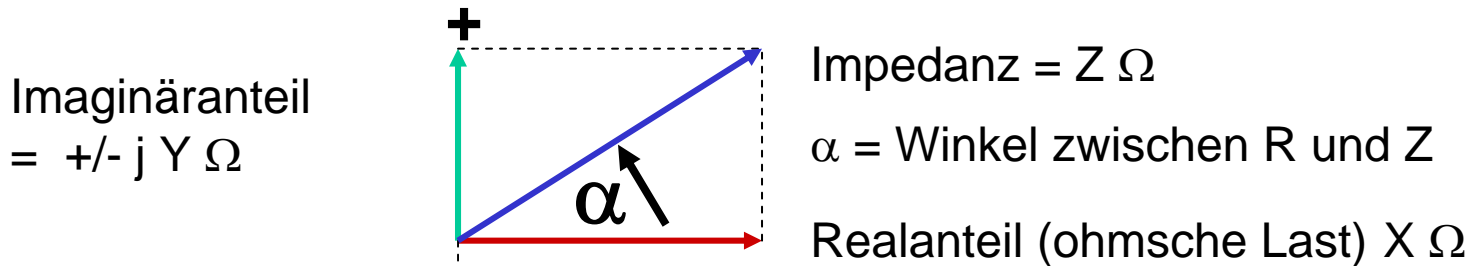
- EZNEC rechnet mit idealen Default-Settings und zwar auf der „grünen Wiese“.
- Wer kennt schon seine Bodenbeschaffenheit (d.h. die elektrische Leitfähigkeit des Bodens)
- Wer kennt schon alle Störfaktoren in den Umgebung (Strom- und Telefonleitungen, Blitzableiterdrähte, andere metallische Gegenstände, etc.)
- auch die Art des verwendeten Leitermaterials definieren



Impedanzen, Reaktanzen etc.

$$Z = X \Omega \quad +/- \quad j Y \Omega$$

Impedanz bestehend aus **Realanteil** und **Imaginäranteil** (Reaktivanteil)



Pro Memoria:
 + = Kapazität → Strom eilt der Spannung um 90° voraus
 - = Induktivität → Strom eilt der Spannung um 90° nach



Impedanzen, Reaktanzen etc.

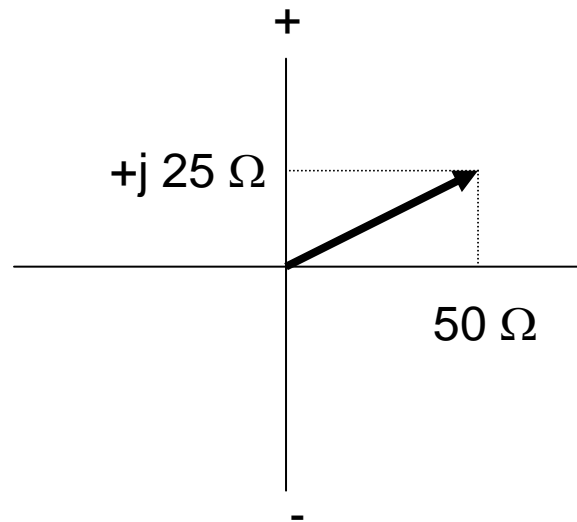
Darstellung von Impedanzen

Beispiel: $Z = 50 \Omega + j25 \Omega$

a) Numerische Darstellung $Z = 50 \Omega + j25 \Omega$

b) Impedanz mit Vektor $Z = 55,9 \Omega / 28,6^\circ$

c) graphisch



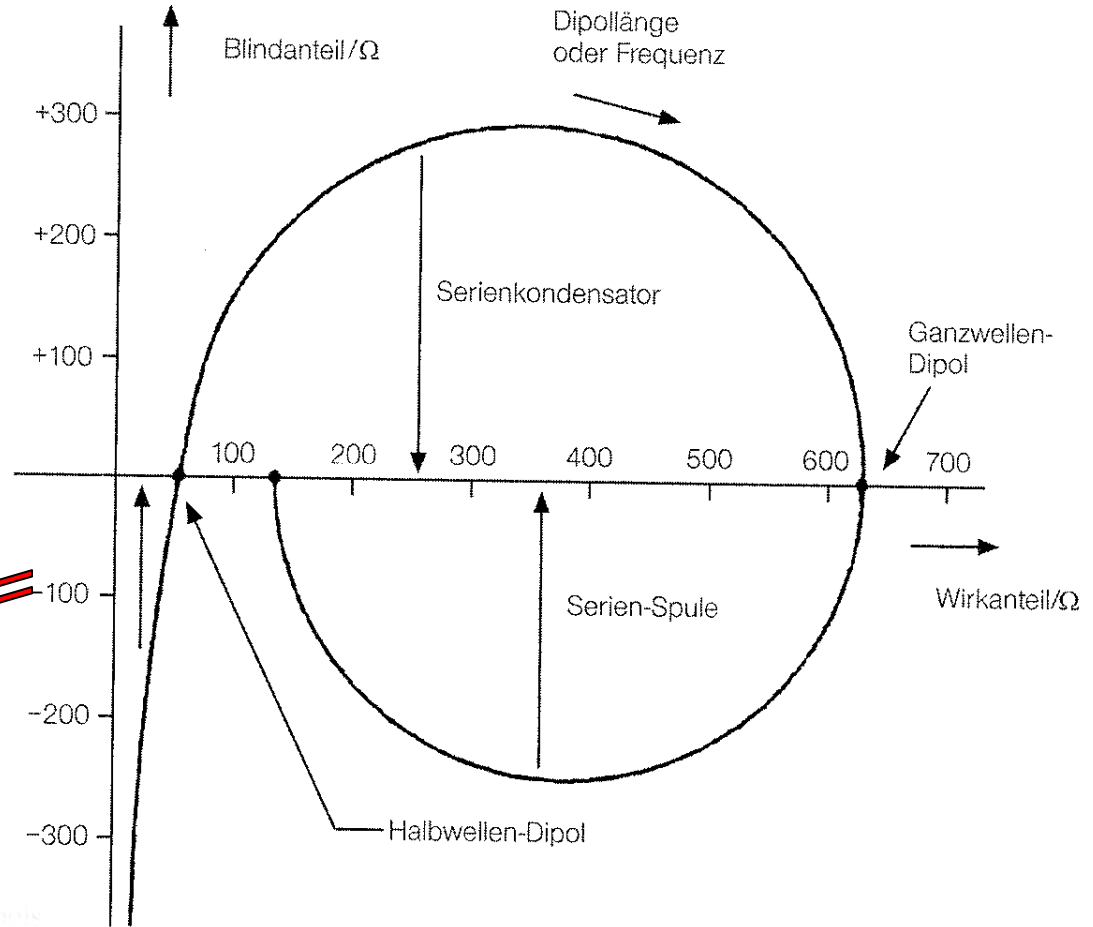


Impedanzen, Reaktanzen etc.

Graphische Darstellung von Impedanzen

Beispiel:
Speisepunktimpedanz eines Dipols

lineare Darstellung = unpraktisch

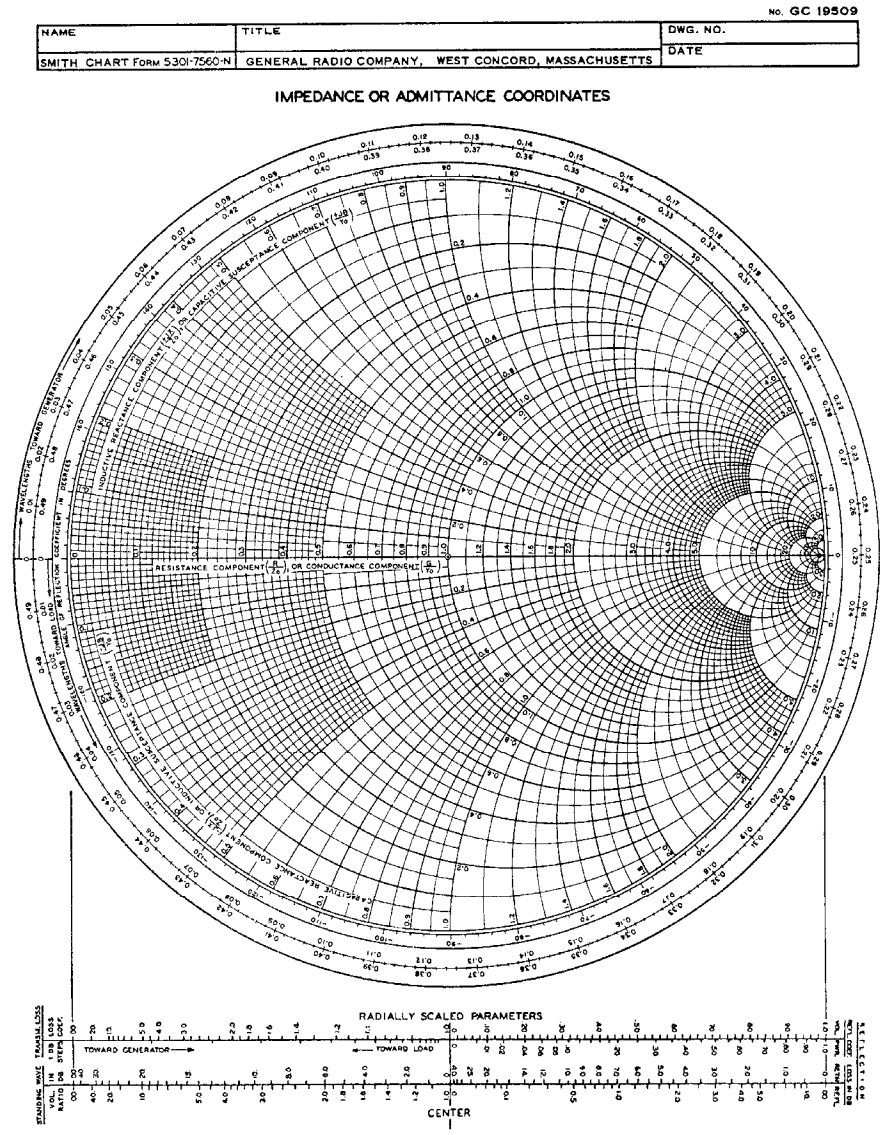


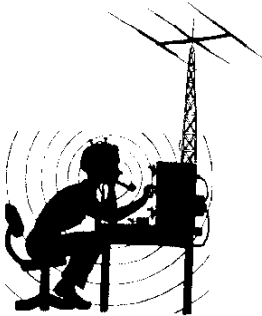


logarithmisch

**Impedanzen
vernünftig darstellen
dank**

SMITH-CHART



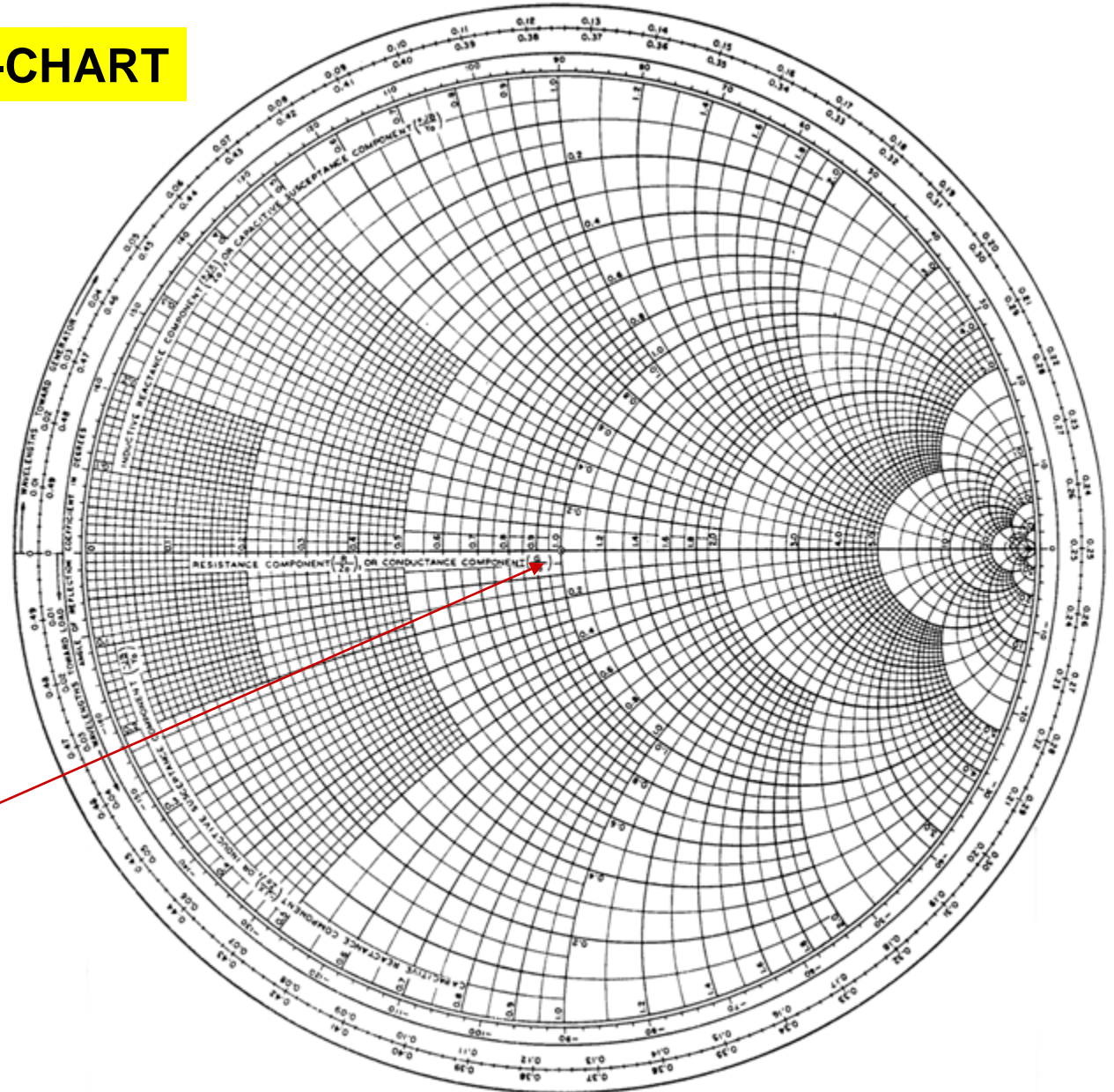


SMITH-CHART

Die Smith-Chart ist eine **logarithmische Darstellung**

Jeder entscheidet selbst was „1“ bedeutet.
z.B.

- 1 = 1 Ω
- 1 = 10 Ω
- 1 = 100 Ω
- 1 = 1000 Ω



NAME	TITLE	DWG. NO.
SMITH CHART Form 5301-7560-N	GENERAL RADIO COMPANY, WEST CONCORD, MASSACHUSETTS	DATE

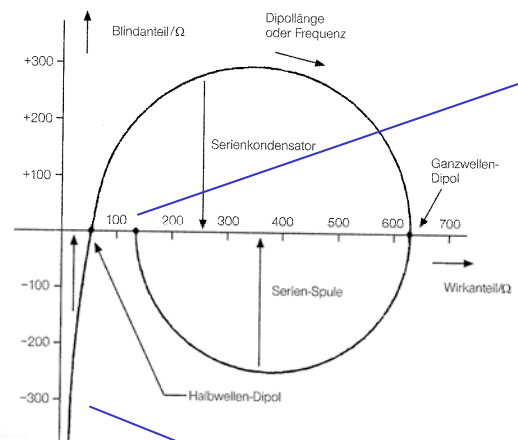
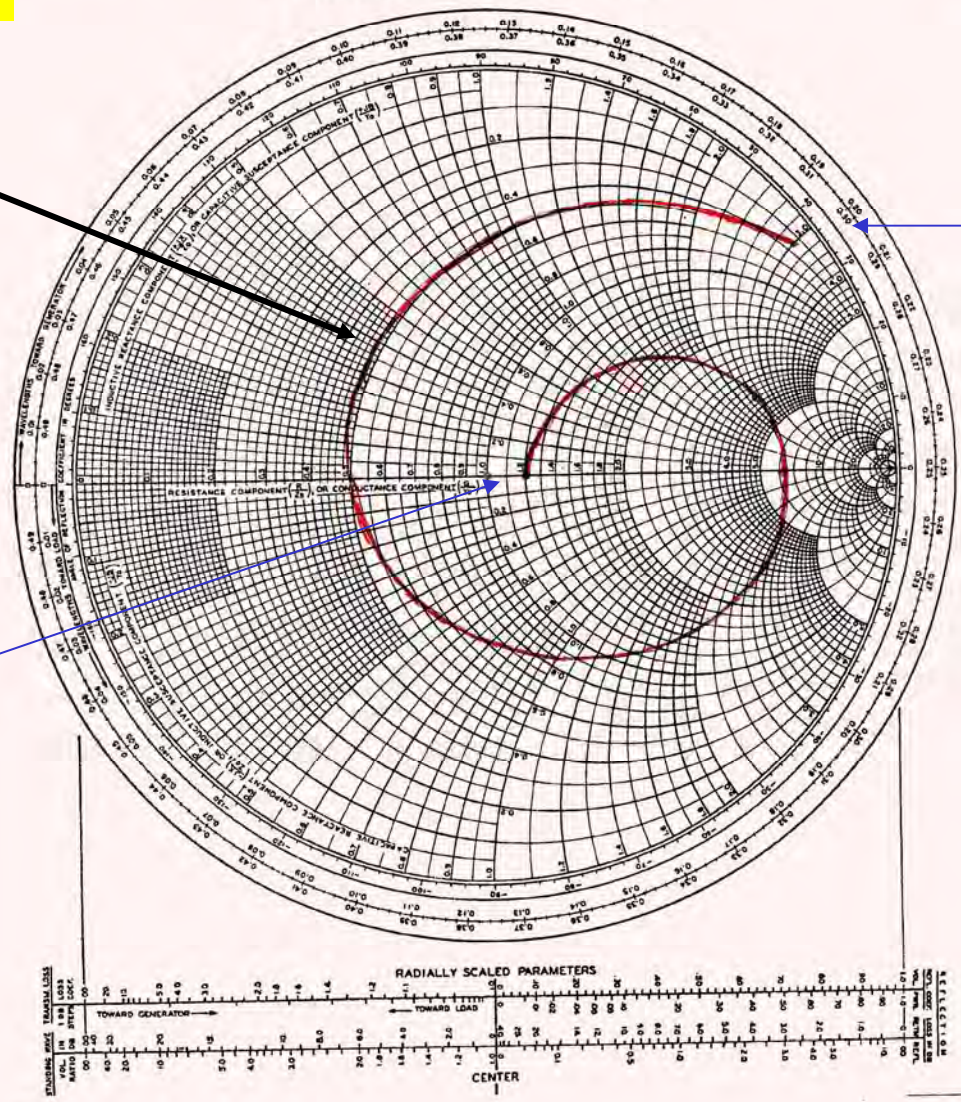
IMPEDANCE OR ADMITTANCE COORDINATES

SMITH-CHART

Ortskurve



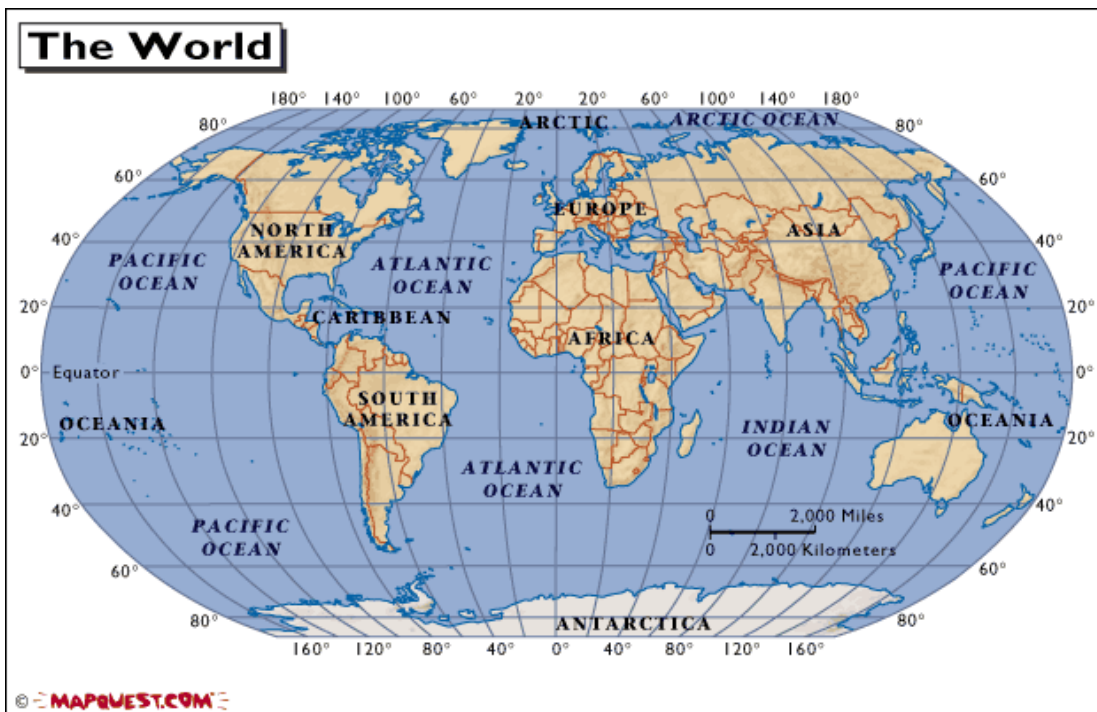
Das Beispiel der Speisepunktimpedanz eines Dipols auf eine Smith-Chart übertragen.





Wo liegt die Gegenstation ?

Man nehme eine Weltkarte und schaue nach !



Wohin muss ich nun den Beam richten ?

Für diese Aufgabe ist die übliche Weltkarte ungeeignet.

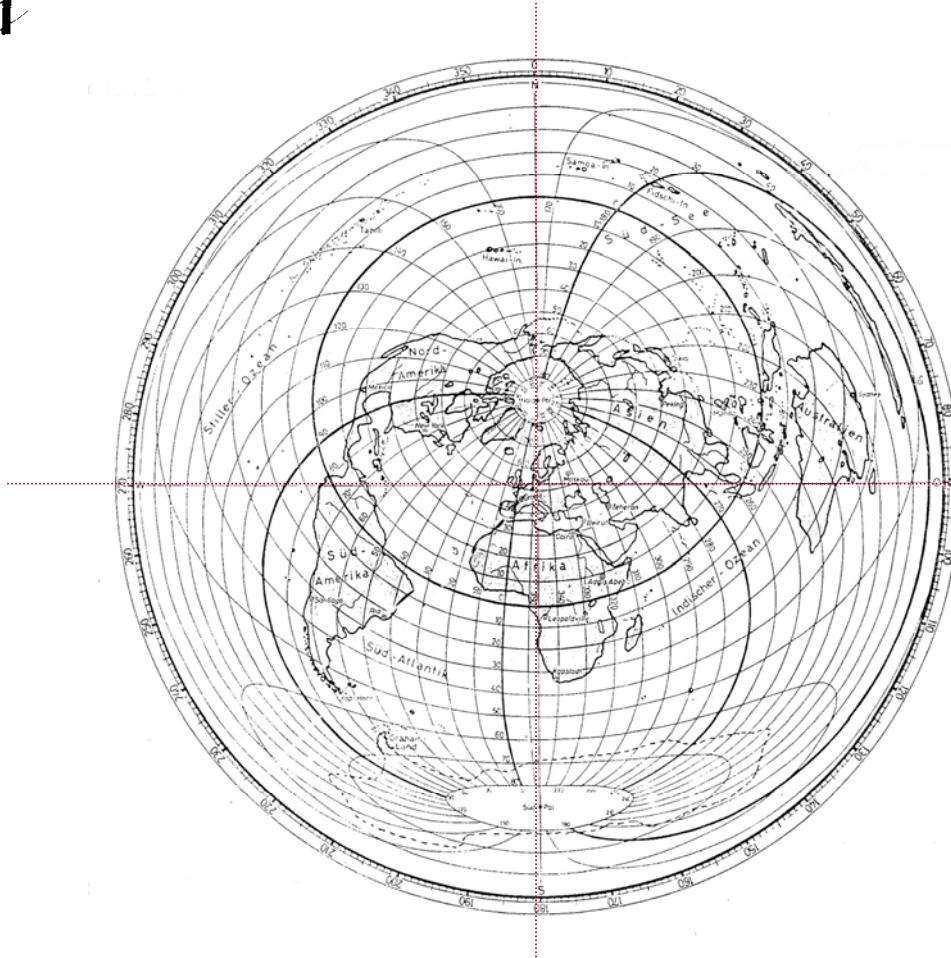
Sie ist nämlich

nicht Winkeltreu



Wo liegt die Gegenstation ?

Zum Ausrichten des Beams benötigt man eine **Beamer-Karte** !



Die Beamer-Karte ist eine **gnomonische Karte** (= Winkeltreue Karte)
Bei der Beamer-Karte liegt der Mittelpunkt in Zentral-Europa.

Die Gradeinteilung am Rand (= Windrose) zeigt die korrekte Stellung des Beams für eine bestimmte Destination an.

Achtung:
3 dB Bandbreite eines üblichen Beams = ca. 60°



Viel Erfolg beim Antennenbau wünscht Max Rüegger, HB9ACC

